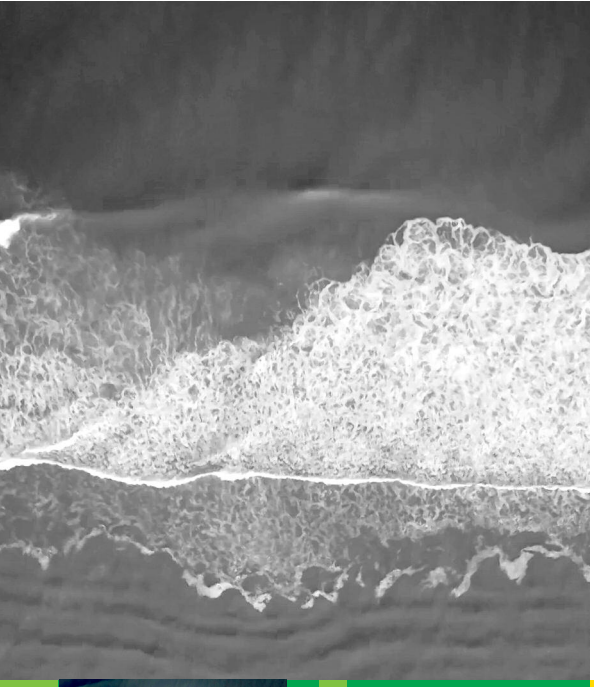
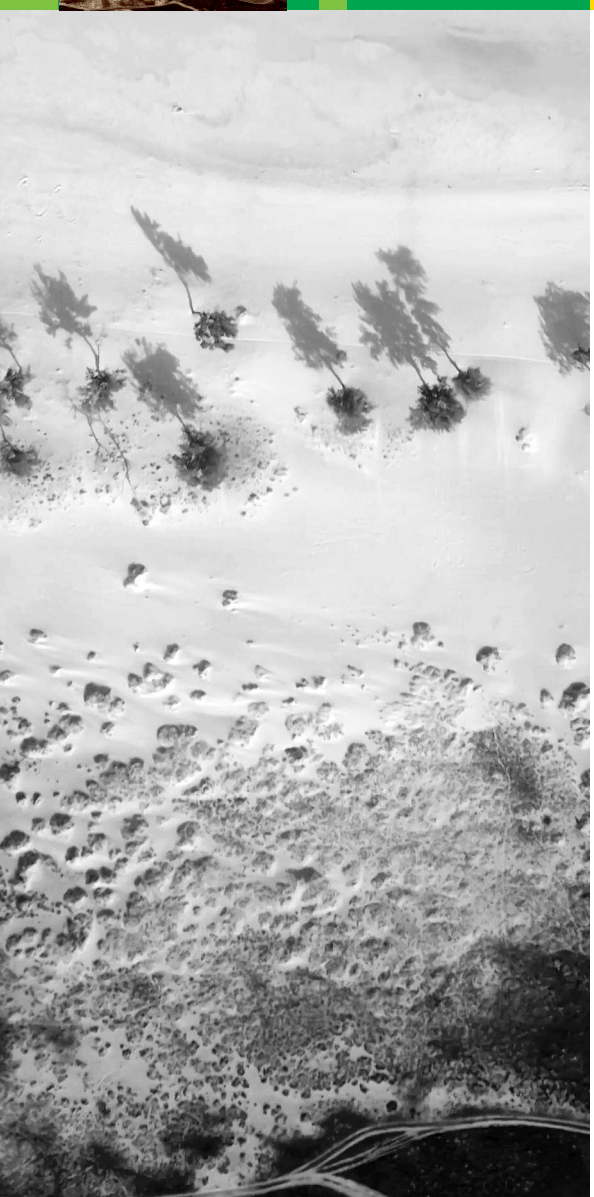




République Islamique de
Mauritanie

Honneur-Fraternité-Justice

Ministère de l'Environnement et du Développement Durable

Direction du Contrôle Environnemental

République du
Sénégal

Un peuple-Un but-Une foi

Ministère de l'Environnement et du Développement Durable

Direction de l'Environnement et des Établissements Classés

Projet de production de gaz Grand Tortue / Ahmeyim - Phase 1

Étude d'impact environnemental et social

Rapport final consolidé intégrant les revues réglementaires de la Mauritanie et du Sénégal

Juin 2019

Volume 4 sur 7

bp

En partenariat avec

KOSMOS ENERGY

PETROSEN

SMHPM

Rapport d'EIES préparé par

GOLDER

CSA Ocean Sciences Inc.

Ecodev

ENVIRONMENTAL TROPICA CONSULTANTS

Le rapport de l'étude d'impact environnemental et social du projet de production de gaz Grand Tortue/Ahmeyim - Phase 1 est divisé en 7 volumes comme suit :

Volume 1 : Le résumé non technique, la liste des principaux contributeurs, la table des matières, la liste des abréviations et acronymes ainsi que les chapitres 1 à 6

Volume 2 : Le chapitre 7

Volume 3 : Les chapitres 8 à 11 ainsi que la bibliographie et les références

Volume 4 : Les annexes A à J

Volume 5 : Les annexes K à O

Volume 6 : Les annexes P à R

Volume 7 : Les annexes S à Y

Le présent document est le **Volume 4** qui contient :

- Annexe A - Termes de Référence (TdR) de l'EIES approuvés par la Direction du Contrôle Environnemental (DCE) de la Mauritanie et la Direction de l'Environnement et les Établissements Classés (DEEC) du Sénégal
- Annexe B - Caractéristiques techniques des infrastructures, des navires, des hélicoptères et des autres équipements du projet
- Annexe C - Politique de santé, sécurité, sûreté et environnement et politique opérationnelle de BP pour la région de la Mauritanie et du Sénégal
- Annexe D - Rapport de l'étude de référence environnementale océanographique
- Annexe E - Rapports sur les ressources halieutiques, la pêche et les communautés de pêcheurs
- Annexe F - Notes sur les aires protégées
- Annexe G - Données complémentaires à l'état de référence du milieu biophysique
- Annexe H - Données complémentaires à l'état de référence du milieu social
- Annexe I - Rapports sur la situation de référence et la modélisation des processus hydrodynamiques (érosion côtière)
- Annexe J - Rapport de modélisation des émissions atmosphériques

ANNEXE A : TERMES DE RÉFÉRENCE (TdR) DE L'EIES APPROUVÉS PAR LA DIRECTION DU CONTRÔLE ENVIRONNEMENTAL (DCE) DE LA MAURITANIE ET LA DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DES ÉTABLISSEMENTS CLASSÉS (DEEC) DU SÉNÉGAL

Annexe A
Termes de Référence (TdR) de l'EIES approuvés par la Direction du Contrôle Environnemental (DCE) de la Mauritanie et la Direction de l'Environnement et des Établissements Classés (DEEC) du Sénégal

CONTENU DE L'ANNEXE

A-1 Termes de Référence (TdR) révisés de l'EIES

A-2 Lettre de validation des TdR par la DEEC

A-3 Lettre de validation des TdR par la DCE

Note :

Les Termes de Référence (TdR) de l'EIES ont initialement été soumis à la Direction du Contrôle Environnemental (DCE) du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable de la Mauritanie, ainsi qu'à la Direction de l'Environnement et des Établissements Classés (DEEC) du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable du Sénégal le 24 mai 2016 par Kosmos Energy[1].

La DEEC a émis une lettre de validation des TdR initiaux le 30 juin 2016, à la condition que les commentaires présentés dans cette lettre soient pris en compte dans la préparation de l'EIES.

Des TdR révisés ont été préparés pour répondre aux exigences de la DCE et le document a été remis à la fois à la DCE et à la DEEC le 19 octobre 2016. Les TdR révisés comprennent deux annexes : l'annexe A - Calendriers provisoires et l'annexe B - Liste des exigences de la DEEC pour l'EIES.

La DCE a émis une lettre de validation pour les TdR révisés le 4 novembre 2016. En plus de cette lettre de validation, l'annexe A-3 inclut les commentaires de la DCE sur la version provisoire des TdR, adressés à Kosmos Energy en août 2016.

[1] À ce moment-là, BP n'était pas encore une entreprise participant au projet.

ANNEXE A-1 : TERMES DE RÉFÉRENCE (TdR) RÉVISÉS DE L'EIES

République Islamique de Mauritanie
****
Honneur-Fraternité-Justice
****
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE
****
Direction du Contrôle Environnemental

République du Sénégal
****
Un peuple-Un but-Une foi
****
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE
****
Direction de l'Environnement et des Établissements Classés

Projet Ahmeyim/Guembeul de production de gaz offshore en Mauritanie et au Sénégal

Termes de référence révisés de l'étude d'impact environnemental et social

Soumis par
Kosmos Energy Mauritania et Kosmos Energy Senegal

19 octobre 2016

TABLE DES MATIÈRES

1.0 Contexte 1

2.0 Vue d'ensemble du promoteur et du projet 1

2.1 Promoteur du projet 1

2.2 Description préliminaire du projet 3

2.2.1 Vue d'ensemble 3

2.2.2 Préparation/construction/installation 6

2.2.3 Opérations 7

2.2.4 Fermeture 8

2.3 Localisation du projet 9

2.4 Calendrier et durée prévus du projet 11

3.0 Description préliminaire de l'environnement 11

3.1 Zone d'étude préliminaire 11

3.2 Milieu biophysique 14

3.2.1 Milieu biophysique en Mauritanie 16

3.2.2 Milieu biophysique au Sénégal 19

3.3 Milieu social 23

3.3.1 Milieu social en Mauritanie 23

3.3.2 Milieu social au Sénégal 26

4.0 Description préliminaire des impacts potentiels 28

4.1 Méthodologie d'évaluation d'impact 28

4.2 Relations potentielles entre des composantes du projet et des ressources environnementales 32

4.3 Impacts potentiels préliminaires sur le milieu biophysique 32

4.4 Impacts potentiels préliminaires sur le milieu social 34

5.0 Objectif de l'étude d'impact environnemental et social 36

6.0 Portée de l'étude 38

6.1 Exigences générales 38

6.2 Exigences particulières 38

6.3 Plan de consultation publique 40

6.4 Méthodologie de l'EIES 43

7.0 Profil du consultant menant l'EIES 44

8.0 Livrables 44

9.0 Calendrier de l'EIES 46

10.0 Références 47

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1-1 : Promoteur du projet..... 2
Tableau 4-1 : Définitions des conséquences éventuelles applicables aux différentes catégories de ressources..... 30
Tableau 4-2 : Matrice de détermination de l'importance globale des impacts..... 31
Tableau 4-3 : Matrice des impacts potentiels sur les ressources biophysiques..... 33
Tableau 4-4 : Matrice des impacts potentiels sur les ressources socio-économiques..... 35

LISTE DES FIGURES

Figure 2-1 : Illustration conceptuelle du projet..... 4
Figure 2-2 : Illustration conceptuelle de l'île artificielle..... 5

LISTE DES CARTES

Carte 2-1 : Carte de localisation du projet..... 10
Carte 3-1 : Zone d'étude restreinte préliminaire..... 12
Carte 3-2 : Zone d'étude élargie préliminaire..... 13
Carte 3-3 : Localisation de la Réserve de biosphère transfrontière du delta du fleuve Sénégal et des zones côtières protégées..... 15

LISTE DES ANNEXES

Annexe A : Calendriers provisoires
- A-1 : Calendrier préliminaire de projet
- A-2 : Calendrier préliminaire d'EIES

Annexe B : Liste des exigences de la DEEC pour l'EIES

Abréviations

AMP	Aire Marine Protégée
BGP	Biodiversité, Gaz et Pétrole
BPII	Bonnes pratiques internationales de l'industrie
bbl	Baril
CCLME	*Canary Current Large Marine Ecosystem*
CE	Commission Environnementale
CRODT	Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye
DCE	Direction du Contrôle Environnemental
DEEC	Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés
EIE	Étude d'impact environnemental
EIES	Étude d'impact environnemental et social
EIS	Étude d'impact social
FEED	*Front End Engineering and Design*
FID	Décision finale d'investissement (FID : *Final Investment Decision*)
FLNG	Navire de liquéfaction et d'entreposage flottant de gaz naturel (FLNG : *Floating Liquefied Natural Gas*)
FOI	Facteur à l'origine des impacts
FSO	Vaisseau d'entreposage et de déchargement flottant (FSO : *Floating Storage and Offloading*)
g	Gramme
GNL	Gaz naturel liquéfié
ha	Hectare
HASSMAR	Haute Autorité chargée de la Coordination de la Sécurité maritime, de la Sûreté maritime et de la Protection de l'Environnement marin
ICPE	Installation Classée pour l'Environnement
IMROP	Institut Mauritanien de Recherches Océanographiques et des Pêches
km	Kilomètre
LME	Grand écosystème marin (LME : *Large Marine Ecosystem*)
m	Mètre
MEG	Monoéthylène glycol
MMSCFD	Millions de pieds cubes standards par jour (MMSCFD : *Million Standard Cubic Feet per Day*)

ONG	Organisation non gouvernementale
ONISPA	Office d'Inspection Sanitaire des Produits de la Pêche et de l'Aquaculture
PAD	Port Autonome de Dakar
PGES	Plan de gestion environnementale et sociale
PIB	Produit intérieur brut
PETROSEN	Société des Pétroles du Sénégal
po	Pouce
PRCM	Programme Régional de Conservation Maritime
PRE-FEED	*Pre-Front End Engineering and Design*
SAPCO	Société d'Aménagement et de Promotion des Côtes et Zones Touristiques du Sénégal
SFI	Société Financière Internationale
SMHPM	Société Mauritanienne des Hydrocarbures et de Patrimoine Minier
SPS	Système de production sous-marin
TdR	Termes de référence
UICN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
WWF	*World Wild Fund*
ZEE	Zone économique exclusive
ZICO	Zone importante pour la conservation des oiseaux

1.0 Contexte

Kosmos Energy Mauritania et Kosmos Energy Senegal ont l'intention de mener un projet de production de gaz offshore[1], c'est-à-dire en mer.

L'objectif du projet est de produire du gaz naturel dont une portion sera exportée sous forme de gaz naturel liquéfié (GNL) et l'autre portion servira les marchés domestiques de la Mauritanie et du Sénégal. Le gaz naturel sera extrait en mer profonde à partir de réservoirs qui s'étendent des deux côtés de la frontière de la Mauritanie et du Sénégal. L'ensemble des infrastructures, tous les équipements et toutes les opérations nécessaires, en Mauritanie ou au Sénégal, feront partie d'un seul projet.

Un protocole d'entente, signé en 2016 par la Société Mauritanienne des Hydrocarbures et de Patrimoine Minier (SMHPM) et la Société des Pétroles du Sénégal (Petrosen), fournit les détails sur leur accord pour poursuivre ce projet commun de GNL.

Les ministères de tutelle de ce projet sont le Ministère du Pétrole, de l'Energie et des Mines de la Mauritanie et le Ministère de l'Energie et du Développement des Energies Renouvelables du Sénégal.

Étant donné qu'une étude d'impact environnemental et social (EIES) approfondie sera nécessaire pour le projet, Kosmos présente ci-dessous sa proposition de Termes de référence (TdR) pour l'EIES à la Direction du Contrôle Environnemental (DCE) du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable de la Mauritanie et à la Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés (DEEC) du ministère de l'Environnement et du Développement Durable du Sénégal.

Les TdR proposés tiennent compte des exigences environnementales des deux pays, notamment :

- En Mauritanie : les lignes directrices de l'Article 11 du Décret n° 2004-094, complété par le Décret n° 2007-105, précisant les exigences en matière de TdR pour les études d'impact sur l'environnement;
- Au Sénégal : les lignes directrices de l'Arrêté Ministériel n° 9471 MJHEP-DEEC du 28 novembre 2001 portant contenu des termes de référence des études d'impact.

2.0 Vue d'ensemble du promoteur et du projet

2.1 Promoteur du projet

En Mauritanie, le promoteur du projet est Kosmos Energy Mauritania et au Sénégal, le promoteur du projet est Kosmos Energy Senegal. Ces deux compagnies sont des filiales appartenant à 100 % à Kosmos Energy Operating (Kosmos).

Kosmos est une société internationale d'exploration et de production pétrolière et gazière. Son portefeuille d'actifs comprend sa production actuelle et d'importants projets en développement au large du Ghana, ainsi que des licences d'exploration pétrolière et gazière avec un potentiel

[1] Dans ce document, les promoteurs du projet, les pays et les localités sont généralement présentés en ordre alphabétique.

important d'hydrocarbures en mer au Maroc, en Mauritanie, au Portugal, au Sahara Occidental, à Sao Tomé et Principe, au Sénégal et au Surinam.

Le principal bureau d'opération de Kosmos est basé à Dallas (Texas), aux États-Unis. La société a été créée en 2003. Elle a découvert du pétrole dans le gisement Jubilee au large du Ghana, en 2007, et elle produit du pétrole dans ce pays depuis 2010.

En Mauritanie, Kosmos Energy Mauritania sera l'opérateur et détient jusqu'à 90 % des droits économiques du projet en vertu du Contrat d'Exploration-Production du bloc C8 signé avec la République Islamique de Mauritanie. Le partenaire de l'opérateur de Mauritanie est la SMHPM qui détient 10% (pouvant aller à 14 %) des intérêts économiques.

Au Sénégal, Kosmos Energy Senegal détient jusqu'à 60 % des droits économiques du projet, en vertu du Contrat de recherche et de partage de production d'hydrocarbures signé avec la République du Sénégal. Les autres partenaires sont Petrosen ayant jusqu'à 10 à 20 % des intérêts économiques et Timis Corporation Limited jusqu'à 30 %.

Les détails sur le promoteur du projet sont présentés dans le **tableau 1-1** ci-dessous.

Tableau 1-1 : Promoteur du projet

Nom officiel du projet	Projet Ahmeyim/Guembeul de production de gaz offshore en Mauritanie et au Sénégal
Nom officiel du promoteur	Kosmos Energy Mauritania et Kosmos Energy Senegal
Adresse du bureau principal du promoteur	Kosmos Energy Operating 8176 Park Lane Suite 500 Dallas, Texas 75231 Etats-Unis
Contact principal pour l'EIES	M. Gary Brooks Vice-Président, HSES Kosmos Energy, LLC Email : gbrooks@kosmosenergy.com Téléphone : +1-214-445-9748
Adresse du promoteur en Mauritanie	Immeuble El Emel ZRA N° 433 BP 5485, Tevragh Zeina, Nouakchott, Mauritanie
Chef de direction en Mauritanie	Mohamed Limam Country Manager Kosmos Energy Mauritania Email : mlimam@kosmosenergy.com Téléphone : +222 45 25 15 35
Adresse du promoteur au Sénégal	47, boulevard de la République 2e étage, Dakar, Sénégal
Chef de direction au Sénégal	Guillaume Defaux Country Manager Kosmos Energy Senegal Email : gdefaux@kosmosenergy.com Téléphone : +221 33 859 54 00

2.2 Description préliminaire du projet

2.2.1 Vue d'ensemble

Le projet comporte trois principales composantes:

- La **zone offshore** où se trouve le gisement de gaz et où se situeront les centres de forage;
- La **zone près des côtes** où seront localisées les installations de prétraitement du gaz et de fabrication de GNL; et
- La **zone de pipelines** où se trouveront les pipelines qui relieront la zone offshore à la zone près des côtes.

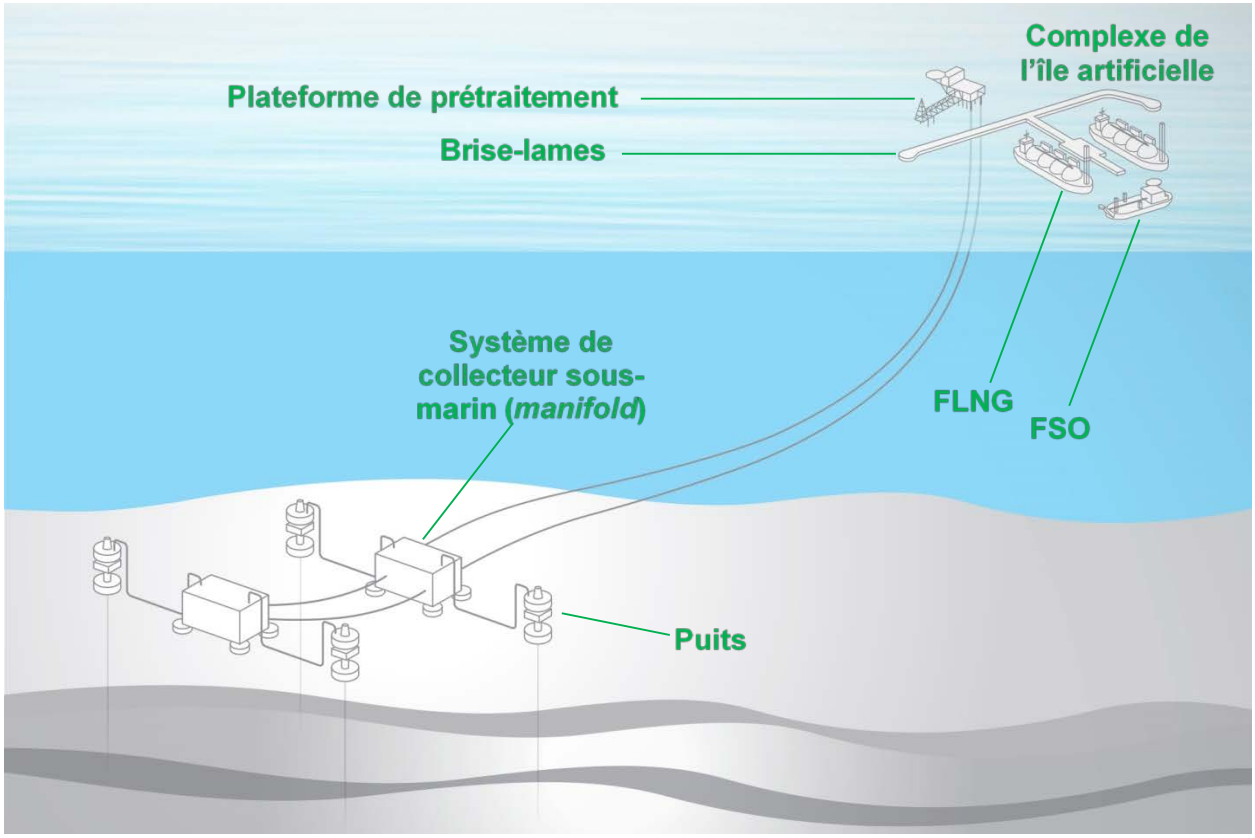
Le gisement offshore englobe la superficie des réservoirs du Cénomanien inférieur et de l'Albien situés à environ 125 kilomètres (km) au large des côtes à la frontière maritime de la Mauritanie et du Sénégal. Le gisement fait partie du bloc C8 de la Mauritanie et du bloc de Saint-Louis offshore profond du Sénégal. La profondeur de l'eau au niveau du gisement est d'environ 2 600 mètres (m). Il est prévu de mettre le gisement en production à travers 5 centres de forage, reliés dans le fond marin par un système double de pipelines de 20 pouces (po)[2]. Ceux-ci seraient ensuite reliés à une installation en mer à une profondeur d'eau de 20 m localisée à environ 8 km au large des côtes (voir la **figure 2-1**). De plus, une conduite d'amenée de 4 po sera incluse dans la zone de pipelines pour fournir le monoéthylène glycol (MEG) servant à traiter le gaz produit afin d'éviter les dépôts d'hydrates dans les pipelines.

Les installations dans la zone près des côtes comprendront un centre de prétraitement de gaz sur une plateforme offshore typique montée sur une armature en acier (plateforme de prétraitement). L'installation de prétraitement du gaz séparera et stabilisera le condensat à partir du flux de puits et conditionnera le gaz pour la liquéfaction. Le gaz et le condensat seront ensuite canalisés séparément vers un complexe constitué d'une île artificielle et de son brise-lames également situé dans la zone près des côtes. L'emplacement de l'infrastructure illustrée à la **figure 2-1** est basé sur la conception au niveau pré-faisabilité. L'emplacement exact de l'infrastructure et la justification de son emplacement seront fournis dans la section Description du projet du rapport d'EIES.

L'installation de prétraitement de gaz sera réalisée en prévoyant deux gazoducs pour le gaz domestique; l'un pour la Mauritanie, et l'autre pour le Sénégal. La conception de ces gazoducs et leurs tracés ne sont pas inclus dans le cadre du projet. Selon les directives des Ministères de l'Énergie de la Mauritanie et du Sénégal, les pipelines nationaux ne font pas partie du projet de Kosmos. Les pipelines nationaux seront évalués dans des EIES distinctes.

[2] 1 pouce correspond à 2,54 centimètres.

Figure 2-1 : Illustration conceptuelle du projet



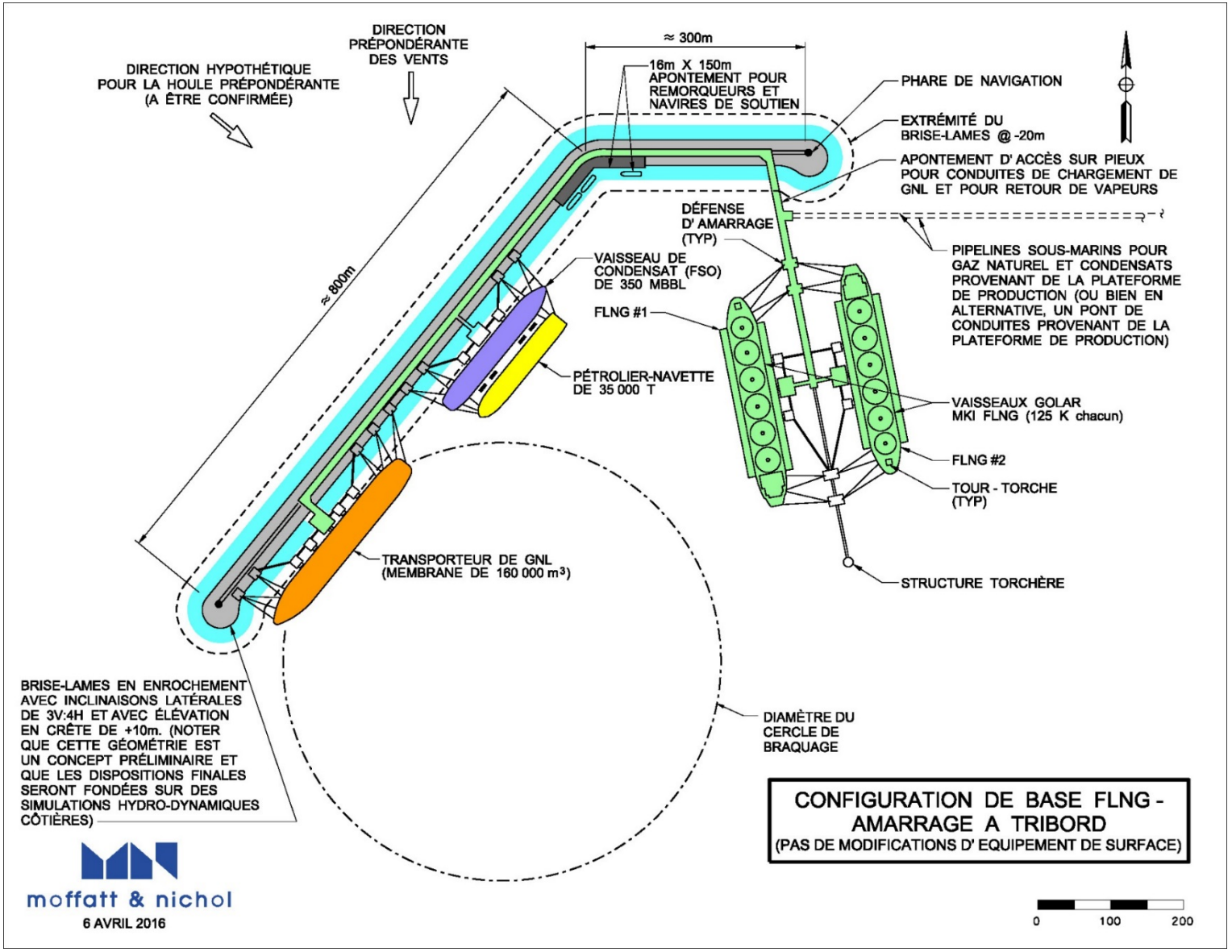
Le complexe de l'île artificielle comprendra des postes d'amarrage pour deux navires de liquéfaction et d'entreposage flottants de gaz naturel (FLNG), un vaisseau d'entreposage et de déchargement flottant (FSO) pour l'entreposage et le prélèvement de condensat stabilisé, un quai pour petits navires, et un poste d'amarrage de méthanier pour l'exportation de cargaisons. Une illustration conceptuelle du complexe de l'île artificielle dans la zone près des côtes est présentée à la **figure 2-2**. D'autres études préciseront la conception du site, au besoin, afin de maximiser l'efficacité opérationnelle et minimiser les impacts potentiels sur la sécurité et l'environnement. Les navires n'ont pas encore été sélectionnés, mais leurs spécifications seront fournies dans le rapport d'EIES.

Le condensat sera stocké sur le FSO, puis exporté par déchargement de navire à navire vers un navire-citerne. Le complexe de l'île artificielle comprendra des canalisations et des passerelles entre les navires pour faciliter le transfert des flux de productions et du personnel et pour soutenir les opérations d'exportation de GNL. Le complexe de l'île artificielle et tous les vaisseaux qui y seront amarrés seront à l'abri des vagues grâce à un système de brise-lames.

Il est prévu que toutes les installations et tous les systèmes fonctionnent pendant 30 ans. La production initiale prévue en 2020 est de 470 millions de pieds cubes standards par jour[3] (*Million Standard Cubic Feet per Day*, MMSCFD), augmentant à 870 MMSCFD en 2022.

[3] Unité de mesure de gaz : 1 million de pieds cubes standards par jour à 15°C équivaut à 1 177,77 m^3/heure.

Figure 2-2 : Illustration conceptuelle de l'île artificielle



2.2.2 Préparation/construction/installation

Zone offshore

Il est prévu que le système de production sous-marin (SPS) soit installé par plusieurs navires d'installation. Le système inclura jusqu'à 20 puits, dont 4 à 5 qui seront initialement prévus pour la première phase de production de gaz. Des puits supplémentaires seront ajoutés par étape selon la performance du ou des réservoir(s). Le système comprendra des têtes de puits, des conduites de raccordements, des collecteurs et des lignes d'écoulement sous-marins reliant ensemble jusqu'à cinq centres de forage, dans un arrangement en boucle, afin de faciliter le raclage de conduites en cas de nécessité. Les commandes de puits et les lignes d'injection de produits chimiques seront acheminées au niveau du gisement à l'aide d'un ombilical lié à la plateforme de traitement du gaz. Le MEG sera acheminé au niveau du gisement par un pipeline de petit diamètre. Les commandes et l'injection de produits chimiques, y compris du MEG, seront distribuées entre les centres de forage par des ombilicaux et des raccords flexibles. La production initiale pourrait provenir des puits d'exploration et d'évaluation qui ont déjà été forés en 2015 et 2016. Jusqu'à 60 jours seront nécessaires pour reprendre les opérations au niveau de ces puits, les tester et compléter les forages. Il est prévu que les nouveaux puits nécessitent jusqu'à 120 jours pour le forage, les tests et la finalisation. Le temps d'installation totale du SPS pour la première phase de production de gaz est estimé entre 8 et 10 mois.

Zone de pipelines

La pose des pipelines sous-marins nécessitera plusieurs navires d'installation. Pour l'instant, il est prévu qu'un navire de pose verticale (*J-Lay*) soit utilisé pour installer les pipelines à partir de l'emplacement du gisement en eau profonde jusqu'à 200 m de profondeur d'eau. Ensuite, un navire de pose horizontale (*S-Lay*) installera les pipelines restants, de 200 m à environ 20 m, pour aboutir ainsi au niveau de l'installation de prétraitement de gaz. Les fluides provenant des puits seront transférés à l'installation de prétraitement de gaz à travers des conduites standards à partir du fond marin vers le pont de traitement. L'installation des pipelines et la période de mise en service sont estimées entre 9 et 11 mois si les conditions météorologiques le permettent.

Zone près des côtes

L'installation de la plateforme de prétraitement du gaz nécessitera probablement un seul navire de levage gros porteur. Ce navire sera utilisé pour la pose des pieux afin de soutenir les fondations de l'armature en acier immergée (*jacket*) et d'installer l'armature immergée et les structures en surface (*topsides*). Il est prévu que l'armature en acier immergée et les structures en surface soient amenées sur le site par des barges. La fabrication de l'armature en acier immergée est estimée entre 9 et 12 mois, et les structures en surface devraient être fabriquées entre 18 et 24 mois. Trois à quatre navires de soutien, incluant des navires de soutien général et des remorqueurs, seront probablement sur place lors de l'installation. L'installation sur site est censée nécessiter de 6 à 9 mois.

Le complexe de l'île artificielle et du brise-lames nécessitera également le soutien d'une importante flotte de navires lors de son installation. L'île artificielle nécessitera le soutien d'un navire de construction lourde afin d'enfoncer les pieux de fondation et pour la construction du brise-lames. Pour le moment, il est envisagé que le brise-lames soit une digue à talus ou alors une conception en caissons. Les deux options nécessiteront une quantité importante de

matériaux, de type roche de carrière, provenant des pays d'accueil. S'il y a suffisamment de capacité de carrière disponible, la roche de carrière sera extraite à terre et transportée par camion ou par train à un chantier de construction sur la côte. Selon la disponibilité de la ressource de roche, cette opération peut nécessiter deux ans ou plus. La roche sera alors chargée sur deux ou plusieurs barges de transport de matériaux, puis transférée de la côte à l'emplacement du brise-lames, pour être déposée sur le fond marin selon l'option de la digue à talus, ou pour remplir des caissons à brise-lames. L'opération de transfert de roche par barges sera probablement mise en œuvre en continu pendant 12 à 18 mois pour l'installation du brise-lames. En plus de la roche de carrière, il est également prévu d'utiliser des blocs de béton armé pour le brise-lames. Les blocs de béton armé pourront être fabriqués localement à terre, possiblement au niveau d'un chantier de construction sur la côte, et ils seront ensuite chargés sur des barges pour leur transfert vers l'emplacement du brise-lames.

Le brise-lames nécessitera une préparation du fond marin, une fondation faite de roches de carrière. Le navire de construction lourde sera également utilisé pour installer la tuyauterie, les passerelles, et d'autres composantes du complexe de l'île artificielle et du brise-lames. Le navire de levage gros porteur, utilisé pour l'installation du SPS, pourrait être mobilisé aux installations de la zone près des côtes, après que le SPS soit installé, avec deux barges de construction lourde travaillant en tandem au site de la zone près des côtes.

L'installation des deux navires de GNL flottants (FLNG) et du FSO de stockage de condensats nécessitera des opérations de moindre envergure. Ces navires navigueront au site avec toutes les structures de surface et leurs équipements déjà en place. L'installation requerra de tracter les FLNG et le FSO aux côtés de l'île artificielle, avec l'assistance de deux à trois remorqueurs. Une fois aux côtés de l'île artificielle, les lignes d'amarrage et la tuyauterie de connexion seront déployées entre l'île artificielle et les navires. L'amarrage et la tuyauterie devraient nécessiter un temps d'installation de l'ordre de quatre à huit semaines par navire.

2.2.3 Opérations

Zone offshore

Des puits supplémentaires seront forés et complétés puis ajoutés au système SPS. Le système initialement installé sera conçu pour être perturbé le moins possible lorsque les puits supplémentaires seront connectés au réseau. Par conséquent, la portée des travaux additionnels, en sus du forage et de l'achèvement des puits, sera d'installer des conduites de raccordement des têtes de puits aux collecteurs et des ombilicaux pour les commandes et l'injection de produits chimiques. La durée estimée pour forer et compléter un puits est de 120 jours, incluant 10 jours pour installer les conduites de raccordement et les ombilicaux.

Au cours des phases initiales de développement, un programme d'entretien des puits (workover), si nécessaire, serait prévu en coordination avec d'autres activités de forage et d'achèvement de puits. Si l'entretien des puits s'avérait nécessaire au-delà de la phase initiale de développement, il serait effectué en utilisant des navires semblables à la plateforme de forage et peut-être un navire à positionnement dynamique de service de puits. Les services de soutien entraîneraient l'utilisation de navires opérationnels existants, de navires offshores supplémentaires et d'hélicoptères, selon la nature des travaux de puits.

Si nécessaire, une plateforme de forage en eaux profondes peut être utilisée pour intervenir sur les puits. Selon la nature de l'opération menée pour remédier à un problème, la plateforme pourrait être sur place, pour accéder à un puits, entre 20 et 90 jours.

Zone de pipelines

Potentiellement, des opérations de raclage pourraient être effectuées périodiquement, soit environ une fois tous les cinq ans, afin de nettoyer et d'inspecter les pipelines. Le cochon (instrument de raclage) sera placé dans l'un des pipelines et lancé à partir de l'installation de prétraitement de gaz jusqu'à l'emplacement des puits en eau profonde d'où il sera ensuite acheminé à travers l'autre pipeline pour revenir vers l'installation de prétraitement de gaz. Le volume de dépôts raclés par le cochon sera atténué au moyen de la séparation des gaz au niveau de l'installation de prétraitement, combinée à l'entreposage temporaire des fluides sur le FSO. Les fluides collectés seront traités dans les installations de traitement. Tout solide résiduel ou impureté retiré des pipelines sera traité selon les réglementations, les Bonnes pratiques internationales de l'industrie (BPII) et les normes en vigueur. Aucun navire supplémentaire n'est prévu pour les opérations de raclage.

Zone près des côtes

Il est prévu que la mise en service de l'installation de prétraitement de gaz nécessitera de 3 à 6 mois.

La pré-mise en service du FSO devrait être terminée avant son arrivée sur le site et être finalisée une fois amarré et la tuyauterie connectée. La connectivité de la tuyauterie à l'île artificielle sera testée au démarrage de l'installation. La mise en service des installations de tuyauterie de la zone près des côtes est censée prendre 3 mois pour le raccordement et la mise en service.

Les opérations de soutien en continu pour les deux navires de FLNG, le FSO, et l'installation de prétraitement de gaz nécessiteront des opérations typiques des installations offshores. Cela inclut des rotations régulières de navires d'approvisionnement en équipements et de transfert d'équipage. Les principaux transferts d'équipage sont seront effectués avec des navires d'équipage mobilisés à partir de Dakar ou de Nouakchott. Il y aura également une héliplateforme pour le transfert aérien du personnel selon les besoins, avec des vols prévus à partir de Nouakchott ou Rosso en Mauritanie et de Dakar ou Saint-Louis au Sénégal.

Trois remorqueurs devraient être basés à l'île artificielle au niveau d'un quai pour petits navires, afin d'être disponibles sur demande pour les opérations de soutien. Deux remorqueurs seraient utilisés pour les opérations normales pour aider à l'arrivée et au départ du méthanier ou des navires-citernes de condensat. Le méthanier devrait avoir une capacité de transport de cargaison comprise entre 160 000 m^3 et 180 000 m^3, et un port en lourd d'environ 100 000 tonnes. Les exportations de GNL devraient se faire à peu près tous les sept jours au taux de production maximal. Les navires-citernes de condensat seront attendus tous les 20 à 25 jours et ils déchargeront environ 325 000 barils (bbl) de condensat. Le port en lourd des navires-citernes de condensat est prévu d'être d'environ 50 000 tonnes.

Les opérations et la logistique à terre devraient être exécutées à partir des ports de Dakar ou de Nouakchott.

2.2.4 Fermeture

Zone offshore

La mise hors service du SPS sera faite selon les BPII et les normes au moment de l'abandon. Les puits seront colmatés et scellés selon les BPII et les normes d'abandon de puits en vigueur

au moment de l'abandon. Si les BPII et les normes au moment de l'abandon le permettent, toutes les conduites sous-marines seront vidées de leurs hydrocarbures et abandonnées sur place avec leurs extrémités enterrées.

Zone de pipelines

La mise hors service des pipelines sera faite selon les BPII et les normes au moment de l'abandon. Les pipelines seront raclés et vidés de leurs hydrocarbures avant d'être abandonnés sur place avec leurs extrémités scellées et enterrées, si les BPII et les normes au moment de l'abandon le permettent.

Zone près des côtes

La mise hors service des installations près des côtes prendra de multiples formes selon les BPII et les normes en vigueur au moment de l'abandon. Les structures en surface des navires seront nettoyées de leurs hydrocarbures et coupées de leurs connexions à l'armature en acier immergée pour être démantelées et éliminées dans une installation à terre. Si les BPII et les normes au moment de l'abandon le permettent, l'armature en acier immergée pourrait être sectionnée au niveau du fond marin et laissée sur place, considérant qu'il est anticipé qu'une croissance marine significative aura eu lieu à la fin de vie du gisement et cela bénéficiera à la vie du milieu marin.

Les FLNG et le FSO seront remorqués du site vers un chantier de récupération pour être éventuellement démantelés. Tous les hydrocarbures et toutes les matières dangereuses seront retirés de l'île artificielle et du brise-lames, afin d'éviter la contamination de l'environnement. La tuyauterie, les systèmes d'éclairage et d'autres matériaux seront retirés du site. Des bouées marines de signalisation de danger seront déployées sur le site afin de marquer l'emplacement du complexe de l'île artificielle et de brise-lames lors de leur abandon.

2.3 Localisation du projet

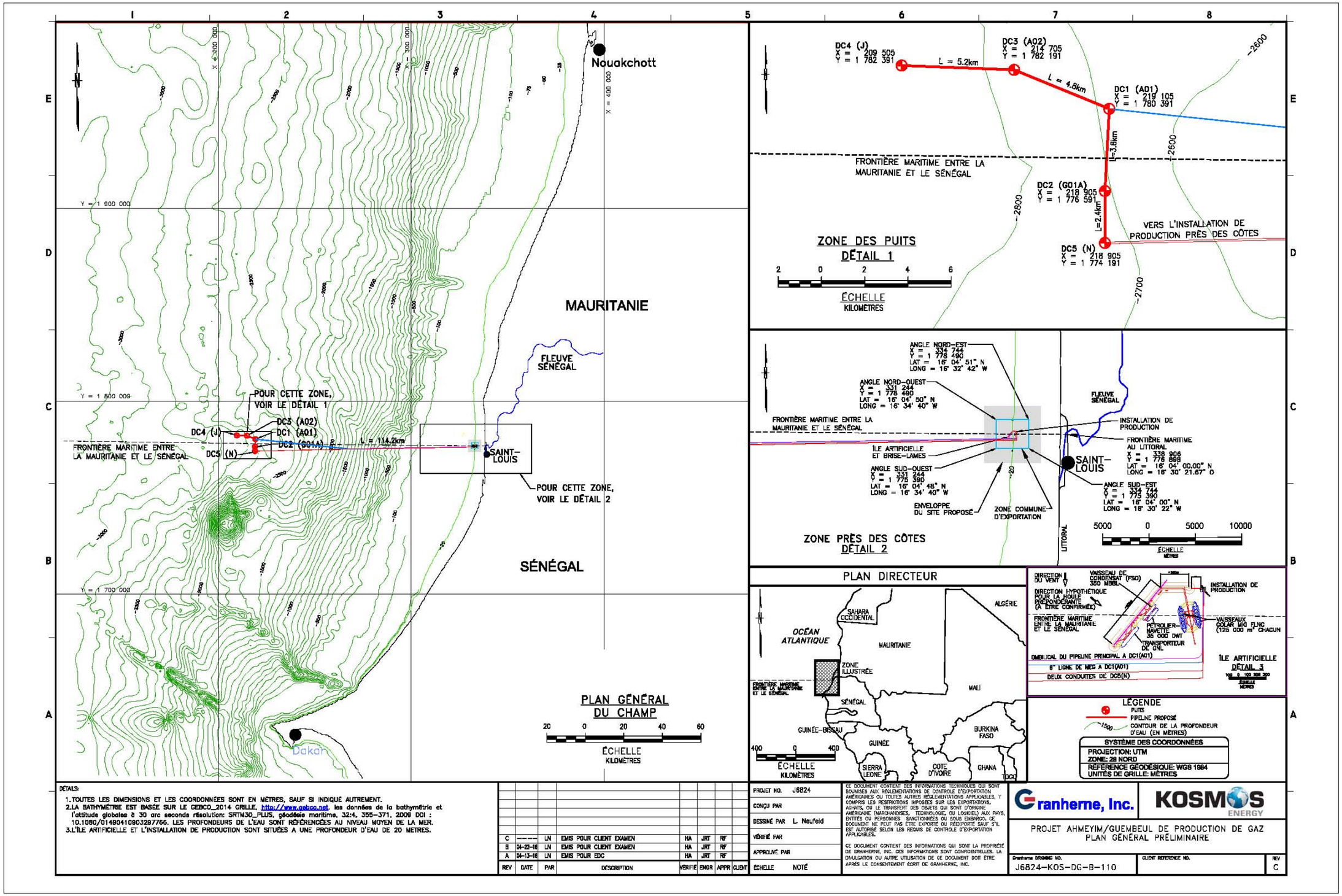
La localisation proposée du projet se situe en mer, de part et d'autre de la frontière Mauritanie-Sénégal, tel qu'illustré à la **carte 2-1**. Des sites alternatifs pour la localisation du projet seront présentés, si nécessaire, dans la section Alternatives du projet du rapport d'EIES.

Les conduites sous-marines entre les puits et la plateforme de prétraitement mesureront environ 115 km. La plateforme de prétraitement et le complexe de l'île artificielle seront situés à approximativement 8 km des côtes dans l'aire du site indiquée.

La localisation proposée pour le site de projet a été identifiée en fonction des conditions météorologiques et océanographiques favorables, la proximité des infrastructures et des futurs points de livraison du gaz domestique en Mauritanie et au Sénégal. Le site proposé répond également aux besoins d'une zone d'exportation commune aux deux pays.

Des alternatives de localisation de site dans la zone près des côtes seront évaluées, si nécessaire, sur la base de l'EIES.

Carte 2-1 : Carte de localisation du projet



2.4 Calendrier et durée prévus du projet

Les activités de forage d'évaluation et d'études préliminaires d'ingénierie d'avant-projet (PRE-FEED : *Pre-Front End Engineering and Design*) ont commencé au quatrième trimestre de 2015 et se poursuivront avec d'autres activités de la phase de préparation jusqu'à la décision finale d'investissement (FID : *Final Investment Decision*) prévue à la fin de 2017. La finalisation des études PRE-FEED est prévue au mois de juin 2016. La phase suivante d'ingénierie, la FEED, va alors commencer et se poursuivre jusqu'à la FID. Les travaux au cours de cette période exigeront des études spécifiques au niveau du site, incluant une collecte d'échantillons de sol de la zone près des côtes et une analyse de la stabilité, une collecte de données météorologiques et océanographiques, un relevé bathymétrique détaillé de portions des zones offshore, de pipelines et près des côtes, ainsi que toute étude de référence environnementale requise. La fabrication, l'installation et la mise en service de toutes les infrastructures décrites auront lieu au cours des 36 prochains mois afin d'avoir la première livraison de gaz sur le marché intérieur et l'exportation de GNL en 2020.

Un calendrier préliminaire du projet figure à l'**annexe A-1**.

3.0 Description préliminaire de l'environnement

3.1 Zone d'étude préliminaire

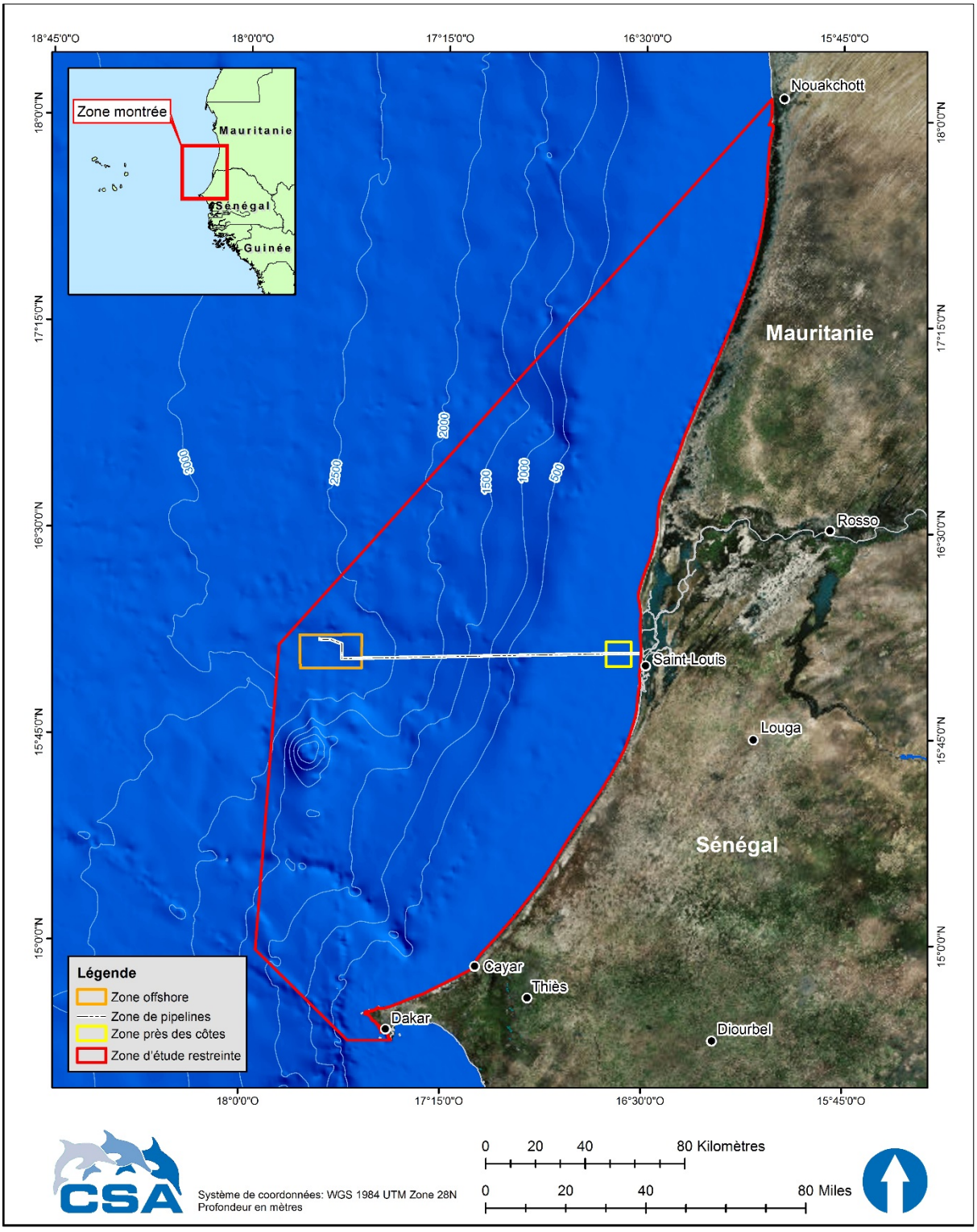
La zone d'étude préliminaire a été déterminée de sorte à inclure à l'avance tous les secteurs susceptibles d'être affectés par le projet. La zone d'étude préliminaire comprend :

- Une zone d'étude restreinte applicable aux activités de routine du projet et leurs impacts potentiels. La zone d'étude restreinte inclura les infrastructures et les opérations prévues dans la zone offshore, la zone de pipelines, la zone près des côtes et toute zone terrestre utilisée pour les activités de soutien au projet, pendant toutes les phases : la phase de préparation (installation), la phase des opérations et la phase de fermeture. La zone d'étude restreinte s'étendra de Nouakchott en Mauritanie à Dakar au Sénégal (voir la **carte 3-1**); et
- Une zone d'étude élargie établie pour les impacts d'accidents imprévus qui pourraient potentiellement survenir. La zone d'étude élargie inclut la zone d'étude restreinte et se prolonge le long de la côte de Nouakchott en Mauritanie à la frontière entre le Sénégal et la Guinée-Bissau (voir la **carte 3-2**).

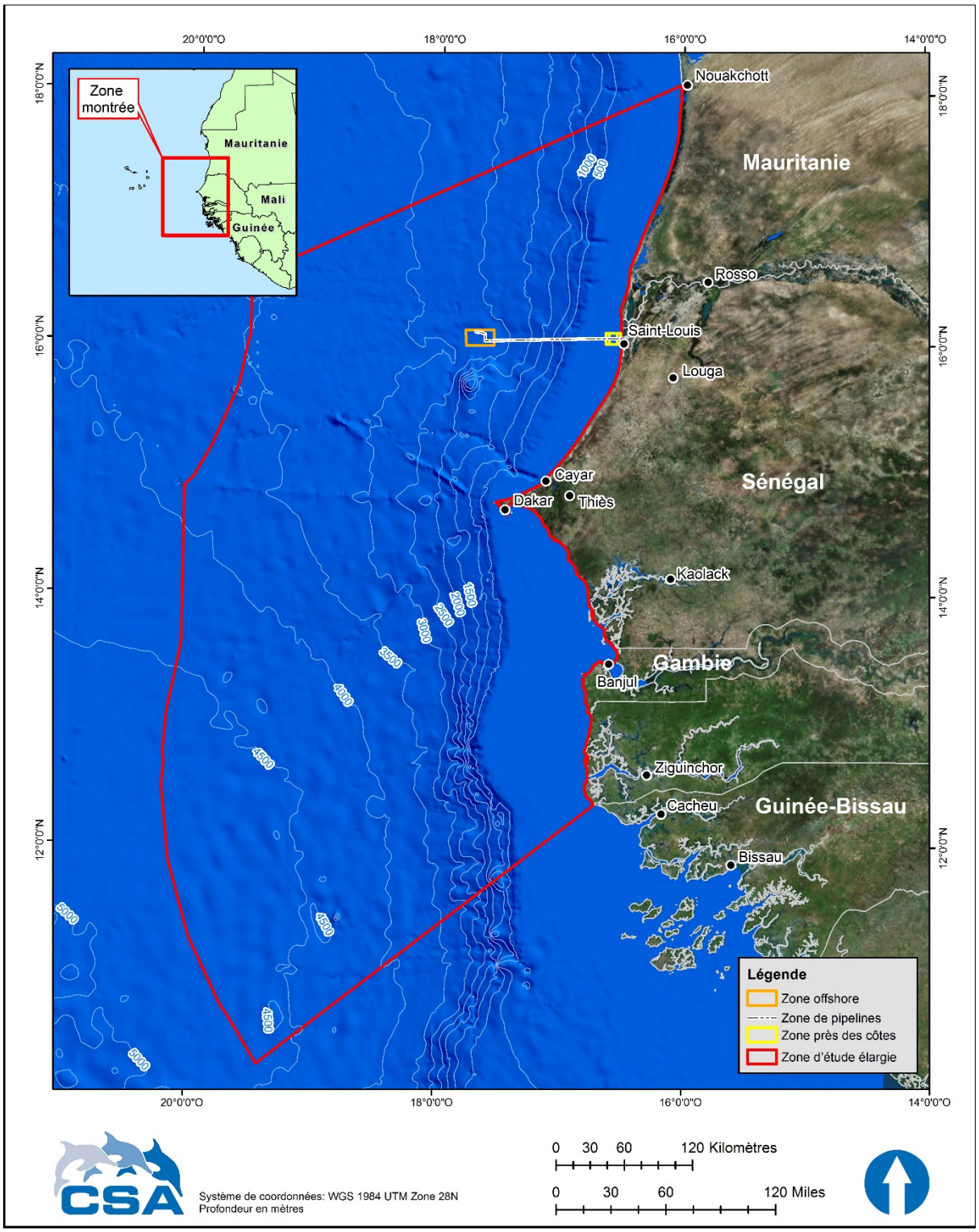
Le milieu biophysique de la zone d'étude préliminaire inclut le plateau continental et sa pente au large de la Mauritanie et du Sénégal. Les principales composantes, les caractéristiques environnementales importantes et les zones côtières protégées sont décrites ci-dessous. Le milieu social de la zone d'étude préliminaire comprend la zone côtière, les eaux du littoral et les eaux au large des côtes de la Mauritanie et du Sénégal, s'étendant entre Nouakchott et la frontière du Sénégal avec la Guinée-Bissau.

Les caractéristiques biophysiques et socio-économiques pour la Mauritanie ont été résumées principalement à partir des données de RPS Energy (2014 ; 2016) et les caractéristiques biophysiques et socio-économiques pour le Sénégal ont été résumées principalement à partir des données de CSA Ocean Sciences, Golder Associés et Tropica Environmental Consultants (2015), avec certaines sources additionnelles telles qu'indiquées. Les références complètes des documents et des études cités sont présentées à la **section 10**.

Carte 3-1 : Zone d'étude restreinte préliminaire



Carte 3-2 : Zone d'étude élargie préliminaire



Les sections suivantes fournissent des informations générales qui offrent un aperçu des milieux biophysique et social de la zone d'étude préliminaire.

3.2 Milieu biophysique

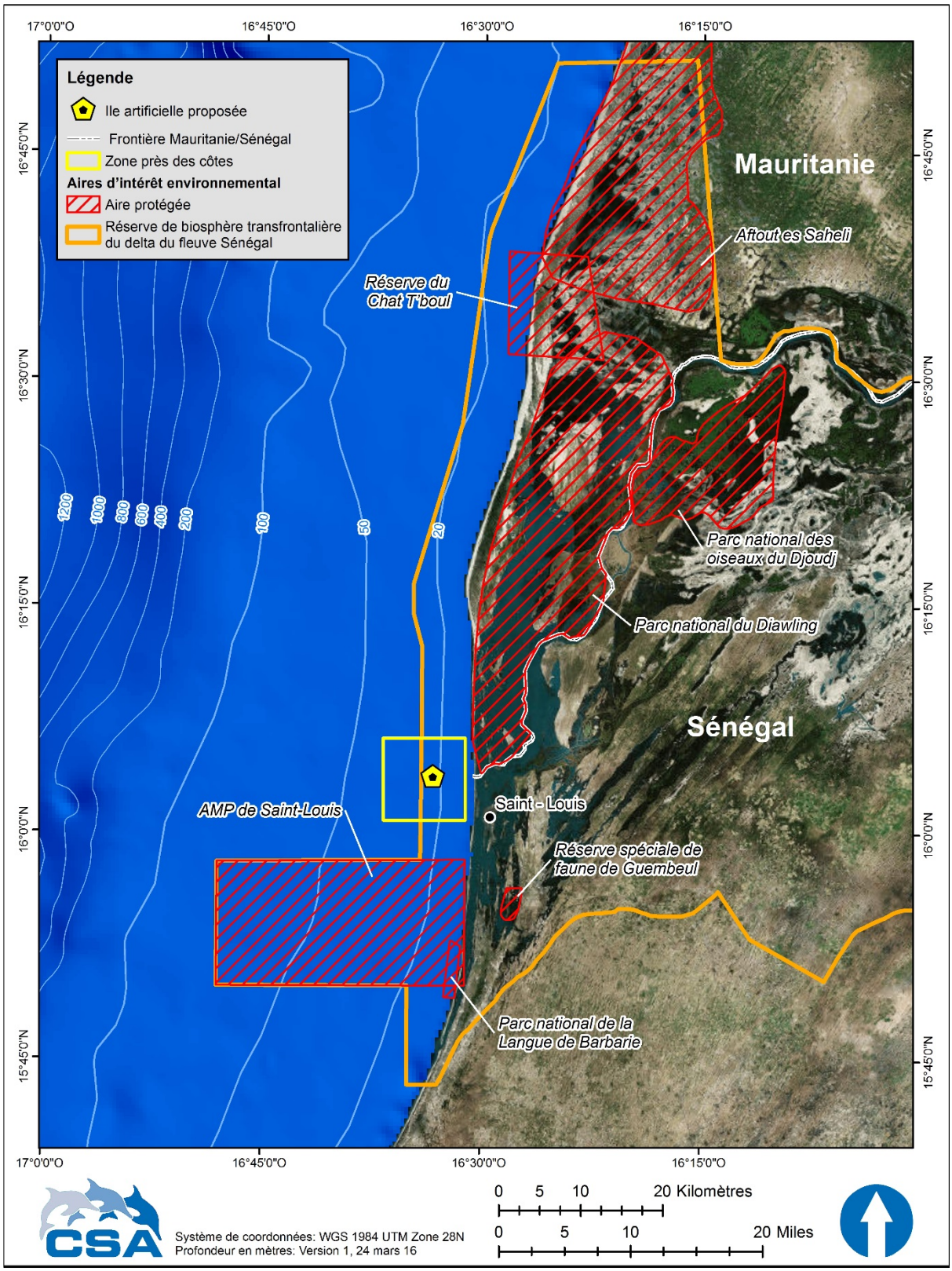
Le milieu biophysique de la zone d'étude restreinte préliminaire comprend la côte, les eaux du littoral et les eaux au large de la Mauritanie et du Sénégal, entre Nouakchott et Dakar. La zone d'étude élargie préliminaire s'étend de Nouakchott à la frontière du Sénégal avec la Guinée-Bissau.

Ces zones d'étude sont situées à l'intérieur du grand écosystème marin du courant des Canaries (*Canary Current Large Marine Ecosystem* ou CCLME). Ce dernier s'étend vers le sud de la côte Atlantique du Maroc à l'archipel des Bijagos en Guinée-Bissau et vers l'ouest aux Iles Canaries (Espagne) et à la limite occidentale du plateau continental nord-ouest (correspondant approximativement aux zones économiques exclusives [ZEE] des Etats côtiers). Les pays compris dans les limites reconnues du CCLME sont l'Espagne (Iles Canaries), la Gambie, la Guinée-Bissau, le Maroc, la Mauritanie et le Sénégal. Le Cap-Vert et les eaux de la Guinée sont considérés comme des zones adjacentes à l'intérieur de la zone d'influence du CCLME.

Le CCLME est l'un des principaux grands écosystèmes marins mondiaux de courants transfrontaliers avec des upwellings d'eaux froides. Il se situe au troisième rang mondial en termes de productivité primaire, après les grands écosystèmes marins de Humboldt et Benguela, et enregistre la plus importante production de pêche de tous les grands écosystèmes marins africains, avec une production annuelle comprise entre 2 et 3 millions de tonnes. Le CCLME est classé comme un écosystème très productif de Classe I avec une production primaire importante (supérieure à 300 grammes (g) de carbone par mètre carré par année - $gC/m^2/an$). Le CCLME fournit également des produits et des services écosystémiques importants, y compris l'habitat pour les poissons et autres espèces côtières, l'approvisionnement en eau douce des rivières côtières et des estuaires, le bois de mangroves et la fourniture d'espaces côtier et marin pour l'agriculture, l'aquaculture, le développement urbain, le tourisme et transport. Le CCLME est une source vitale alimentaire et économique non seulement pour les populations côtières qui bordent le grand écosystème, mais aussi pour une grande partie de l'Afrique de l'Ouest et au-delà (Canary Current LME Project, 2016).

Une caractéristique majeure de la zone d'étude restreinte est le fleuve Sénégal et son delta. Le delta du fleuve Sénégal inclut une réserve de biosphère transfrontalière désignée par l'UNESCO comprenant 641 768 hectares (ha) qui couvrent une mosaïque d'écosystèmes deltaïques et côtiers à l'embouchure du fleuve Sénégal, ce dernier formant la frontière entre la Mauritanie et le Sénégal. Les zones principales de la réserve de biosphère incluent des parcs nationaux et des réserves naturelles tels que le Parc national du Diawling et la Réserve du Chat T'boul en Mauritanie et le Parc national des oiseaux du Djoudj au Sénégal. Ces trois parcs sont tous des sites Ramsar. La réserve de biosphère, chevauche la Mauritanie et le Sénégal. La réserve se situe principalement dans des zones continentales, cependant une portion est constituée de zones marines. Les principaux types d'écosystèmes à l'intérieur de la réserve comprennent des zones humides, de la savane tropicale, des mangroves, des lagunes et des systèmes côtiers et marins. L'objectif de la réserve est de combiner le développement durable d'activités humaines dans la région, telles que l'agriculture et la pêche, avec la préservation et la conservation de ses écosystèmes qui sont nombreux et interreliés. L'étendue géographique de la réserve de biosphère transfrontière est représentée à la **carte 3-3**. D'autres détails concernant les caractéristiques des zones côtières protégées sont fournis dans les sections suivantes, à la fois pour la Mauritanie et le Sénégal.

Carte 3-3 : Localisation de la Réserve de biosphère transfrontière du delta du fleuve Sénégal et des zones côtières protégées



3.2.1 Milieu biophysique en Mauritanie

Caractéristiques du milieu marin au large

Parmi les caractéristiques importantes du milieu marin au large des côtes sud de la Mauritanie (plus précisément, au sud de Nouakchott), il faut noter les récifs au sud de Nouakchott (notamment des récifs coralliens d'eau froide), ainsi que le delta et le bassin du delta du fleuve Sénégal. Les récifs au large sont composés de monticules de carbonate linéaires dans des profondeurs d'eau d'environ 500 m. Ces monticules sont parallèles à la côte, s'étendent sur environ 190 km du nord au sud, sont d'environ 500 m de large et peuvent atteindre 100 m au-dessus du fond marin. Bien que seuls des fragments morts de quatre espèces de coraux d'eau froide aient été documentés dans ce milieu (*L. pertusa*, *M. oculata*, *S. variabilis*, *Desmophyllum* sp.), il est possible que des colonies vivantes puissent être présentes (Colman et al., 2005).

Les ressources clés de cette zone d'étude à caractériser incluent notamment les caractéristiques au large et celles du littoral, la bathymétrie et les sédiments, la géologie et la géomorphologie côtières, l'océanographie (y compris l'upwelling côtier saisonnier, les températures de surface de la mer, les caractéristiques des marées, des vagues et de la houle, les niveaux ambiants de bruit) et les paramètres physico-chimiques (qualité des sédiments, qualité de l'eau, nutriments, profils de colonne d'eau).

Caractéristiques environnementales importantes

Le milieu biologique de la section mauritanienne de la zone d'étude préliminaire comprend les stocks de poissons hautement productifs ciblés par les pêcheries artisanales et industrielles. FishBase (2014) répertorie un total de 739 espèces de poissons marins en Mauritanie, dont 31 sont des espèces sur la Liste Rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN). Les espèces de poissons sont présentées dans des catégories générales qui reflètent les habitats préférés. Ces catégories incluent les espèces pélagiques (c.-à-d., les espèces pélagiques côtières, épipélagiques, infrapélagiques et bathypélagiques) et démersales (c.-à-d., les espèces de fond mou et de fond dur). Aux fins des TdR, l'information sommaire se concentrera sur les espèces pélagiques et les démersales, compte tenu de leur importance en quantité et de leur valeur pour les pêcheries artisanales et industrielles.

Les principales espèces de poissons pélagiques que l'on retrouve en Mauritanie incluent :

- Maquereau espagnol (*Scomber japonicus*);
- Tassergal (*Pomatomus saltatrixa*);
- Sardinelle plate (*Sardinella madarensis*);
- Sardinelle ronde (*Sardinella aurita*);
- Chinchard (*Trachurus trachurus*);
- Chinchard noir (*Trachurus trecae*);
- Chinchard jaune (*Caranx rhonchus*);
- Sardine (*Sardina pilchardus*);
- Thon albacore (*Thunnus albacares*);

- Bonite à ventre rayé (*Katsuwonus pelamis*);
- Thon obèse (*Thunnus obesus*);
- Thon rouge de l'Atlantique (*Thunnus thynnus*);
- Anchois (*Engraulis encrasicolus*); et
- Mulet (*Mugil cephalus*).

Les principales espèces de poissons démersaux que l'on retrouve en Mauritanie incluent :

- Maigre (*Argyrosomus regius*);
- Otolithe sénégalais (*Pseudotolithus senegalensis*);
- Otolithe nanka (*Pseudotolithus typus*);
- Diagramme gris (*Plectorhinchus mediterraneus*);
- Pageot à taches rouges (*Pagellus bellottii*);
- Pagre rayé (*Pagrus auriga*);
- Grondeur sompat (*Pomadasys jubelini*);
- Rombou podas (*Bothus podas*); et
- Sole-langue sénégalaise (*Cynoglossus senegalensis*).

En plus des poissons, plusieurs espèces de crustacés et de céphalopodes sont également importantes pour la pêche locale en Mauritanie et les intérêts internationaux de pêche (par exemple : la crevette rose du Sud, *Farfantepenaeus notialis*; la crevette rose du large, *Parapenaeus longirostris*; la langouste rose, *Panulirus mauritanicus*; la langouste verte, *Panulirus regius*; le poulpe commun, *Octopus vulgaris*; le calmar commun, *Loligo vulgaris*; la seiche commune, Sepia officianalis).

Une liste détaillée des espèces démersales et pélagiques de poissons et d'invertébrés sera fournie dans le rapport d'EIES.

Caractérisée par la présence d'upwellings saisonniers ou continus, la région se distingue par les productivités primaire et secondaire élevées des eaux marines. Les zones très productives fournissent des proies pour les consommateurs de niveau supérieur, y compris les oiseaux marins et côtiers, les tortues marines et les mammifères marins.

La Mauritanie répertorie plus de 500 espèces d'oiseaux, y compris des résidents et des migrants saisonniers. Ce nombre total inclut 131 espèces d'oiseaux d'eau et 36 espèces d'oiseaux de mer. Parmi les espèces d'oiseaux de mer, notons : des pétrels, des puffins, des goélands, des fous de Bassan, des pétrels tempête (océanites), des pélicans, des mouettes tridactyles, des labbes, des skuas et des fous.

Six espèces de tortues marines ont été répertoriées en Mauritanie, et celles étant les plus observées sont la tortue verte (*Chelonia mydas*), la tortue luth (*Dermochelys coriacea*) et la tortue caouanne (*Caretta caretta*). L'observation des autres espèces de tortues marines est rare. Les eaux au large de la Mauritanie sont des corridors de migration nord/sud pour

plusieurs espèces de tortues durant la période de ponte. Seule la tortue caouanne est répertoriée comme ayant sa nidification dans ou près de la zone d'étude restreinte préliminaire (c.-à-d., près de Nouakchott).

Plus de 30 espèces de mammifères marins sont potentiellement présentes dans les eaux mauritaniennes, y compris des cétacés (baleines, dauphins, et marsouins), des pinnipèdes (phoques et lions de mer) et des siréniens (lamantins et dugongs). Plusieurs de ces espèces sont énumérées par l'UICN (Liste Rouge).

Aires côtières protégées

Plusieurs aires ont été désignées protégées ou sont reconnues dans la région côtière du sud de la Mauritanie en raison de leur importance pour les mammifères marins, les tortues, et/ou les oiseaux marins et côtiers dont notamment la Réserve de biosphère transfrontière du delta du fleuve Sénégal, la Réserve du Chat T'boul, l'Aftout es Saheli et le Parc national du Diawling. Plusieurs de ces sites se chevauchent ou ont des désignations multiples (par exemple, certains sont désignés comme des zones humides importantes Ramsar et des sites du patrimoine mondial). En plus d'être une aire importante ayant trait à la biologie, l'Aftout es Saheli fournit de l'eau à la ville de Nouakchott.

La **carte 3.3** illustre les zones côtières protégées du sud de la Mauritanie.

Les principales ressources de la zone d'étude à caractériser comprennent le plancton (le phytoplancton, la productivité primaire, le zooplancton), la flore marine, la faune marine (les communautés benthiques, les poissons et les ressources halieutiques [espèces démersales, espèces pélagiques]), les espèces en danger critique (y compris la distribution, les voies migratoires, les nourriceries et les zones de frai), les oiseaux marins et côtiers, les tortues marines, les mammifères marins (y compris leurs statuts de protection), les zones importantes de biodiversité, les zones côtières protégées et les zones d'intérêt en mer.

Il y a un total de 24 zones importantes pour la conservation des oiseaux (ZICO) en Mauritanie, dont 5 ZICO côtières : le Cap Blanc, le Parc national du Banc d'Arguin, l'Aftout es Saheli, la Réserve du Chat T'boul et le Parc national du Diawling. Seuls l'Aftout es Saheli, la Réserve du Chat T'boul et le Parc national du Diawling se trouvent à l'intérieur ou à proximité de la zone d'étude restreinte préliminaire. Leurs principales caractéristiques sont décrites ci-dessous.

- Aftout es Saheli : L'Aftout es Saheli est le seul site de nidification connu du flamant nain (*Phoeniconaias minor*) en Afrique de l'Ouest et il abrite jusqu'à 2 000 flamants par an en fonction des quantités d'eau douce et d'eau de mer dans le bassin (Birdlife International, 2016).
- Réserve du Chat T'boul : Elle abrite diverses espèces d'oiseaux, y compris *Pelecanus onocrotalus*, *Phoenicopterus ruber*, *Larus genei* et *Recurvirostra avosetta*. Des grèbes, des cormorans, des hérons, des aigrettes, des spatules, des sternes, des goélands et des échassiers se trouvent également dans la Réserve du Chat T'boul. La Réserve du Chat T'boul abrite jusqu'à 20 000 oiseaux migrateurs par an.
- Parc national du Diawling : Le parc s'étend sur environ 16 000 ha et se trouve sur la rive nord du fleuve Sénégal, directement au nord du barrage de Diama. Pendant l'hivernage, les eaux de crue de l'estuaire de N'Thiallakh assurent sa connexion avec le fleuve. Il

constitue un lieu de reproduction et de nourricerie pour plusieurs espèces marines et estuariennes.

Caractérisation du milieu biophysique de la Mauritanie

Les ressources biologiques mauritaniennes clés à caractériser comprennent le plancton (le phytoplancton, la productivité primaire, le zooplancton), la flore marine, la faune marine (les communautés benthiques, les poissons et les ressources halieutiques [espèces démersales, espèces pélagiques]), les espèces en danger critique (y compris la distribution, les voies migratoires, les nourriceries et les zones de frai), les oiseaux marins et côtiers, les tortues marines, les mammifères marins (y compris leurs statuts de protection), les zones importantes de biodiversité, les zones côtières protégées et les zones d'intérêt en mer.

3.2.2 Milieu biophysique au Sénégal

Caractéristiques du milieu marin au large

Parmi les caractéristiques importantes que l'on retrouve au large des côtes du Sénégal, il faut inclure la fosse de Cayar, le mont sous-marin de Cayar, la fosse de Dakar, et le *slide* de Dakar, ainsi que le bassin du delta du fleuve Sénégal. La fosse de Cayar prend naissance près des côtes (10 à 20 m de profondeur) en amont de la presqu'île du Cap-Vert et s'étend en pente descendante vers le bassin océanique. Le mont sous-marin de Cayar, situé au large Cayar, comprend trois monts et est l'un des rares monts sous-marins au large de la côte du Sénégal caractérisés par une importante biodiversité et un hydrodynamisme fort. Les conséquences positives de cet hydrodynamisme sont notamment une biodiversité et une productivité primaire importantes (UNEP, 2014). La fosse de Dakar est une fosse relativement rectiligne, profondément incisée (jusqu'à 1 000 m), orientée dans une direction sud-est à partir de Dakar et de la presqu'île du Cap-Vert. Le *slide* de Dakar est situé au large du Sénégal central et de la Gambie. Au nord-ouest, le *slide* est limité par la fosse contiguë de Dakar et au sud par la fosse de Diola (Meyer et al., 2012).

Les principales ressources physiques et chimiques de cette zone à caractériser incluent notamment la qualité de l'air et la météorologie, les caractéristiques au large et celles du littoral, la bathymétrie et les sédiments, la géologie et la géomorphologie côtières, l'océanographie (y compris l'upwelling côtier saisonnier, les températures de surface de la mer, les caractéristiques des marées, des vagues et de la houle, les niveaux ambiants de bruit) et les paramètres physico-chimiques (qualité des sédiments, qualité de l'eau, nutriments, profils de colonne d'eau).

Caractéristiques environnementales importantes

Le milieu biologique de la section sénégalaise de la zone d'étude préliminaire comprend les stocks de poissons hautement productifs ciblés par les pêcheries artisanales et industrielles. FishBase (2015) répertorie un total de 660 espèces de poissons marins au Sénégal, y compris 656 espèces endémiques, indigènes et introduites ou réintroduites ainsi que 4 espèces probablement présentes. Les espèces de poissons sont présentées dans des catégories générales qui reflètent les habitats préférés. Ces catégories incluent les espèces pélagiques (c.-à-d., les espèces pélagiques côtières, les épipélagiques, les infrapélagiques et les bathypélagiques) et les espèces démersales (c.-à-d., les espèces de fond mou et de fond dur). Aux fins des TdR, l'information sommaire se concentrera sur les poissons pélagiques

côtiers et les poissons épipélagiques, compte tenu de leur importance en quantité et de leur valeur pour les pêcheries artisanales et industrielles.

Poissons pélagiques côtiers. Dans un contexte régional, une grande partie des ressources pélagiques du CCLME migre à travers les frontières politiques : les poissons pélagiques de plus petite taille (notamment les sardines, les sardinelles, les maquereaux et les chinchards) tendent à rester à proximité de la côte, bien qu'ils migrent d'une ZEE à l'autre. Les sardines, les sardinelles, les anchois, les maquereaux espagnols et les chinchards constituent plus de 60 % des captures à l'intérieur du CCLME. Près des côtes, certaines espèces pélagiques littorales de plus grande taille (p. ex., les mulets, les maigres et les tassergals) effectuent des mouvements migratoires entre le nord et le sud.

Les petits poissons pélagiques les plus fréquemment pêchés dans les eaux littorales du Sénégal sont les suivants, par ordre d'importance :

- La sardinelle (*Sardinella aurita* et *S. maderensis*), qui représente entre 80 % et 90 % des captures totales de petits poissons pélagiques;
- L'ethmalose (*Ethmalosa fimbriata*);
- Le maquereau espagnol (*Scomber japonicus*);
- Le chinchard (*Trachurus trachurus* et *Trachurus trecae*); et
- L'anchois (*Anchoa guineensis*).

Poissons épipélagiques. Les poissons épipélagiques ou pélagiques océaniques incluent les requins (le requin-taupe bleu, le petit requin-taupe, le requin blanc, le requin soyeux et le requin longimane), les voiliers (le makaire, le pèlerin et l'espadon), les exocoetidés, les coryphènes, les thonidés et les centrarchidés. Certaines de ces espèces sont importantes pour les pêches régionales ou sont prisées par les pêches récréatives basées à l'étranger. Toutes les espèces épipélagiques sont migratrices.

L'UICN répertorie actuellement plus de 40 espèces vulnérables, en danger ou en danger critique. Bien que les taxons de poissons listés représentent une variété d'espèces, celles trouvées dans les eaux sénégalaises sont dominées par les requins, les raies, les raies-guitare et les mérous.

La portion sénégalaise de la zone d'étude préliminaire contient potentiellement plus de 600 espèces d'oiseaux, y compris les résidents et les migrants saisonniers; 5 espèces de tortues marines; et plus de 30 espèces de mammifères marins, y compris les cétacés (baleines, dauphins, et marsouins), les pinnipèdes (phoques et lions de mer), et les siréniens (lamantins et dugongs). Plusieurs de ces espèces sont répertoriées par l'UICN (Liste Rouge).

Les oiseaux marins et côtiers incluent des espèces représentatives des ordres taxonomiques suivants (extrait de Lepage, 2007) : Podicipédiformes – Grèbes ; Procellariiformes – Puffins, pétrels et pétrels-tempête (océanites) ; Pélécaniformes – Pélicans, cormorants, frégates, fous et fous de Bassan, dards ; Ciconiiformes – Butors, hérons, aigrettes, ombrettes africaines, cigognes, ibis et spatules ; Phoenicopteriformes – Flamands ; Anseriformes – Canards, oies et cignes ; Falconiformes – Balbuzard pêcheur, faucons, milans et aigles ; Gruiformes – Grues, râles, râles à bec jaune, gallinules, foulques d'Amérique, grébifoulques d'Amérique et grébifoulques d'Afrique ; et Charadriiformes – Jacanas, rhynchées peintes, huîtriers,

avocettes élégantes, échasses, œdicinèmes, glaréoles, courvites, pluviers, vanellinés, bécasseaux et maubèches, laridés, sternes et becs-en-ciseaux.

La faune aviaire de la bande littorale du Sénégal est relativement bien connue, car les estuaires et les zones humides associés aux fleuves Casamance, Gambie, Saloum et Sénégal ont été l'objet de campagnes de recherche et de baguage au cours des dernières décennies et ils sont régulièrement visités par des ornithologues européens et africains (Zwarts et al., 2010).

Les tortues caouannes sont les espèces les plus communes de la région, avec les tortues imbriquées et les tortues olivâtres. La nidification des tortues marines est connue pour se produire le long de la côte du Sénégal. Aucune enquête nationale d'observation ou de nidification des tortues n'a été entreprise au Sénégal. Les observations et les aires de ponte relevées dans la documentation disponible incluent entre autres :

- Parc national de la Langue de Barbarie – site fréquenté par les tortues.
- Parc national des îles de la Madeleine – aire de ponte et de nidification des tortues marines.
- Parc national du delta du Saloum et réserve de biosphère – site de ponte très important pour quatre espèces de tortues marines.
- Sanctuaire ornithologique de la Pointe de Kalissaye – établi pour protéger les sites de reproduction des tortues marines (et des colonies d'oiseaux de mer nicheurs).

Un total de 19 espèces de mammifères marins sont susceptibles d'être présentes dans la zone d'étude restreinte préliminaire, avec 7 autres espèces dont la présence est considérée comme possible en raison des préférences relatives à l'habitat, des limites de l'aire ou des schémas migratoires saisonniers. Sept espèces de mammifères marins de la zone d'étude préliminaire sont répertoriées par l'UICN comme en danger critique, en danger ou vulnérable.

Aires côtières protégées

Il existe cinq Aires Marines Protégées (AMP) désignées au Sénégal, y compris Cayar, Saint-Louis, Joal, Abéné et Bamboung. Il existe également deux réserves marines communautaires : Somone et Palmarin (Dieng et Ndiaye, 2012). Deux AMP à l'intérieur de la zone d'étude restreinte préliminaire s'étendent en mer dans les eaux côtières, y compris l'AMP de Cayar et l'AMP de Saint-Louis. Ces AMP s'étendent d'environ 12 à 32 km en mer, respectivement. Les autres aires protégées à l'intérieur ou à proximité de la partie sénégalaise de la zone d'étude restreinte préliminaire sont le Parc national de la Langue Barbarie, le Parc national des oiseaux du Djoudj, le Parc national des Îles de la Madeleine, la Réserve naturelle de Popenguine, la Réserve spéciale de faune de Guembeul, et la Réserve de biosphère transfrontière du delta du fleuve Sénégal. Plusieurs de ces sites se chevauchent ou ont des désignations multiples (par exemple, certains sont également désignés comme des zones humides importantes Ramsar et des sites du patrimoine mondial). La **carte 3-3** indique les zones côtières protégées.

Le Sénégal possède 17 ZICO désignées, dont 7 sont des zones marines et 4 sont situées le long des côtes de la zone d'étude restreinte préliminaire. Les Niayes, composés de dunes et de dépressions le long de la côte entre Dakar et Saint-Louis, ne sont pas considérés comme des zones marines. Les ZICO font partie de l'un des programmes de conservation aux échelles mondiale et régionale mis en œuvre par Birdlife International (Birdlife International,

2015). Elles sont définies comme des sites nécessaires à la survie de populations viables pour la plupart des espèces d'oiseaux à l'échelle mondiale. Les ZICO comprennent également une proportion importante et représentative d'autres formes de biodiversité. Certaines de ces ZICO sont décrites ci-dessous.

- Réserve spéciale de faune de Guembeul et les lagunes de Saint-Louis : La réserve se compose d'une lagune étendue et d'une mangrove résiduelle le long des côtes. Outre la réserve officielle, un certain nombre de lagunes saumâtres autour de la ville de Saint-Louis, toutes reliées à l'estuaire du fleuve, sont incluses dans la ZICO. Les lagunes sont très productives et celles à l'extérieur de la réserve soutiennent d'importantes économies de pêche locales. Le site abrite une grande variété de canards migrateurs du paléarctique, d'échassiers et un nombre important d'espèces de mouettes et de sternes.
- Le Parc national des oiseaux du Djoudj est un site Ramsar et patrimoine mondial de l'UNESCO, avec 3 millions d'oiseaux visiteurs chaque année représentant près de 400 espèces d'oiseaux; une zone humide comprenant un grand lac entouré de ruisseaux, d'étangs et de mares qui offrent un habitat pour de nombreuses espèces d'oiseaux, y compris les pélicans blancs, les hérons pourprés, les spatules d'Afrique, les grandes aigrettes et les cormorans.
- Parc national de la Langue de Barbarie : ce parc national est composé d'une étroite bande de plaines intertidales et de dunes de sable de 20 km de long qui s'est formée à travers l'embouchure du fleuve Sénégal. Il comprend à la fois des eaux marines et fluviales (saumâtres). Ce site est particulièrement important pour un grand nombre de mouettes et de sternes en reproduction et hivernantes, y compris la *Sterna nilotica* en reproduction à la limite méridionale de son aire de reproduction.
- Parc national des îles de la Madeleine : Le parc est composé de trois îles volcaniques rocheuses situées à environ 4 km à l'ouest de la côte du Sénégal, au large de l'extrémité méridionale de la presqu'île du Cap-Vert; les 30 couples ou plus de *Phaethon aethereus* sont les seuls oiseaux nicheurs de cette espèce connus d'un pays continental africain. Les îles abritent une avifaune variée, incluant une colonie en reproduction (400 nids) de *Phalacrocorax carbo*, et les *Corvus albus*, *Milvus migrans*, *Galerida cristata* et *Euplectes orix* en reproduction. La *Sterna anaethetus* se reproduit sur les îles et des *Sula leucogaster*, *Morus bassanus*, *Larus cachinnans*, *L. cirrocephalus* et *L. fuscus* y ont été répertoriés.

Le delta du fleuve Sénégal inclut une réserve de biosphère transfrontalière désignée par l'UNESCO – la Réserve de biosphère transfrontalière du delta du fleuve Sénégal - comprenant 641 758 ha qui couvrent une mosaïque d'écosystèmes deltaïques et côtiers à l'embouchure du fleuve Sénégal. Les zones principales de la réserve de biosphère incluent des parcs nationaux et des réserves naturelles qui font partie du réseau national des aires protégées, telles que le Parc national des oiseaux du Djoudj (Sénégal), qui est aussi un site du patrimoine mondial et une zone humide Ramsar, de même que le Parc national du Diawling et la Réserve du Chat T'boul (Mauritanie), qui sont tous deux des zones humides Ramsar.

Caractérisation du milieu biophysique du Sénégal

Les principales ressources biologiques sénégalaises à caractériser comprennent le plancton (phytoplancton, productivité primaire, zooplancton), la flore marine, la faune marine (communautés benthiques, poissons et ressources halieutiques [espèces démersales, espèces pélagiques]), les espèces en danger critique (y compris la distribution, les voies

migratoires, les nourriceries et les zones de frai), les oiseaux marins et côtiers, les tortues marines, les mammifères marins (y compris leurs statuts de protection), les zones importantes de biodiversité, les zones côtières protégées et les zones d'intérêt en mer.

3.3 Milieu social

Bordant l'Atlantique, la zone d'étude élargie préliminaire englobe la côte de trois pays : la Mauritanie, le Sénégal et la Gambie. L'occupation du sol est caractérisée par un fort contraste de densité entre des centres urbains importants et un littoral peu peuplé de villages et de hameaux de pêcheurs. Des activités importantes de pêche artisanale sont menées dans les eaux du littoral en raison de la productivité élevée de ces eaux en ressources halieutiques. En Gambie et au Sénégal, la côte héberge d'importantes zones de tourisme balnéaire. Une navigation maritime et un transport maritime intenses sont menés au large de la côte, ainsi que la pêche industrielle.

La zone d'étude restreinte préliminaire traverse deux pays : la Mauritanie et le Sénégal.

3.3.1 Milieu social en Mauritanie

Vue d'ensemble de la Mauritanie

La Mauritanie est bordée à l'ouest par l'océan Atlantique avec un littoral de 754 km. Le pays est délimité par le Sénégal au sud, par le Maroc, le Sahara occidental et l'Algérie au nord, et par le Mali à l'est.

Le territoire de la Mauritanie est divisé administrativement en 15 *wilayas* (régions). La wilaya est divisée en moughataa (départements), qui sont divisés en communes urbaines ou rurales. Les communes comprennent plusieurs localités. Le littoral de la zone d'étude restreinte préliminaire traverse la *wilaya* du Trarza et les trois *wilayas* de Nouakchott.

En 2013, la population totale de la Mauritanie était d'environ 3,5 millions (ONS-Mauritanie, 2014). La densité moyenne est de 3,3 habitants par kilomètre carré (PNUD-Mauritanie, 2013). Une part importante de la population est concentrée dans les villes de Nouakchott et Nouadhibou.

En 2015, le produit intérieur brut (PIB) de la Mauritanie a été de 4,5 milliards de dollars (BAD, 2016). L'économie est dominée par les ressources naturelles et est caractérisée par une structure de production relativement faible et ainsi qu'un faible niveau d'industrialisation. Cette configuration rend le pays vulnérable aux chocs extérieurs tels que les variations des prix internationaux et de la demande extérieure (MAED, 2015). La Mauritanie est le plus grand exportateur de minerai de fer en Afrique.

Les eaux côtières de la Mauritanie sont parmi les zones de pêche les plus riches du monde, et les produits de la pêche font partie des principales exportations. Récemment, le secteur de la pêche a bénéficié de la finalisation, en juillet 2015, d'un accord bilatéral longuement négocié avec l'Union européenne. La pêche artisanale et la pêche industrielle sont toutes deux pratiquées (Banque Mondiale, 2016).

En Mauritanie, le suivi scientifique des activités de pêche maritime et la recherche océanographique sont effectués par l'Institut Mauritanien de Recherches Océanographiques et des Pêches (IMROP). Il a été créé à l'origine, en 1950, avec le Laboratoire des Pêches qui est devenu plus tard le Centre National de Recherches Océanographiques et des Pêches

(CNROP) en 1978, avant de devenir l'IMROP en 2002. L'IMROP a une importante équipe de scientifiques et de techniciens qui effectuent des recherches sur les écosystèmes marins, sur les ressources halieutiques et l'environnement, et sur la planification des pêches en Mauritanie (IMROP, 2015). L'IMROP dispose de données qui doivent être prises en compte pour comprendre la situation de référence de la zone d'étude de l'EIES du projet de production de gaz.

En plus de la pêche artisanale et industrielle, la navigation maritime et le transport maritime sont des activités importantes au large de la Mauritanie. La circulation maritime concerne un grand nombre de navires-cargos et de pétroliers. Enfin, des activités d'exploration pétrolière et gazière sont également réalisées au large de la Mauritanie.

Il existe sur le fond océanique de la Mauritanie plusieurs câbles sous-marins de télécommunication qui assurent les connexions entre divers pays, dont la Mauritanie. Il y a également dans le fond marin plusieurs épaves, surtout au large de Nouadhibou.

Du côté mauritanien de la zone d'étude restreinte préliminaire, la zone côtière est délimitée au nord par la ville de Nouakchott et au sud par le village de N'Diago.

Nouakchott

La ville de Nouakchott est la capitale de la Mauritanie. Elle est la principale zone urbaine du pays. Sa population est estimée à 899 887 habitants en 2013 (ONS/ UNFPA Mauritanie, 2013).

Nouakchott est le centre des échanges commerciaux du pays et est également un centre important pour la transformation, la vente et l'exportation des produits de la pêche. À Nouakchott, une population estimée à 28 000 habitants vit du secteur de la pêche (RPS 2016).

Le port de pêche artisanale de Nouakchott est le deuxième plus important du pays après le port de Nouadhibou, une ville côtière située à l'extrême nord du pays. Le port de pêche de Nouakchott est situé à la périphérie de la ville.

La pêche artisanale est réalisée à partir de Nouakchott à une distance allant de 2 à 30 km de la côte, selon le type d'engin de pêche utilisé (RPS, 2016).

Nouakchott a un port commercial, le Port Autonome de Nouakchott, également connu sous le nom de Port de l'Amitié. Il a été agrandi en 2014 pour gérer une capacité de 6 millions de tonnes (RPS, 2016). Une nouvelle infrastructure portuaire dans le sud de la Mauritanie (à N'Diago), est à l'étude et devrait être construite dans les années à venir.

Nouakchott dispose d'un aéroport international ayant une capacité de 300 000 passagers par an et un terminal aéroportuaire de 3 000 m^2 (RPS 2016). Un nouvel aéroport international, appelé Oum Tounsi, a été récemment construit à 20 km au nord de Nouakchott et il entrera sous peu en opération.

Au sud de Nouakchott, la côte est très peu peuplée, à l'exception du village de N'Diago qui est le plus grand établissement humain dans cette zone.

N’Diago

Le village côtier de N’Diago est situé à plus de 300 km au sud de Nouakchott, très près de la frontière du Sénégal. Il est situé sur le prolongement nord de la Langue de Barbarie, à moins de 20 km de Gokhou Mbath du côté sénégalais de la frontière.

Le village de N’Diago appartient à la commune de N’Diago qui fait partie de la *moughataa* (département) de Keur Macene. La commune de N’Diago regroupe 33 petites localités. Le village de N’Diago est la plus grande localité de la commune. En 2013, le village comptait 1 240 habitants, tandis que l'ensemble de la commune comptait 6 137 personnes (ONS Mauritanie, 2014).

Les moyens de subsistance des habitants du village de N’Diago sont liés à la pêche en mer. N’Diago est la plus grande communauté de pêcheurs dans le sud de la Mauritanie. Les pêcheurs de N’Diago et de Saint-Louis partagent de nombreuses caractéristiques culturelles, y compris la langue, le Wolof. Ils mènent également le même type de pêche artisanale, en utilisant des pirogues, des engins de pêche et des techniques similaires.

A partir de N’Diago, la pêche artisanale est pratiquée à une distance allant de 3 à 40 km de la côte, selon le type d'engin de pêche utilisé (RPS, 2016).

Près de N’Diago, quelques petits villages de l'intérieur mènent de la pêche artisanale fluviale dans certaines zones du Parc national du Diawling et des affluents du fleuve dans le delta du fleuve Sénégal. En plus de la pêche fluviale, ces villages de l'intérieur ont pour moyens de subsistance l'agriculture et l'élevage. Le plus grand de ces villages de l'intérieur est Keur Macene qui appartient à la commune de Keur Macene et à la *moughataa* du même nom. En 2013, le village comptait 2 049 habitants alors que la commune, qui comprend 13 localités, comptait un total de 4751 habitants (ONS Mauritanie, 2014).

Établissements humains côtiers et activités entre N’Diago et Nouakchott

Le long de la côte mauritanienne, entre N’Diago et Nouakchott, il y a 13 petits villages et 5 campements de pêche maritime (RPS, 2016).

Les villages côtiers sont situés sur une plaine inondable, bordée à l'est par un affluent du fleuve Sénégal et à l'ouest par les dunes côtières qui protègent les villages de la mer. La pêche est une activité importante pour 3 des 13 villages : Khantour (200 habitants), Foum Lebhar (200 habitants) et Arafat (84 habitants) (RPS 2016).

Les dix autres villages côtiers vivent de l'élevage, du maraîchage et des transferts d'argent des membres de leur famille travaillant à Nouakchott et Nouadhibou, et de ceux à bord des navires de pêche opérant à partir de ces deux villes.

Les 5 campements de pêche sont situés au PK28, PK65, Legoueichiche, PK144 et Mouly. Ces campements n'ont pas d'infrastructures publiques. La glace, l'eau et les produits de base sont fournis aux habitants des campements par les propriétaires des embarcations de pêche, les grossistes de poissons et les transporteurs de Nouakchott. Les populations des campements sont largement composées par des personnes de la classe d’âge de 18-30 ans, principalement Wolofs, qui ne sont pas originaires de ces campements côtiers. Plus de 80 % de ces habitants sont des ressortissants sénégalais (RPS 2016).

3.3.2 Milieu social au Sénégal

Vue d'ensemble du Sénégal

Le Sénégal occupe la pointe occidentale de l'Afrique. Il est bordé à l'ouest par l'océan Atlantique. Le pays est limitrophe de la Mauritanie au nord, du Mali à l'est, et de la Guinée ainsi que la Guinée-Bissau au sud.

Le Sénégal a un littoral de 531 km. Son domaine maritime est divisé en deux zones aux caractéristiques topographiques distinctes, se trouvant au nord et au sud de la presqu'île du Cap-Vert. Au nord de la presqu'île, le plateau continental est compact et a une orientation nord-nord-est. Dans cette partie, la côte est appelée Grande Côte. Au sud de la presqu'île, le plateau s'élargit et la pente continentale est orientée nord-sud. Cette côte méridionale est appelée Petite Côte.

Le territoire du Sénégal est divisé en 14 régions administratives. Les régions administratives sont scindées en départements qui sont divisés en arrondissements. Les arrondissements se composent de communes et de communautés rurales. Le littoral de la zone d'étude restreinte préliminaire s'étend, du nord au sud, sur quatre régions administratives : Saint-Louis, Louga, Thiès et Dakar.

En 2012, le Sénégal comptait plus de 13 millions d'habitants avec une densité moyenne de 68 habitants au kilomètre carré (ANSD/EDS, 2013).

Avec un PIB de 14,4 milliards de dollars en 2013, le Sénégal est la deuxième plus grande économie de l'Afrique de l'Ouest francophone, derrière la Côte d'Ivoire.

La pêche contribue fortement à l'économie et à la sécurité alimentaire du pays. L'activité de pêche est organisée en deux sous-secteurs : la pêche artisanale, qui est conduite à partir de pirogues, et la pêche industrielle qui se déroule sur des navires de grande taille (chalutiers domestiques et étrangers) (ANSD, 2008). Le secteur de la pêche compte au niveau primaire (capture de la ressource) environ 52 000 pêcheurs artisanaux et 5 000 pêcheurs dans le sous-secteur industriel. Avec le niveau secondaire (transformation, vente), le secteur de la pêche emploie plus de 650 000 personnes, ce qui représente environ un cinquième de la population active du Sénégal (FAO, 2013). En plus des pêcheurs, les principaux acteurs de la pêche artisanale sont les mareyeurs, les transporteurs et les petits transformateurs qui sont principalement des femmes.

Au Sénégal, le suivi scientifique des activités de pêche maritime et de recherche océanographique est réalisé par le Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye (CRODT). Le CRODT détient des données de recherche sur l'environnement maritime sénégalais s'étalant sur plusieurs décennies, notamment des informations sur la localisation de la pêche artisanale. Les données du CRODT montrent que la pêche artisanale se pratique très près de la côte et qu'elle ne va pas au-delà de 50 km du littoral.

Au large du Sénégal, la pêche industrielle, la navigation maritime et le transport maritime sont des activités importantes. La circulation maritime concerne un grand nombre de navires-cargos et des pétroliers. Enfin, des activités d'exploration pétrolière et gazière sont également réalisées au large du Sénégal.

Il existe plusieurs câbles sous-marins de télécommunication sur le fond océanique au large du Sénégal. Les câbles qui sont reliés au Sénégal sont opérés localement par la Société

Nationale des Télécommunications (SONATEL). Trois importants systèmes à fibres optiques sont présents dans les fonds marins du Sénégal : ACE (*Africa Coast to Europe*), Atlantis II et SAT 3/WASC.

La bande côtière de la zone d'étude restreinte préliminaire commence à partir de Dakar, située sur la presqu'île du Cap-Vert, et s'étend jusqu'à Saint-Louis, à l'extrémité nord de la Grande Côte.

Dakar

La ville de Dakar est la capitale du Sénégal et, avec sa banlieue, elle constitue la région de Dakar. Dakar est à la fois la ville la plus peuplée et la plus petite région du pays en termes de superficie (elle couvre une superficie de 550 km², soit 0,28 % du territoire national). Dakar compte environ 3 millions d'habitants (ANSD/EDS, 2013).

Au total, 80 % des infrastructures de transport du Sénégal sont concentrées à Dakar (SRSD Dakar, 2009) et, de même, il est estimé que la ville concentre entre 70 % et 80 % des activités économique et administrative du Sénégal. Son économie est diversifiée et la ville concentre la plupart des usines du pays, des installations gouvernementales, des bureaux des ONG ainsi que des entreprises de commerce et de services. Les établissements hôteliers de la capitale en font également un important centre de transit et de destination du tourisme d'affaires.

Dakar a un port commercial, le Port Autonome de Dakar (PAD). Il est situé dans le bord continental le plus avancé de l'Afrique de l'Ouest, un carrefour de nombreuses routes maritimes entre l'Europe, l'Amérique du Nord, l'Amérique latine et l'Afrique. La circulation maritime transitant dans le PAD est très dense.

L'aéroport international Léopold Sédar Senghor, situé à Dakar, est également une infrastructure majeure du pays.

Saint-Louis

La ville de Saint-Louis, sise à plus de 250 km au nord de Dakar, près de la frontière avec la Mauritanie, est située sur la côte de l'Atlantique, à l'embouchure du fleuve Sénégal. La ville a une superficie de 45,8 km^2. En 2013, Saint-Louis comptait plus de 230 000 habitants (ANSD/EDS, 2013).

Construite dans les années 1600, la ville de Saint-Louis est l'ancienne capitale de l'Afrique-Occidentale-Française (AOF). La ville a également été la capitale de la Mauritanie de 1920 à 1960 et la capitale du Sénégal de 1872 à 1957. Elle est encore une ville administrative qui héberge plusieurs bureaux du gouvernement. L'île de Saint-Louis a été classée comme un site du patrimoine culturel mondial de l'UNESCO en 2000. Le tourisme, les services publics et la pêche artisanale sont les moteurs de l'économie de la ville.

Saint-Louis dispose d'un aéroport national, récemment rénové, mais ce dernier contribue peu au développement économique de la région.

Sur le territoire de Saint-Louis, il y a quatre communautés de pêcheurs vivant dans des quartiers adjacents sur la Langue de Barbarie : Guet Ndar, Ndar Toute, Gokhou Mbath et l'Hydrobase qui est une zone d'extension de Guet Ndar. La Langue de Barbarie est une bande de terre très étroite délimitée par l'océan Atlantique sur la côte ouest et par le fleuve Sénégal sur la côte est. La limite nord de la Langue de Barbarie est la frontière avec la Mauritanie,

située à moins de 3 km de Gokhou Mbath, tandis qu'au sud, la bande de terre se termine à l'embouchure du fleuve Sénégal.

Les quatre quartiers de pêcheurs de la Langue de Barbarie regroupent la plus grande concentration de pêcheurs au Sénégal. La subsistance de la majorité de leurs habitants dépend de la pêche en mer (ANSD/EDS, 2013).

Etablissements humains côtiers et activités entre Dakar et Saint-Louis

Sur la côte entre Dakar et Saint-Louis, on retrouve certains établissements humains. Cinq de ces villages côtiers ou petites villes côtières sont connus pour être très impliqués dans des activités de pêche : Lompoul-sur-Mer, Fass Boy, Mboro Ndeundekat, Cayar et Niayam (près de Potou). Les données disponibles indiquent que près de 40 000 personnes vivent à l'intérieur de ces 5 sites côtiers, Cayar étant le plus important avec plus de 20 000 habitants.

Près de ces établissements côtiers, les habitants des villages de l'intérieur du pays gagnent leur vie principalement de l'agriculture, notamment du maraîchage et de l'élevage. Ces villages sont situés dans la zone des Niayes qui fournit près de 75 % de la production horticole du Sénégal (Agence de développement municipal, 2003). Le tourisme est encore sous-exploité dans la zone, bien que le gouvernement projette de le développer sur la Grande Côte (SAPCO, 2016).

Bien qu'elles ne soient pas situées sur le bord de mer, l'industrie du phosphate et l'industrie des sables minéralisés sont deux activités économiques très importantes menées sur la côte, dans la zone entre Dakar et Saint-Louis. Le phosphate est exploité au Sénégal depuis 1960, tandis que l'exploitation des sables minéralisés (zircon, ilménite, etc.) se fait depuis 2014 et durera pendant une période d'environ 20 ans (Agence Ecofin, 2012).

4.0 Description préliminaire des impacts potentiels

4.1 Méthodologie d'évaluation d'impact

L'évaluation d'impact analysera les activités de routine du projet, en faisant un examen critique des données disponibles publiées et non publiées se rapportant aux ressources physiques, chimiques, biologiques et socio-économiques (p. ex., les conditions océanographiques, les habitats marins, les espèces présentes et les activités socio-économiques côtières et en mer) prévues dans la zone d'étude restreinte. La zone d'étude élargie sera considérée pour l'analyse des impacts potentiels des accidents tels qu'un déversement de carburant diesel ou une fuite de condensat.

L'évaluation d'impact identifiera les dangers et les risques environnementaux qui pourraient découler des activités de routine liées au projet et des activités non courantes (c.-à-d., accidents ou imprévus) associées aux trois phases du projet - la préparation, les opérations et la fermeture. Sur la base de la description du projet, une série de facteurs à l'origine des impacts (FOI) ont été identifiés. Comme mécanisme de sélection, et en vue de centrer l'étude d'impact, une matrice a été élaborée afin d'identifier les sources particulières d'impact (c.-à-d., les FOI) de chaque phase du projet et les ressources potentiellement affectées par chaque FOI. Une identification préliminaire des impacts potentiels du projet sur les milieux biophysique et socio-économique est présentée respectivement dans les **sections 4.2** et **4.3** des présents TdR.

L'EIES comprendra une caractérisation complète des milieux biophysique et socio-économique, décrivant les conditions initiales de la zone d'étude restreinte (c.-à-d., y compris la zone offshore, la zone de pipelines et la zone près des côtes), et les voies de transit des navires et des hélicoptères vers la côte, de même que le littoral et les communautés qui pourraient être affectés par une ou plusieurs phases du projet (la préparation, les opérations, et la fermeture). Des caractéristiques de la zone d'étude élargie seront présentées, au besoin, pour servir de référence durant l'analyse des impacts relatifs aux accidents.

La conséquence et la probabilité sont deux facteurs qui sont utilisés pour déterminer l'importance d'un impact afin de servir de base à une détermination du risque environnemental. La conséquence d'un impact correspond à une évaluation et une détermination des caractéristiques d'un impact sur une ressource spécifique (p. ex., la qualité de l'air, la qualité de l'eau, les communautés benthiques et les communautés côtières). Ces déterminations tiennent compte de la sensibilité particulière des ressources ou des composantes à un impact, de leur capacité de récupération et de leurs occurrences spatiale et temporelle. La conséquence d'un impact, qu'elle soit positive ou négative, prend en compte les caractéristiques suivantes de l'impact :

- direct ou indirect;
- réversible ou irréversible;
- à court terme (correspond généralement à la durée de la préparation ou de la fermeture, qui peut s'échelonner sur plusieurs semaines ou plusieurs mois) ou à long terme (opérations du projet, généralement de l'ordre de plusieurs décennies); et
- dans le cas des ressources socio-économiques, le nombre de parties prenantes affectées (plusieurs ou seulement quelques-unes).

Les définitions des conséquences éventuelles d'un impact sont fournies au **tableau 4-1**. Le classement de la conséquence d'un impact est le suivant : **bénéfique**, **négligeable**, **mineure**, **modérée** et **sévère**. Les conséquences des impacts représentent les impacts documentés ou anticipés pour une ressource (c.-à-d., individu, population ou communauté dans un contexte biologique; élément, attribut ou service social, économique ou culturel dans un contexte socio-économique) découlant d'un ou de plusieurs FOI, indépendamment de la probabilité de l'impact.

La probabilité de l'impact correspond à la probabilité d'occurrence et les différentes catégories de probabilité sont basées sur l'échelle suivante :

- **Probable** (>50 % à 100 %);
- **Occasionnelle** (>10 % à 50 %);
- **Rare** (1 % à 10 %); ou
- **Rarissime** (<1 %).

L'EIES considérera la conséquence et la probabilité d'impact pour déterminer l'importance globale de cet impact. L'importance des impacts sera déterminée suivant la relation suivante :

Conséquence de l'impact × Probabilité de l'impact → Importance de l'impact

Tableau 4-1 : Définitions des conséquences éventuelles applicables aux différentes catégories de ressources

Catégorie de la conséquence	Catégorie de ressource		
	Milieu physique	**Milieu biologique**	**Milieu socio-économique**
Bénéfique	Susceptible d'améliorer l'environnement ou d'accroître des avantages sociaux/économiques (p. ex., améliorer les conditions socio-économiques des parties prenantes).		
Négligeable	Aucun changement ou légers changements défavorables qui ne risquent pas d'être remarqués ni mesurés par rapport aux activités de fond.		
Mineure	Des changements défavorables qui peuvent être suivis et/ou remarqués, mais qui sont dans le champ d'application de la variabilité existante, et qui ne correspondent à aucune des définitions d'impacts « sévères » ou « modérés » (ci-dessous). Dans le cas des composantes socio-économiques, peu de parties prenantes sont affectées; l'impact est essentiellement localisé, réversible et à court terme.		
Modérée	Donnera vraisemblablement lieu à une ou plusieurs des circonstances suivantes : Violations occasionnelles et localisées des normes ou des directives relatives à la qualité de l'air ou de l'eau; Contamination localisée des sédiments par des hydrocarbures, des métaux toxiques ou d'autres substances toxiques.	Donnera vraisemblablement lieu à une ou plusieurs des circonstances suivantes : Dommages localisés aux récifs coralliens, mangroves, marais, herbiers marins ou à d'autres habitats sensibles. Quelques morts ou blessures parmi les espèces protégées; perturbation épisodique temporaire de leurs activités critiques (p. ex., reproduction, nidification, allaitement) et/ou dommages localisés à leurs habitats critiques ou à des habitats sensibles.	Changement défavorable important. Affecte plusieurs parties prenantes locales. Ce changement défavorable est réversible, mais peut avoir lieu à moyen terme.
Sévère	Donnera vraisemblablement lieu à une ou plusieurs des circonstances suivantes : Violations systématiques et continuelles des normes ou des directives relatives à la qualité de l'air ou de l'eau; Contamination généralisée des sédiments par des hydrocarbures, des métaux toxiques ou d'autres substances toxiques.	Donnera vraisemblablement lieu à une ou plusieurs des circonstances suivantes : Dégâts importants causés aux récifs coralliens, mangroves, marais, herbiers marins ou à d'autres habitats sensibles. Dégâts considérables aux habitats non sensibles dans la mesure où la fonction de l'écosystème et ses relations écologiques seraient modifiées; De nombreuses morts ou blessures chez une espèce protégée et/ou perturbation continue de ses activités critiques (p. ex., reproduction, nidification, allaitement) et/ou destruction de son habitat critique.	Changement défavorable considérablement profond et largement reconnu. Il touche la plupart des parties prenantes locales du secteur. Le changement défavorable est irréversible et/ou à long terme.

L'importance globale d'un impact est spécifique à une ressource. Les impacts négatifs ont un classement numérique compris entre 1 et 4, sur une échelle d'importance croissante. Les impacts bénéfiques sont notés, mais n'ont pas de classement numérique. Une matrice intégrant la conséquence d'un impact ainsi que sa probabilité, comme le montre le **tableau 4-2**, sera développée et constituera la base de détermination de l'importance globale d'un impact tant pour les impacts environnementaux que socio-économiques.

Tableau 4-2 : Matrice de détermination de l'importance globale des impacts

(*En se basant sur un jugement professionnel, chaque combinaison de conséquence et de probabilité se voit attribuer une valeur d'importance comprise entre 1 et 4 (de la plus faible à la plus élevée) pour les impacts négatifs.*)

Probabilité vs conséquence		**Conséquence décroissante de l'impact**				
		Positive	**Négative**			
		Bénéfique	**Négligeable**	**Mineure**	**Modérée**	**Sévère**
Probabilité décroissante de l'impact	Probable	Positive (aucun classement numérique n'est appliqué)	1 – Négligeable	2 – Faible	3 – Moyenne	4 – Élevée
	Occasionnelle		1 – Négligeable	2 – Faible	3 – Moyenne	4 – Élevée
	Rare		1 – Négligeable	1 – Négligeable	2 – Faible	4 – Élevée
	Rarissime		1 – Négligeable	1 – Négligeable	2 – Faible	3 – Moyenne

Selon cette matrice, l'importance globale d'un impact, dans le cas des impacts négatifs environnementaux et socio-économiques utilisant une approche numérique, descriptive et codée par couleurs, sera classée comme suit :

- 1 – Négligeable;
- 2 – Faible;
- 3 – Moyenne, et
- 4 – Élevée.

Les impacts négatifs classés 3 (importance globale moyenne d'un impact) ou 4 (importance globale élevée d'un impact) constitueront des priorités en matière d'atténuation. Bien que les impacts négatifs dont la valeur d'importance est de 1 ou 2 ne nécessitent pas de mesures d'atténuation, ils seront quand même évalués afin de réduire davantage la probabilité ou la conséquence des impacts. Des mesures de bonification seront également considérées dans le cadre des mesures d'amélioration relatives aux impacts positifs.

À la suite de l'application des mesures d'atténuation disponibles, l'importance globale de l'impact sera réévaluée. Les impacts « post-atténuation », appelés impacts résiduels, pourraient refléter une réduction de la probabilité ou de la conséquence de l'impact.

L'EIES, en général, et le processus d'analyse des impacts et d'identification des mesures d'atténuation, en particulier, seront menés en référence et selon les exigences des Normes de Performance et règles de la Société financière internationale (SFI, 2012). Les Normes de Performance fournissent des indications sur la façon d'identifier les risques et les impacts et sont conçues pour aider à éviter, atténuer et gérer les risques et les impacts afin que les projets puissent être réalisés de manière durable, y compris en ce qui concerne la gestion des relations avec des parties prenantes et les obligations du client par rapport à la transparence des activités menées relativement au projet. Dans le cas de ses investissements directs (y compris le financement de projets et d'entreprises fournis par des intermédiaires financiers), la SFI exige que ses clients appliquent ses Normes de Performance pour gérer les risques et

les impacts environnementaux et sociaux de sorte que les opportunités de développement soient améliorées.

4.2 Relations potentielles entre des composantes du projet et des ressources environnementales

L'approche à adopter lors de l'analyse d'impact sera basée sur plusieurs étapes, y compris :

1) l'identification et la caractérisation complètes des phases du projet (c.-à-d., la préparation, les opérations et la fermeture);

2) la détermination détaillée des activités spécifiques aux phases qui ont le potentiel d'affecter une ou plusieurs ressources biophysiques et/ou socio-économiques (c.-à-d., l'identification des FOI);

3) l'évaluation des impacts en utilisant la méthodologie décrite à la **section 4.1**;

4) l'identification des mesures d'atténuation viables pour réduire ou éliminer les impacts; et

5) l'évaluation des impacts résiduels « postatténuation ».

La détermination de la relation entre les composantes du projet et les ressources environnementales (biophysiques et socio-économiques) sera basée sur une matrice combinant les FOI et les ressources, tel que décrit dans les sections suivantes. Ces matrices visent à identifier le lieu où les impacts sont les plus susceptibles de se produire. En conséquence, l'analyse d'impact met l'accent sur ces FOI répertoriés ainsi que sur les ressources susceptibles d'être affectées.

4.3 Impacts potentiels préliminaires sur le milieu biophysique

Le **tableau 4-3** énumère les FOI pour les ressources biophysiques qui pourraient être affectées par le projet Ahmeyim/Guembeul de production de gaz offshore.

Tableau 4-3 : Matrice des impacts potentiels sur les ressources biophysiques

(Un « ● » indique un impact potentiel à une ressource; un « ○ » indique qu'il existe peut-être un doute quant à la possibilité d'un impact.)

Activités du projet/ Facteurs à l'origine des impacts (FOI)	Ressources biophysiques								
	Physique/Chimique			Biologique					
	Qualité de l'air	Sédiments/qualité des sédiments	Qualité de l'eau	Plancton, poisson et ressources halieutiques	Communautés benthiques	Mammifères marins	Tortues marines	Oiseaux marins et côtiers	Espèces marines protégées, aires marines protégées et habitats d'intérêt
ACTIVITÉS DE ROUTINE DU PROJET									
PHASE DE PRÉPARATION									
Arrivée et mouvements des navires (entre le site de forage, l'installation de pipelines, l'installation du brise-lames et des autres installations)	-	●	●	●	●	●	●	●	●
Travaux de génie civil dans la zone près des côtes	-	●	●	●	●	●	●	●	●
Zone tampon	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Présence physique, y compris l'éclairage	-	-	-	●	-	-	●	●	●
Bruit des navires (transit, positionnement, relocalisation)	-	-	-	-	-	●	●	○	●
Émissions	●	-	-	-	-	-	-	-	●
Rejets (rejets courants y compris les boues et les déblais)	-	-	●	●	-	●	●	-	●
Déchets solides (perte accidentelle)	-	-	●	●	●	●	●	-	●
Circulation et bruit des navires de soutien	-	-	-	-	-	●	●	●	●
Circulation et bruit de l'hélicoptère	-	-	-	-	-	●	-	●	●
PHASE DES OPÉRATIONS									
Présence physique, y compris l'éclairage	-	-	-	●	-	●	●	●	●
Bruit	-	-	-	●	-	●	●	●	●
Émissions	●	-	-	-	-	-	-	-	●
Rejets (rejets courants y compris les boues et les déblais)	-	●	●	●	●	●	●	●	●
Déchets solides (perte accidentelle)	-	●	●	●	●	●	●	●	●
Circulation et bruit des navires de soutien	-	-	-	-	-	●	●	●	●
Circulation et bruit de l'hélicoptère	-	-	-	●	-	●	●	●	●
PHASE DE FERMETURE									
Présence physique, y compris l'éclairage	-	-	-	●	-	●	●	●	●
Bruit	-	-	-	-	-	●	●	●	●

Activités du projet/ Facteurs à l'origine des impacts (FOI)	Ressources biophysiques								
	Physique/Chimique			Biologique					
	Qualité de l'air	Sédiments/qualité des sédiments	Qualité de l'eau	Plancton, poisson et ressources halieutiques	Communautés benthiques	Mammifères marins	Tortues marines	Oiseaux marins et côtiers	Espèces marines protégées, aires marines protégées et habitats d'intérêt
Émissions	●	-	-	-	-	-	-	-	●
Rejets (rejets courants)	-	-	●	●	-	●	●	-	●
Déchets solides (perte accidentelle)	-	-	●	●	●	●	●	-	●
Circulation et bruit des navires de soutien	-	-	-	-	-	●	●	●	●
Circulation et bruit de l'hélicoptère	-	-	-	-	-	●	●	●	●
EVENEMENTS ACCIDENTELS - Les impacts suivants sont « conditionnels » – ils ne se produisent que dans le cas peu probable d'un déversement.									
Déversement de diesel	●	○	●	○	○	●	●	●	●
Fuite de condensat	●	●	●	●	●	●	●	●	●

4.4 Impacts potentiels préliminaires sur le milieu social

Le **tableau 4-4** énumère les FOI pour les ressources socioéconomiques qui pourraient être affectées par le projet Ahmeyim/Guembeul de production de gaz offshore.

Tableau 4-4 : Matrice des impacts potentiels sur les ressources socio-économiques

(Un « ● » indique un impact potentiel par rapport à une ressource)

Activités du projet/ Facteurs à l'origine des impacts (FOI)	Ressources socio-économiques												
	Utilisation et occupation du territoire et des fonds marins	Moyens de subsistance des communautés	Emploi	Activités de pêche	Navigation et transport maritime	Tourisme et loisir	Entreprises locales	Santé, sécurité et sûreté des communautés	Santé, sécurité et sûreté des travailleurs	Services et infrastructures locaux	Paysage	Climat social et politique	Ressources archéologiques
ACTIVITÉS DE ROUTINE DU PROJET													
PHASE DE PRÉPARATION													
Travaux de génie civil dans la zone près des côtes	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●
Arrivée et mouvements des navires (entre les sites de forage, l'installation de pipelines, l'installation du brise-lames et des autres installations)	-	-	-	●	●	-	-	●	-	-	-	-	-
Positionnement du navire de forage et de l'équipement de forage	●	-	-	●	●	-	-	-	●	-	-	-	●
PHASE DES OPÉRATIONS													
Activités logistiques terrestres	-	-	●	-	-	-	●	●	●	●	-	●	-
Présence physique et opérations de la plateforme de prétraitement, des FLNG, des méthaniers et des navires de soutien	-	●	-	●	●	●	-	●	●	-	-	●	-
Zone tampon autour des installations	-	●	-	●	●	-	-	-	-	-	-	●	-
Présence de travailleurs étrangers	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	●	-
Rejets courants en mer	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Élimination des déchets	-	-	-	-	-	-	-	●	-	●	-	-	-
Bruits et vibrations sous-marins	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mouvement des méthaniers et des navires de soutien	-	-	-	●	●	-	-	-	-	●	-	-	-
Mouvement, circulation et bruit de l'hélicoptère de soutien	-	-	-	-	-	-	-	●	-	●	-	-	-
PHASE DE FERMETURE													
Abandon ou démantèlement d'installations et de pipelines	●	-	-	●	●	-	-	-	●	-	-	-	-
Bruit	-	-	-	-	-	-	-	●	●	-	-	-	-
Rejets	-	-	-	-	-	-	-	●	●	-	-	-	-
Mouvement, circulation et bruit de l'hélicoptère de soutien	-	-	-	-	-	-	-	●	●	-	-	-	-

Activités du projet/ Facteurs à l'origine des impacts (FOI)	Ressources socio-économiques												
	Utilisation et occupation du territoire et des fonds marins	Moyens de subsistance des communautés	Emploi	Activités de pêche	Navigation et transport maritime	Tourisme et loisir	Entreprises locales	Santé, sécurité et sûreté des communautés	Santé, sécurité et sûreté des travailleurs	Services et infrastructures locaux	Paysage	Climat social et politique	Ressources archéologiques
EVENEMENTS ACCIDENTELS - Les impacts suivants sont « conditionnels » – ils ne se produisent que dans le cas peu probable d'un déversement.													
Déversement de diesel	●	●	-	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-
Fuite de condensat	●	●	●	●	●	●	●	-	-	●	●	●	-

5.0 Objectif de l'étude d'impact environnemental et social

Compte tenu des caractéristiques spécifiques du projet de production de gaz offshore et le fait que ces caractéristiques pourraient affecter l'environnement, Kosmos a l'intention de commander une EIES complète qui couvrira à la fois le milieu biophysique et le milieu social du projet. L'EIES sera menée par un bureau d'études en environnement.

L'objectif de l'EIES est de prédire les effets environnementaux des activités du projet avant qu'il ne soit réalisé et d'intégrer des considérations environnementales dans la prise de décision. L'EIES devra :

- Identifier les impacts négatifs potentiels sur les milieux physiques, biologiques et sociaux;
- Proposer des mesures pour atténuer les impacts négatifs sur l'environnement;
- Prédire s'il y aura des impacts environnementaux négatifs importants après que les mesures d'atténuation soient mises en œuvre;
- Inclure un programme de suivi pour vérifier l'exactitude de l'évaluation environnementale et l'efficacité des mesures d'atténuation.

Le projet comprendra des opérations, des infrastructures et des équipements communs à la Mauritanie et au Sénégal. Par conséquent, l'EIES se conformera à la réglementation environnementale applicable de chaque pays. Étant donné que Kosmos est à la recherche de financement international pour son projet, l'EIES sera également conforme aux exigences environnementales et sociales de la Société financière internationale (SFI).

En Mauritanie, l'EIES sera conforme à :

- La Loi n° 2000-45 portant Code de l'environnement;
- Le Décret n° 2004-094 du 24 novembre 2004 relatif à l'étude d'impact environnemental;
- Le Décret n° 2007-105 modifiant et complétant certaines dispositions du Décret n° 2004-094 du 24 novembre 2004 relatif à l'étude d'impact environnemental;
- La Loi n° 2010-033 du 20 juillet 2010, portant Code des hydrocarbures bruts; et
- Le Contrat d'exploration-production entre la République Islamique de Mauritanie et Kosmos Energy Mauritania Bloc C8, C12 ou C13.

Au Sénégal, l'EIES sera conforme à :

- La Loi n° 2001-01 du 15 janvier 2001 portant Code de l'environnement;
- Le Décret n° 2001-282 du 12 avril 2001 portant application du Code de l'environnement;
- L'Arrêté ministériel no 9472 MJEHP-DEEC du 28 novembre 2001 portant contenu du rapport de l'étude d'impact environnemental[4];
- La Loi n°98-05 du 8 janvier 1998 portant Code Pétrolier; et
- Le Contrat de partage d'exploration et de production d'hydrocarbures entre la République du Sénégal et Kosmos Energy Senegal pour le bloc de Saint-Louis offshore profond.

Par rapport à la SFI, l'EIES sera conforme aux :

- Normes de performance environnementale et sociale de la SFI (2012);
- Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires de la SFI pour les installations de gaz naturel liquéfié (GNL) (2007);
- Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires de la SFI pour les ports et les terminaux (2007); et
- Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires de la SFI pour l'extraction des matériaux de construction (2007).

Dans le cas d'un écart entre les réglementations nationales et les exigences de la SFI, les exigences les plus strictes seront appliquées à l'EIES.

Les normes pour le projet seront identifiées et présentées en détail dans la section du Cadre réglementaire et institutionnel du rapport d'EIES.

[4] La Loi portant Code de l'environnement et son décret d'application font référence à une étude d'impact environnemental (EIE). Cependant, le contenu de l'EIE comprend une forte composante sociale. Par conséquent, elle est désignée comme une EIES dans les présents termes de référence.

6.0 Portée de l'étude

6.1 Exigences générales

Le Consultant préparera un rapport d'EIES approfondie. Ce rapport sera conforme aux présents TdR et aux commentaires éventuels que la DCE, la DEEC et la SFI feront sur ces TdR. Par ailleurs, tout commentaire exprimé par ces parties lors du processus d'examen de l'étude d'impact sera pris en compte.

L'EIES couvrira notamment les sujets généraux suivants :

- Les cadres juridique et institutionnel, particulièrement les lois et les règlements environnementaux applicables au projet;
- Les normes qui s'appliqueront au projet;
- Une description du projet;
- Une description des milieux physique, biologique et social de la zone du projet qui peuvent être défavorablement affectés par le projet;
- Une description des approvisionnements en matières premières, en eau et en énergie requis pour le projet (s'il y a lieu) qui peuvent avoir des effets sur l'environnement;
- Une description des changements qui peuvent se produire sur les populations locales et le milieu biophysique résultant de la réalisation du projet;
- Une identification des impacts positifs ou négatifs sur l'environnement;
- Les solutions/variantes proposées au projet afin d'éviter ou atténuer les impacts négatifs sur l'environnement;
- Les mesures planifiées pour gérer les émissions, les rejets et les déchets;
- Une évaluation des possibilités qui s'offrent pour œuvrer à l'amélioration de l'environnement;
- Le plan de gestion environnementale et sociale;
- Le plan de surveillance et suivi; et
- Les résultats de la consultation publique pendant la préparation de l'EIES.

En outre, l'EIES comprendra une étude de dangers pour se conformer aux exigences spécifiques du Sénégal.

6.2 Exigences particulières

En plus des exigences générales mentionnées ci-dessus, le consultant :

- présentera une analyse des écarts entre les exigences de la Mauritanie, du Sénégal et de la SFI en matière d'EIES et identifiera les exigences les plus strictes applicables à l'EIES.
- fournira une description détaillée du projet pour chacune des trois phases principales : i) la préparation; ii) les opérations, à savoir, la production de gaz; et iii) la fermeture.

- pour la phase de préparation, fournira des informations sur l'extraction des matériaux de construction, y compris le type et le volume requis, et l'emplacement et la description des carrières qui pourraient être utilisés. Il indiquera les modes potentiels de transport, les routes à utiliser pour le transport des matériaux de construction aux sites de construction, et le nombre et la fréquence des voyages.
- pour la phase de préparation, fournira des informations sur les infrastructures au large et près des côtes (et à terre, le cas échéant) à construire : les puits, le système sous-marin, la plateforme de prétraitement, le brise-lames de FLNG, l'île artificielle, les stations d'amarrage marines/l'installation de chargement près des côtes, etc.
- pour la phase de préparation, fournira des informations sur les travaux de génie civil à mener au large, près des côtes et à terre (le cas échéant).
- pour la phase des opérations, fournira des informations sur les équipements, les processus, les produits chimiques et les autres produits qui seront utilisés pour l'ensemble de l'activité de production de gaz, à partir de l'extraction de gaz jusqu'au transport de GNL.
- pour la phase des opérations, fournira des informations sur les activités de soutien : le transport par hélicoptère, le transport par navire (avec les spécifications des navires), la base logistique terrestre, l'hébergement, etc.
- pour la phase des opérations, fournira une description complète de l'équipement et des produits utilisés, incluant les navires de stockage et leurs spécifications, pour les opérations de forage et de production de GNL. Cette description fournira les informations nécessaires pour déterminer la nomenclature et le régime de classification de ces équipements et produits selon la réglementation applicable aux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) au Sénégal.
- pour la phase de fermeture, fournira une description de toutes les opérations concernées et fournira un plan de mise hors service.
- pour les trois phases du projet, fournira des informations sur l'emplacement, la taille et l'empreinte physique de toutes les infrastructures ou installations, et fournira des informations sur toute zone d'exclusion en mer (au large), près des côtes ou à terre.
- pour les trois phases du projet, fournira des informations sur le nombre et le type d'employés requis par composantes du projet ainsi que des informations sur les possibilités d'embauche locales.
- pour les trois phases du projet, fournira des informations par composante du projet sur les possibilités de contrats d'approvisionnement locaux; par exemple, pour la fourniture de matériaux de construction lors de la phase de préparation.
- pour les opportunités d'emploi et d'affaires locales, fournira des données désagrégées pour Dakar et Nouakchott, et pour les autres communautés cotières, en particulier les villages de pêche.
- fournira une description de référence des milieux physique, biologique et social dans la zone du projet : aux niveaux offshore, près des côtes et terrestre.
- fournira une description géologique de la région dans laquelle le projet sera mené, en fournissant notamment des informations sur la composition, la structure et les propriétés

physiques du plancher océanique jusqu'à la profondeur de forage en mer et de la profondeur de construction de la zone près des côtes.

- fournira une description complète au niveau marin et au niveau côtier des milieux biophysique et social.
- procédera à une analyse complète de la sensibilité socio-environnementale de la zone du projet en indiquant toutes les zones de sensibilité et leur situation par rapport aux activités du projet.
- procédera à une analyse approfondie des impacts potentiels sur les environnements marins et côtiers. Une attention particulière sera accordée à la flore et à la faune marines, aux établissements humains et aux activités socio-économiques. L'analyse identifiera les impacts potentiels durant les trois phases du projet : i) préparation et construction; ii) opérations; iii) fermeture.
- évaluera les impacts cumulatifs du projet vis-à-vis des autres activités en cours ou prévues dans la zone de projet, notamment les activités liées aux opérations pétrolières et gazières, les activités de pêche, etc.
- identifiera les localités potentiellement touchées et les communautés locales affectées.
- procédera, durant la préparation de l'EIES, à des séances de consultation avec les parties prenantes du projet. La consultation publique est un élément essentiel de l'évaluation d'impact. Elle assure que le projet intègre les préoccupations environnementales et sociales des parties prenantes. La transparence de l'information relative au projet est nécessaire pour aider les communautés concernées et les autres parties prenantes à comprendre les impacts et les opportunités du projet. Pendant les séances de consultation, le projet sera présenté en utilisant un langage simple et non technique afin d'être compris par les parties prenantes. Leurs commentaires et leurs suggestions seront pris en compte. Un résumé des séances de consultation ainsi que la liste des personnes consultées seront annexés au rapport de l'EIES.
- pour répondre aux exigences du Sénégal, procédera à une analyse des risques/dangers liés aux opérations à chaque phase du projet, notamment les incendies et les explosions, les collisions avec des navires et les déversements. Il identifiera les mesures de prévention et d'intervention liées à ces dangers. L'étude de dangers sera présentée en conformité avec le guide sénégalais pour les études de dangers.

Des exigences spécifiques et additionnelles, requises par la DEEC, le 30 juin 2016, sont indiquées à l'annexe B des présents TdR.

6.3 Plan de consultation publique

La consultation publique sera une partie importante de l'EIES. La consultation publique sera un processus en deux tournées :

1) au début de l'EIES : identification des enjeux et des préoccupations éventuels des parties prenantes qui devraient être couverts par l'EIES;

2) après qu'une version provisoire du rapport d'EIES soit réalisée : présentation des résultats préliminaires aux parties prenantes pour s'assurer que leurs enjeux et leurs préoccupations aient été correctement traités et à ce que les mesures d'atténuation proposées soient appropriées. Cette seconde tournée sera effectuée au cours du processus d'enquête publique réglementaire en Mauritanie et au cours du processus d'audience publique réglementaire au Sénégal.

En Mauritanie, les parties prenantes ciblées seront notamment les suivantes :

- Les communautés de pêcheurs artisanaux potentiellement affectées de N'Diago et des villages côtiers et campements de pêche près de N'Diago;
- Les représentants des associations de pêcheurs dans ces localités;
- Les représentants des pêcheurs au niveau national;
- Les représentants locaux de la commune de N'Diago et des villages côtiers et campements de pêche près de N'Diago;
- Les représentants locaux de la commune de Keur Macene (au besoin);
- Le *Wali* (gouverneur) et le *Hakem* (préfet) de la *wilaya* et de la *moughataa* de la zone d'étude restreinte;
- Les associations professionnelles des secteurs de la pêche industrielle;
- Les services techniques nationaux ou déconcentrés, dont ceux de la pêche, de la navigation maritime, de la marine nationale, de la garde côtière, du tourisme, de l'environnement (incluant les aires protégées), des télécommunications, de la protection civile, etc.;
- Les ONG nationales et internationales en Mauritanie, notamment la WWF, l'UICN et le Programme Régional de Conservation Maritime (PRCM);
- Les centres de recherche nationaux, notamment l'IMROP et l'ONISPA;
- L'Université de Nouakchott ;
- La Commission Environnementale; et
- Le programme national Biodiversité-Gaz-Pétrole.

Au Sénégal, les parties prenantes ciblées seront notamment les suivantes :

- Les communautés de pêcheurs artisanaux potentiellement affectées de Saint-Louis;
- Les représentants des associations de pêcheurs de Saint-Louis;
- Les représentants des pêcheurs au niveau national;
- Les représentants locaux de Saint-Louis (conseil départemental, mairie, et conseils de quartier);
- Les gouverneurs et les préfets des régions et des départements de la zone d'étude restreinte;

- Les associations professionnelles des secteurs du tourisme et de la pêche industrielle;
- Les services techniques nationaux ou déconcentrés, dont ceux de la HASSMAR, de la marine nationale, de la garde côtière, de la pêche, de la navigation maritime, du tourisme, de l'environnement (incluant les aires protégées), des télécommunications, de la protection civile, etc.;
- Les ONG environnementales nationales et internationales;
- L'Université de Saint-Louis ; et
- Les centres de recherche nationaux, notamment le CRODT.

Avant de préparer et de mener les consultations, un plan de consultation détaillé sera élaboré. Le plan comprendra une description et un calendrier des activités prévues. Les activités comprendront des rencontres individuelles ou des réunions en petits groupes avec les acteurs institutionnels, des groupes de discussion avec des acteurs susceptibles d'être affectés (les pêcheurs, par exemple), et de grandes assemblées publiques avec les communautés susceptibles d'être affectées.

Pour la première tournée de consultations, et quel que soit le format utilisé, les séances de consultation consisteront à :

- faire une présentation sur le projet, le promoteur, la zone d'intervention, la méthode d'exploitation du gaz, les mesures de sécurité prévues autour des sites du projet, les zones d'exclusion définies autour de ces sites ainsi que sur l'échéancier du projet;
- apporter des clarifications sur les sujets d'intérêt soulevés par les participants ou des réponses aux questions posées par les participants; et
- recueillir les avis, les préoccupations et les recommandations émis par les participants.

L'information sera présentée aux participants en utilisant un langage simple et non technique. Des comptes rendus seront rédigés et les résultats seront résumés dans le rapport provisoire de l'EIES.

Pour la deuxième tournée de consultations, les séances de consultation consisteront à :

- donner une présentation des résultats préliminaires de l'EIES, notamment les impacts sur les milieux biophysique et social et les mesures d'atténuation proposées;
- fournir des éclaircissements supplémentaires, ainsi que des réponses aux questions soulevées par les participants; et
- recueillir les avis, les préoccupations et les recommandations émis par les participants afin de les prendre en considération dans une version révisée du rapport d'EIES.

Similairement à la première tournée de consultations, l'information sera présentée aux participants dans un langage simple et non technique. Des comptes rendus seront rédigés et les résultats seront résumés dans la version révisée du rapport d'EIES.

6.4 Méthodologie de l'EIES

Pour réaliser l'EIES, le consultant effectuera plusieurs activités notamment les suivantes :

- Examen du cadre réglementaire et institutionnel : revue de la littérature ;
- Étude de référence environnementale et sociale
  - Revue de la littérature.
  - Collecte de données secondaires disponibles en Mauritanie et au Sénégal, notamment à l'IMROP, à l'Office d'inspection Sanitaire des Produits de la Pêche et de l'Aquaculture (ONISPA), à la Commission Environnementale (CE) et au programme national Biodiversité-Gaz-Pétrole pour la Mauritanie (programme BGP) et au CRODT pour le Sénégal.
  - Étude de référence environnementale océanographique menée en Mauritanie et au Sénégal à l'intérieur de la zone du projet, pour évaluer la situation avant le début du projet dans les zones marines potentiellement affectées (zones offshore, de pipeline et près des côtes). Cette étude de référence environnementale océanographique comblera les lacunes de données pour la description de référence du milieu. Cette étude scientifique définira les caractéristiques physiques, chimiques, et biologiques dans la zone du projet. Un profilage de la colonne d'eau sera effectué pour déterminer les caractéristiques par profondeur (température, salinité, oxygène dissous, chlorophylle et turbidité). De plus, un échantillonnage de la colonne d'eau permettra de déterminer les matières en suspension, les métaux totaux et dissous et les hydrocarbures. L'échantillonnage net caractérisera l'ichthyoplancton. L'échantillonnage de sédiments sera effectué pour déterminer les caractéristiques physiques et chimiques des sédiments (granulométrie, carbone organique total, métaux, hydrocarbures), ainsi que la composition faunistique (endofaune).
  - Collecte de données sociales sur le terrain : travail de terrain pour la caractérisation des communautés susceptibles d'être touchées, par exemple sur le nombre et les caractéristiques des habitants, l'organisation sociale, les conditions économiques, l'emploi et des moyens de subsistance, les activités dépendantes de la mer et de la côte, les infrastructures et les services publics existants, la santé et la sécurité publiques, les rapports de genre, les groupes vulnérables, etc.
  - Exercices de modélisation (c.-à-d., la modélisation d'un déversement, la modélisation d'émissions).
  - Production de données SIG et cartographie. Plusieurs cartes seront préparées afin d'illustrer les résultats de la collecte de données et de montrer et localiser les impacts potentiels. Les cartes incluront notamment une carte illustrant spécifiquement toutes les infrastructures du projet, les blocs pétroliers voisins ainsi que les licences de pêche dans la zone.
- Révision de la description finale détaillée du projet : travail d'analyse ;
- Consultation publique : voir la **section 6.3** ci-dessus ;

- Évaluation des impacts biophysiques et sociaux et des mesures d'atténuation : travail d'analyse (y compris des résultats de la consultation publique) ;
- Soumission du rapport provisoire d'EIES aux autorités de la Mauritanie et du Sénégal pour examen ;
- Enquête publique en Mauritanie + audiences publiques au Sénégal ; et
- Dépôt du rapport d'EIES révisé aux autorités des deux pays et à la SFI.

7.0 Profil du consultant menant l'EIES

L'EIES sera menée par un bureau international agréé pour les études en environnement, avec les informations de Kosmos, et en collaboration avec des firmes mauritanienne et sénégalaise.

L'équipe multidisciplinaire, avec une vaste expérience dans la conduite d'EIES pour des projets pétroliers et gaziers en mer, comprendra des spécialistes dans les domaines d'expertise suivants :

- Évaluation d'impact environnemental et social;
- Ingénierie;
- Océanographie;
- Biologie marine;
- Gestion des pollutions et nuisances;
- Qualité de l'air;
- Socio-économie;
- Consultation publique;
- Données SIG et cartographie ; et
- Études de dangers.

D'autres experts pourraient être ajoutés à l'équipe selon les besoins.

8.0 Livrables

La version française du rapport provisoire d'EIES sera soumise à :

- la DCE pour examen et enquête publique en Mauritanie; et
- la DEEC pour examen par le Comité technique au Sénégal.

À la suite des commentaires de la DCE et du Comité technique, une version révisée du rapport d'EIES sera soumise à la DCE et à la DEEC avec un tableau de concordance indiquant comment les commentaires ont été traités dans le rapport révisé.

Le rapport d'EIES sera probablement divisé et présenté comme suit:

1) Page de garde - indiquant le nom du projet, le promoteur du projet, l'auteur de l'EIES, les ministères et les départements à qui le rapport est soumis et la date;

2) Résumé non technique de l'EIES avec les principaux résultats et recommandations;

3) Table des matières;

4) Liste des tableaux, figures, annexes et acronymes / abréviations;

5) Introduction;

6) Description du projet, y compris une justification et une description détaillées des composantes et des activités du projet;

7) Alternatives du projet - une description et une évaluation des variantes possibles pour le projet et la description de celles retenues;

8) Cadre réglementaire et institutionnel - un résumé des règlements et des lois applicables en Mauritanie et au Sénégal, des conventions et des protocoles internationaux ainsi qu'un résumé des normes applicables de la SFI;

9) Description de l'environnement - une caractérisation de la situation de référence dans la zone du projet : le milieu physique, le milieu biologique et le milieu social;

10) Consultation publique et engagement des parties prenantes - un résumé des consultations publiques menées au cours de l'EIES;

11) Analyse d'impact - présentation de la méthodologie d'évaluation d'impact, des classifications d'impact (niveaux d'impact), et des résultats de l'évaluation de l'impact;

12) Mesures d'atténuation - discussion sommaire de l'identification des mesures d'atténuation à mettre en œuvre de manière à éviter, réduire ou compenser les impacts négatifs et à renforcer les impacts positifs;

13) Étude de dangers et risques professionnels – évaluation des risques d'accidents technologiques et des mesures de sécurité proposées. Cette étude respectera le modèle sénégalais pour les études de dangers.

14) Plan de gestion environnementale et sociale (PGES) et plan de suivi et de surveillance (PSS) – présentation détaillée des composantes du PGES et du PSS, dont l'identification des responsabilités pour chaque institution impliquée;

15) Conclusions - un résumé des conclusions de l'EIES, en indiquant les principales mesures pour éviter ou réduire les négatifs impacts les plus importants, et en identifiant des incertitudes qui pourraient nuire à la fiabilité des résultats de l'étude; et

16) Annexes, y compris les pièces justificatives (rapports sectoriels) préparées pour l'EIES, les références, les TdR approuvés de l'EIES, la liste des experts impliqués dans l'EIES,

une liste des personnes consultées et les résumés des réunions de consultation, les plans (le cas échéant), les résultats de laboratoire (le cas échéant), et toute autre information nécessaire pour une bonne compréhension du projet.

9.0 Calendrier de l’EIES

La durée de l'EIES est estimée à environ huit mois entre la date de l'approbation des TdR et la présentation du rapport provisoire d’EIES à la DCE et à la DEEC. Toutefois, la durée totale de la mission d’EIES dépendra du processus d'examen par les autorités de la Mauritanie et du Sénégal et du temps requis pour l'approbation finale du rapport d’EIES.

Un calendrier préliminaire de l’EIES est inclus à l'**annexe A-2**.

10.0 Références

Pour ses projets d'exploration pétrolière et gazière en Mauritanie et au Sénégal, Kosmos a fait faire plusieurs évaluations environnementales et sociales depuis 2014. Celles-ci, ainsi que l'EIES et son annexe menée par Woodside en 2003 pour le projet Chinguetti en Mauritanie, fournissent une importante base de données biophysique et socio-économique pour l'EIES à venir du projet de production de gaz proposé. Elles seront des sources importantes d'information pour le projet de production de gaz.

Les références utilisées pour les présents TdR comprennent les documents énumérés ci-dessous.

Agence de développement municipal. 2003. Audit urbain de la ville de Cayar, Agence de développement municipal. 2003. Consultation au : www.geradsn.org/etudes/audit/audit_cayar.pdf.

Agence Ecofin. 2013. Sénégal: mise en production en 2013 de la troisième réserve mondiale de zircon et ilménite. Consultation au : www.agenceecofin.com/investissement/2704-4575-senegal-mise-en-production-en-2013-de-la-troisieme-reserve-mondiale-de-zircon-et-ilmenite.

ANSD/EDS. 2013. Agence nationale de la statistique et de la démographie (ANSD) [Sénégal] et ICF International. 2012. Enquête démographique et de santé continue (EDS-continue 2012-2013). Calverton, Maryland, USA: ANSD et ICF International. 216 p.

BAD. 2016. Profil de la Mauritanie, 2016, Banque Africaine de Développement. Consultation au : http://www.afdb.org/en/countries/north-africa/mauritania/.

Banque mondiale. 2014. Revue par pays de la Banque mondiale, Présentation du Sénégal. Consultation au : www.worldbank.org/en/country/senegal/overview.

Banque mondiale. 2016. Profil de la Mauritanie, 2016, Banque Mondiale. Consultation au : http://www.worldbank.org/en/country/mauritania/overview.

BirdLife International. 2015. Country profile: Sénégal. Consultation au : http://www.birdlife.org/datazone/country/senegal. Consulté le : 6 mars 2015.

Birdlife International. 2016. Sites – Important Bird and Biodiversity Areas (IBAs). Aftout es Sâheli. Consulté au : http://www.birdlife.org/datazone/sitefactsheet.php?id=6634. Consulté en : Avril 2016.

Canary Current LME Project. 2016. The (CCLME) Region. Consulté au : http://www.canarycurrent.org/en/the-region. Consulté le : 16 mars 2016.

CSA Ocean Sciences, Golder Associés et Tropica Environmental Consultants, 2015. Étude d'impact environnemental pour le projet de forage exploratoire dans les blocs de Saint-Louis offshore profond et Cayar offshore profond, au large du Sénégal. Rapport révisé, Rapport produit pour Kosmos Energy Senegal, octobre 2015, 602 pages.

Dieng, N., and S. Ndiaye. 2012. Recognition and support of ICCAs in Senegal. In: Kothari, A. with Corrigan, C., Jonas, H., Neumann, A., and Shrumm, H. (eds). Recognising and Supporting Territories and Areas Conserved By Indigenous Peoples and Local Communities: Global Overview and National Case Studies. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, ICCA Consortium, Kalpavriksh, and Natural Justice, Montreal, Canada. Technical Series No. 64.

Diouf, S. 2014. Senegal: Sardinella fishery should be reserved for the artisanal fishing sector. Coalition For Fair Fisheries Arrangements. Consulté au : http://www.cape-cffa.org/new-blog/2014/11/11/senegal-sardinella-fishery-should-be-reserved-for-the-artisanal-fishing-sector. Consulté le : 27 février 2015.

Encyclopædia Britannica. 2016. Mauritania Online Profil, Encyclopædia Britannica, 2016. Consulté au : http://www.britannica.com/place/Mauritania.

FAO. 2013. Rapport du groupe de travail de la FAO, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, sur l'évaluation des petits poissons pélagiques au large de l'Afrique du Nord-Ouest, Dakar, Sénégal. 21-25 mai 2012. FAO, Rapport nº 1036 sur la pêche et l'aquaculture.) 256 p.

FishBase. 2014. FishBase. Froese, R. and D. Pauly. Editors. World Wide Web electronic publication.

FishBase. 2015. FishBase, vers. 02/2105. Consulté au : http://www.fishbase.org/. Consulté le : 10 mars 2015.

Institut Mauritanien de Recherches Océanographiques et des Pêches (IMROP), 2015. A propos de l'IMROP. Historique. Consulté au : http://www.imrop.mr/index1,0.html Consulté le : 19 mars 2015.

Lepage, D. 2007. Checklist of birds of Senegal. Avibase. Consulté en : avril 2015.

MAED. 2015. Ministère des Affaires Économiques et du Développement de la Mauritanie, Rapport National sur la Mise en œuvre du Programme d'action d'Istanbul, 2015.

Meyer, M., J. Geersen, S. Krastel, T. Schwenk, and D. Winkelmann. 2012. Dakar Slide offshore Senegal, NW-Africa: Interaction of stacked giant mass-wasting events and canyon evolution. Submarine mass movements and their consequences, pp. 177-188. In: Yamada, Y. et al. (eds.), Advances in Natural and Technological Hazards Research, 31, Springer.

Office National de la Statistique (ONS) de Mauritanie. 2014. Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) 2013, Excel spreadsheet.

ONS/ UNFPA Mauritania, 2013. Résultats provisoires du RGPH4 en Mauritanie. Rapport conjoint de l'Office National de la Statistique (ONS) et du Fonds des Nations Unies pour la Population (UNFPA) (2013). Consulté au : http://countryoffice.unfpa.org/filemanager/files/mauritania/rgph4/4.doc.

PNUD. 2015. Présentation. Rapport sur le développement humain 2015. Le travail au service du développement humain, 36 pages. Consulté au : hdr.undp.org/sites/default/files/2015_human_development_report_overview_-_fr.pdf. Consulté le: 19 mars 2016.

PNUD-Mauritanie. 2013. Rapport Annuel 2013, 37 pages. Consulté au : http://www.mr.undp.org/content/mauritania/fr/home/library/rapport-annuel-pnud-2013/. Consulté le 19 mars 2016.

RPS Energy. 2014. Environmental Impact Assessment of Proposed Exploration Wells in Block C8, Offshore Mauritania. Preparé pour Kosmos Energy Mauritania, Octobre 2014, rev 02, 286 pp. et annexes.

RPS-Energy. 2016. Social Impact Assessment of Exploration wells in Block C12, offshore Mauritania, Rapport préparé pour Kosmos Energy Mauritania, Mars 2016, rev 02, 174 pages (incluant les annexes).

SAPCO. 2016. Projets de la zone nord, Société d'Aménagement et de Promotion des Côtes et Zones Touristiques du Sénégal. Consulté au : http://www.sapco.sn/articles/zone_nord.php.

United Nations Environment Programme (UNEP). 2014. Report of the South-Eastern Atlantic Regional Workshop to Facilitate the Description of Ecologically or Biologically Significant Marine Areas. South-Eastern Atlantic Regional Workshop to Facilitate the Description of Ecologically or Biologically Significant Marine Areas, Swakopmund, Namibia, 8-12 April 2014. 327 pp.

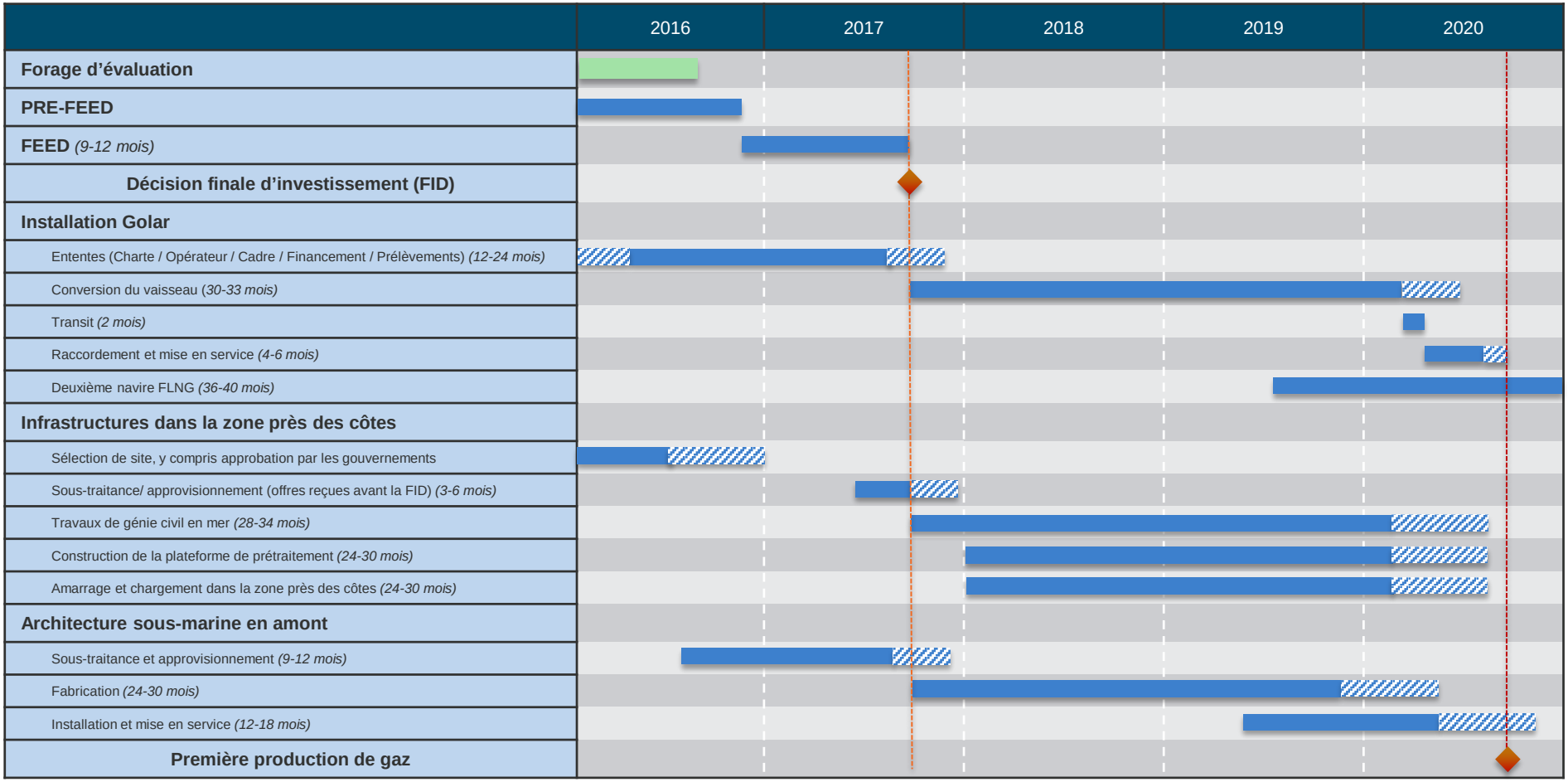
Zwarts, L., R.B. Bijlsma, J. van der Kamp, and E. Wymenga. 2010. Living on the Edge. Wetlands and Birds in a Changing Sahel. KNNV Publishing, Zeist, Switzerland.

ANNEXE A :

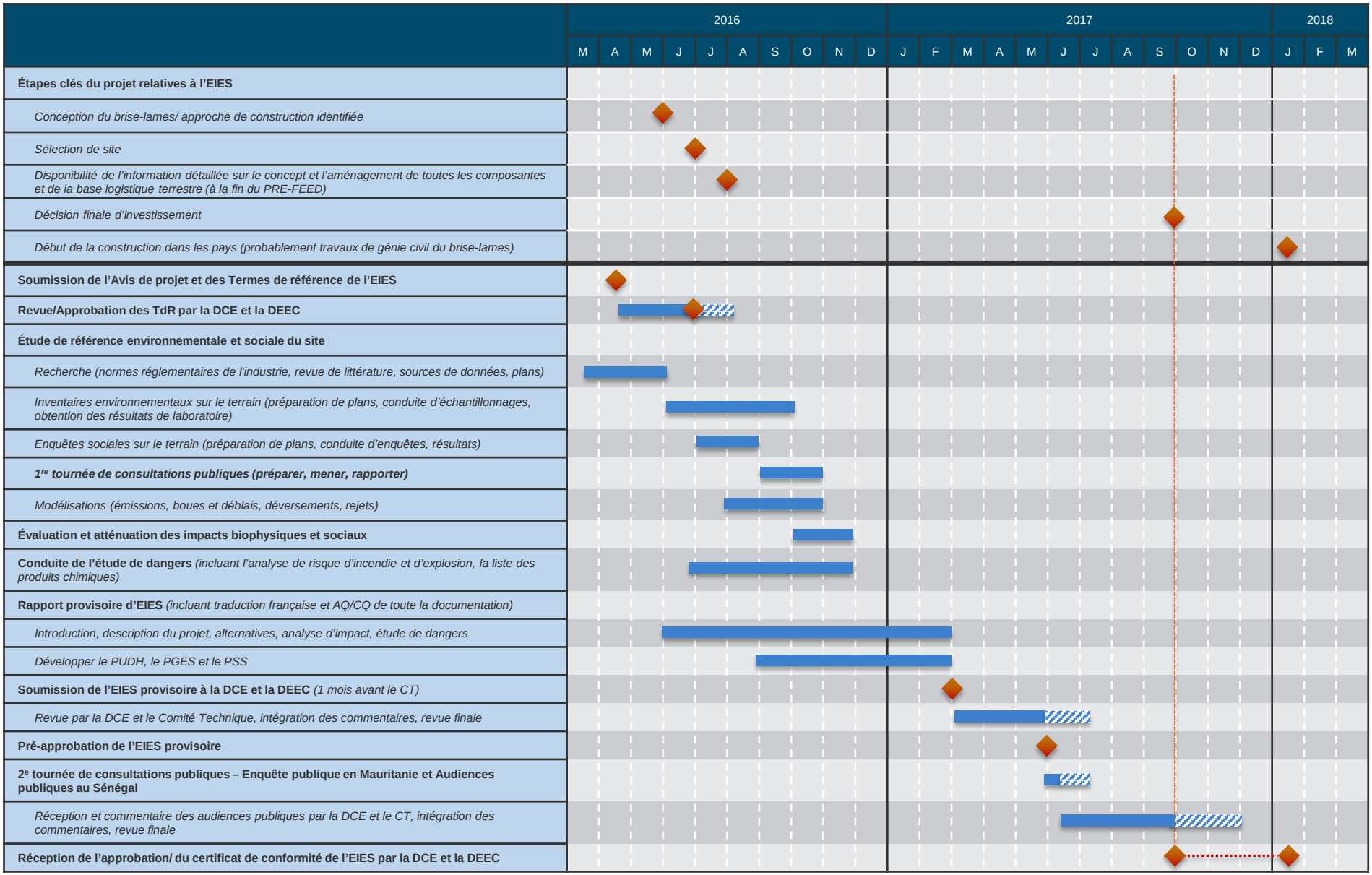
CALENDRIERS PROVISOIRES

- A-1 : Calendrier préliminaire du projet
- A-2 : Calendrier préliminaire de l'EIES

A-1 : Calendrier préliminaire du projet



A-2 : Calendrier préliminaire de l'EIES



ANNEXE B :

LISTE DES EXIGENCES DE LA DEEC POUR L'EIES

Observations de la Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés sur les Termes de Référence de l'Étude d'Impact Environnemental et Social du Projet Ahmeyim/Guembeul de Production de Gaz Offshore au Sénégal et en Mauritanie du 30 juin 2016

Apres examen du document, la Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés (DEEC) vous demande en sus des observations contenues dans les termes de référence soumis, de mettre l'accent sur les éléments ci-après :

1. Description du projet

L'étude devra décrire l'ensemble des composantes du projet ou infrastructures prévues en précisant au plan juridique leur localisation dans les différentes zones maritimes du droit international de la mer (Eaux intérieures, mer territoriale, Zone Economique Exclusive, Plateau continental, etc.).

Dans cette description du projet, le consultant devra mettre l'accent sur :

- les éléments constitutifs du projet et de ses aménagements connexes, en donnant les renseignements suivants : emplacement, délimitation, plan d'ensemble, taille ;
- les activités d'installation, les travaux de construction et d'exploitation y compris de maintenance ;
- les investissements de soutien hors site nécessaires etc.
- etc.

Cette description détaillée devra se faire par composante du projet (composante on-shore et composante off-shore) également couvrir l'ensemble du processus d'exploitation avec notamment des informations relatives :

- aux modalités d'exploitation et identification des émissions de la plate-forme et de ces infrastructures annexes ;
- la plate-forme de forage et principales caractéristiques ;
- les différentes étapes de développement incluant, l'implantation, les essais,
- l'exploitation et le repli ;
- etc.

Elle devra également donner des informations sur :

- le plan de mobilisation du personnel ;
- les capacités organisationnelles et techniques prévues pour la prise en charge des aspects HSE durant les différentes phases du projet et/ou tout autre arrangement prévu avec des structures spécialisées ;
- l'application des meilleures techniques disponibles et des meilleures pratiques environnementales ;
- les installations et le matériel de chantier indispensable pour une analyse des impacts en phase chantier ;
- etc.

NB : une attention particulière devra être accordée aux installations / composantes qui seront installées sur le bief sénégalais avec une localisation précise de ces dernières.

→ **Description de la plate-forme et services auxiliaires du projet**

- les composantes ;
- les différents intrants et rejets des activités (source, caractéristiques, modes de gestion des déchets solides, des eaux usées et des émissions atmosphériques) ;
- produits chimiques et conditions de stockage ;
- appareils/équipements pouvant contenir éventuellement des matières dangereuses ;
- besoin en énergie et mode d'alimentation ;
- diagramme des flots et des processus ;
- processus d'émission de polluants dans l'air, eaux usées, et autres rejets
- approvisionnement en matériaux et autres intrants ;
- etc.

2. Description des conditions environnementales de base et détermination des incidences environnementales

Il sera procédé à :

- la délimitation et à la justification de la zone d'étude (zone d'étude restreinte et zone d'étude élargie) ;
- l'identification et la délimitation des sites sensibles ou présentant un intérêt écologique ou économique particuliers dans la ou les zones d'étude avec des informations précises sur leur statut ;
- l'analyse de l'état initial de l'environnement sur les plans naturel, socio- économique et humain ;
- l'analyse des activités socio-économiques actuelles et planifiées dans la zone d'implantation du projet et ses infrastructures connexes avec une analyse des interrelations avec le projet
- l'analyse de la sensibilité environnementale et sociale du projet et ses composantes connexes au regard de la sensibilité de son milieu d'accueil ;
- l'analyse des effets économiques et sociaux lies aux choix des sites d'implantation des différentes composantes et installations de chantier ;
- l'analyse des incidences directes ou indirectes des installations sur l'environnement en particulier sur les milieux naturels.

Les composantes environnementales à cibler sont :

➢ **Air :**

- identifier les composantes du projet qui affecteront la qualité de l'air ;
- identifier les sources d'émission ;
- évaluer les quantités de polluants dans les conditions normales de fonctionnement et hors normes de fonctionnement ;
- discuter la conformité des rejets avec la règlementation nationale et/ou les bonnes pratiques internationales, et leurs effets potentiels sur l'environnement et le milieu humain

- **Eau :**

- identifier les activités du projet qui peuvent affecter les eaux de surface, aussi bien en phase chantier que fonctionnement ;
- déterminer les besoins en eau et leur source ;
- donner les estimations des besoins en eau et décrire les moyens pour minimiser la consommation ;
- décrire et quantifier les eaux usées à rejeter ainsi que les effets de ces rejets sur les différents milieux.

- **Bruit :**

- identifier les activités qui vont affecter le niveau actuel du bruit, durant les phases d'implantation, de fonctionnement et de repli ;
- déterminer le niveau sonore prévisible des installations ;
- commenter et discuter l'impact du bruit sur le milieu.

- **Gestion des déchets :**

- évaluer la production des déchets à chaque étape du projet (travaux, exploitation et repli) ;
- pour chaque type de déchets : désignation, quantité, volume, mode de conditionnement, de transport, d'élimination ou de valorisation interne ou externe ;
- les effets potentiels mesures prises pour le traitement.

- **Faune et Flore :**

Une description de la flore et de faune du milieu naturel sur le site sera réalisée. Une attention particulière devra être portée à la présence d'aires protégées, de zones de reproduction dans l'environnement de la plateforme et ses composantes annexes ainsi que les couloirs de migration des espèces.

Une cartographie claire de ces zones sensibles et couloirs de migration devra être effectuée et leur situation par rapport aux différentes composantes du projet matérialisées.

3. Analyse des variantes

L'analyse des variantes prendra en compte à minima la variante "sans projet" et celle "avec projet".

Par ailleurs, l'analyse sera axée sur les techniques/équipements de conception et d'exploitation, les sites d'implantation des différentes composantes, sur la base d'une grille multicritère tenant compte des aspects économiques, sociaux, environnementaux, etc.

Aussi, Elle prendra également en compte, selon la durée du projet, le planning d'exécution du projet suivant les différentes saisons météo-océaniques et les effets potentiels sur les écosystèmes et en particulier les espèces protégées et les espèces migratoires.

Les variantes retenues devront être justifiées et détaillées.

NB : cette analyse des variantes devra permettre entre autres, de définir les éléments environnementaux OU de sécurité qui devront être prise en compte dans le design du projet.

4. Analyse des impacts

L'analyse des impacts devra se faire par composante du projet (A titre d'exemple : composante plate-forme offshore et transport, composante forage, composante plate-forme de traitement du gaz, composante ile artificielle, composante on shore, etc.) et en fonction des différentes phases opérationnelles du projet (installation, travaux et mise en service, exploitation y compris la maintenance, fermeture et repli).

Suivant l'importance des impacts, le recours a des modélisations est recommandé afin de déterminer l'étendu spatiale de l'impact (Par exemple : érosion côtière, etc.). Cet aspect devra être pris en compte dans la consultation des services techniques compétents.

En raison de la présence dans la zone du projet de problématiques environnementales très aigues, une attention particulière devra être accordée aux effets cumulatifs. Ainsi, l'étude devra prendre en compte tous les projets en cours de réalisation ou prévus dans la zone.

Dans la mesure du possible, les impacts devront être quantifiés (Exemple : taux de recul de trait de côte, etc.)

5. Étude de dangers

L'étude de dangers devra donner pour chaque scénario, les défaillances, les causes et !es conséquences ainsi que l'occurrence initiale, la gravité initiale, le risque initial, les barrières de prévention, l'occurrence finale, les barrières de protection, la gravité finale, le risque final et enfin le scenario résiduel et la cinétique. En outre, il sera procédé à une modélisation de la propagation des effets desdits scénarii sur fonds cartographique à une échelle permettant une identification claire des zones susceptibles d'être touchées. La modélisation intégrera :

- les incendies ;
- les explosions ;
- les déversements accidentels de produits.

Dans cette analyse, une attention particulière devra être accordée à l'environnement du site comme source externe de dangers pour !es installations de « KOSMOS ENERGY » et vice versa avec des risques d'effets domino en cas d'incidents.

L'étude de dangers devra prendre en charge toutes installations (installations électriques, réseau hydrocarbures, manutention produits hydrocarbures, appareils à pression, etc.) présentes sur le site.

Par ailleurs, en raison du risque ATEX, l'étude de dangers procédera à la classification ATEX des différents sites / composantes avec des indications claires sur les caractéristiques des installations à mettre en place pour prendre en compte ce risque ATEX.

L'étude de dangers devra fournir tous les éléments permettant la réalisation du Plan d'Intervention d'Urgence en phase exploitation.

Outre, cette étude de dangers, il sera procédé à une analyse exhaustive des risques professionnels du projet.

En définitive, le consultant produira :

- un plan de gestion des risques et des dangers ;
- un plan de gestion des risques professionnels.

NB : Cette étude de dangers devra se faire par composante. Par ailleurs, le Guide méthodologique des Études de dangers du Ministère en charge de l'environnement pourra être utilisé.

6. Plan de Gestion Environnementale et sociale

Ce chapitre doit définir les mesures qui seront prises pour supprimer, réduire si possible, compenser les conséquences dommageables du Projet sur l'environnement.

Les mesures prises doivent être clairement définies. Cette définition comportera :

a. une description détaillée de la mesure ;
b. l'échéance ou le calendrier de mise en œuvre ;
c. une désignation de l'organisme exécutant cette mesure.

Ces mesures concernent en particulier (liste non exhaustive) la prévention, la réduction, voire l'élimination :

- des rejets dans le milieu marin en vue de prendre en charge les impacts potentiels sur le milieu naturel, en particulier, la faune, la flore, l'équilibre des écosystèmes et sur le milieu humain ;
- des nuisances et/ou désagréments occasionnés aux riverains, aux utilisateurs de la zone et des ressources ;
- etc.

Elles concernent également la bonification des effets socio-économiques potentiels

Le PGES devra présenter l'ensemble des mesures d'atténuation durant les différentes phases du projet (installation, exploitation et repli projet) pour éliminer les impacts négatifs ou les ramener à un niveau acceptable. Le cas échéant, l'étude décrira les mesures envisagées pour optimiser les impacts positifs ; pour les impacts résiduels, elle présentera les mesures de compensation.

Elle présentera une évaluation de l'efficacité des mesures d'atténuation, de compensation et d'optimisation des impacts identifiés ainsi que les coûts et modalités de mise en oeuvre de ces mesures. En définitive, le PGES sera présenté sous la forme d'un tableau récapitulatif avec les principaux résultats et recommandations du PGES, les impacts et mesures d'atténuation, les coûts afférents à chaque mesure d'atténuation de même que les responsabilités de mise en oeuvre.

Dans ce plan de gestion environnementale et sociale, une attention particulièrement devra être accordée aux procédures de gestion et d'intervention en cas de fuites / déversement accidentelles de produits dangereux en mer.

Le PGES devra comporter un plan détaillé de démantèlement et de remise en état de toutes les zones perturbées par le projet ainsi que toute la stratégie de gestion des pollutions et déversements accidentels.

NB : afin de faciliter son exploitation et le suivi de sa mise en oeuvre, le PGES devra se faire par composante du projet (Cf. Point 4 : analyse des impacts) et en fonction des différentes phase du projet (installation, travaux decontruction, exploitation, fermeture et repli).

7. Plan de Surveillance et de Suivi Environnemental

II devra indiquer les liens entre les impacts identifiés et les indicateurs à mesurer, les méthodes à employer, la fréquence des mesures et la définition des seuils déclenchant les modalités de correction. Le plan de suivi doit identifier les paramètres de suivi ainsi que les coûts relatifs aux activités de suivi. Ce plan devra être présenté sous forme de tableau avec tous les aspects des modalités de surveillance et de suivi évaluées en termes de coûts et les responsabilités clairement définies.

Ce programme de suivi vise à s'assurer que les mesures d'atténuation sont effectivement mises en oeuvre, qu'elles génèrent les résultats escomptés et qu'elles sont soit modifiées ou annulées si elles ne produisent pas de résultats satisfaisants.

A cet effet, des indicateurs chiffrés et mesurables devront être dans la mesure du possible proposés. Par ailleurs pour chaque indicateur, le lieu de monitoring (suivi) devra être défini de manière précise ainsi que le protocole de suivi.

Des rapports de surveillance et de suivi environnemental devront être planifiés à toutes les phases du projet pour vérifier le niveau d'exécution des mesures d'atténuation et évaluer les effets des travaux sur l'environnement.

NB : à l'image du PGES, afin de faciliter le suivi, le plan de surveillance et de suivi devra se faire par composante.

8. Participation Publique

La participation du public est un élément essentiel du processus d'évaluation environnementale et un moyen de s'assurer que le projet intègre les préoccupations du public. Aussi, le consultant devra respecter les directives du Sénégal en matière de consultation et de participation des communautés impliquées et des services étatiques concernées.

Pour cette raison, des séances d'information seront organisées avec les parties concernées afin de leur présenter le projet dans un résumé simple et de recueillir leur avis et suggestions afin de les prendre en compte si possible. Un accent particulier devra être mis sur les mesures de sécurité prévues autour des différentes composantes du projet et les zones de servitudes définies à cet effet.

En outre, le consultant devra développer en annexe dans le rapport :

- ✓ un plan de consultation publique ;
- ✓ les informations sur la prise en compte des observations formulées par les différentes parties rencontrées lors de la consultation publique.

La liste des personnes consultées devront être annexée au rapport d 'EIES.

9. Elaboration de clauses HSE à insérer dans les DAO des entreprises et dans les contrats avec les fournisseurs et/ou autres prestataires sur la plateforme

Le consultant devra proposer des recommandations spécifiques à l'attention des entreprises de réalisation des travaux pour la protection de l'environnement, lesquelles directives devront être insérées au niveau du cahier des prescriptions techniques pour permettre le respect et la protection de l'environnement pendant l'exécution du chantier (installation de la plate forme).

II proposera également les mesures en matière d'HSE que toute tierce entreprise prestataire de services et intervenant sur le projet devra respecter.

10. Renforcement des capacités

Le consultant devra évaluer la capacité des acteurs impliqués dans la mise en oeuvre du PGES et proposer des mesures pour le renforcement institutionnel et/ou le renforcement des capacités techniques des parties prenantes concernées par cette mise en oeuvre du PGES.

A cet effet, préparer un budget récapitulatif de toutes les actions et activités proposées dans le PGES.

11. Bilan Environnemental du projet

Une conclusion de l'étude d'impact dégageant les risques majeurs du projet sur l'environnement, l'efficacité des mesures proposées et les avantages que procure la réalisation de ce projet devra être présentée. En définitive, le consultant renseignera sur l'acceptabilité du projet sur site.

12. Structuration du rapport

L'étude d'impact environnemental et social devra être succinct, documenté sur le plan cartographique et devra comprendre les parties suivantes :

- Sommaire
- Résumé non technique
- Introduction
- Description et justification du projet
- Cadre légal et institutionnel (contraintes juridiques de la zone d'implantation)
- Description du milieu récepteur
- Analyse des variantes et description du projet retenu
- Consultations Publiques
- Identification et analyse des impacts (situation sans projet comprise)
- Étude de dangers et analyse des risques professionnels ;
- Plan de Gestion Environnementale et Sociale ;
- Plan de Suivi et de Surveillance ;
- Conclusion
- Annexes :

- Abréviations
- Liste des Experts ayant participé à l'élaboration du rapport
- Bibliographie et référence
- Personnes consultées
- TDR de l'étude
- Plans (situation etc.) ;
- Etc.

13. Produits attendus

Le Consultant fournira au promoteur, le rapport provisoire de l'étude d'impact environnemental en cinquante (50) exemplaires pour son dépôt à la Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés (DEEC), qui convoquera les membres du Comité technique à une réunion de pré-validation.

Le rapport final de l'étude, après intégration des observations, sera déposé en dix (10) exemplaires à la Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés, en plus d'une copie électronique.

14. Equipe de consultant

L'étude devra être menée par un consultant ou bureau d'études agrée par le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD). L'équipe d'experts devra comporter, en plus des experts déjà mentionnés :

- un océanographe ayant une bonne connaissance de la dynamique marine au niveau de la zone du projet et au niveau régional ;
- un spécialiste en gestion des pollutions et nuisances ;
- un cartographe
- un socio-économiste.

L'expert en étude de dangers devra avoir de fortes références en étude des risques I dangers et mesures d'urgence en exploitation off-shore.

NB : **Prise en compte des pertes d'actifs**

Si la mise en place des installations va nécessiter la perte d'actifs, le consultant devra élaborer un Plan de compensation des populations impactées avec toutes les modalités de réinstallation, les mesures de compensation, etc.

ANNEXE A-2 : LETTRE DE VALIDATION DES TdR PAR LA DEEC

République du Sénégal
Un Peuple - Un But - Une Foi
.....
MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT
ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE
.....
DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT
ET DES ETABLISSEMENTS CLASSES

N°1469/MEDD/DEEC/DEIE

Dakar, le 30 JUIN 2016

La Directrice

A
Monsieur Guillaume DEFAUX
Vice-président et Country Manager
KOSMOS ENERGY

DAKAR

Réf : *V/L KES-GD-2016_05_24_DEEC du 24 mai 2016*

Objet : *Validation des termes de référence de l'étude d'impact environnemental et social du projet Ahmeyim/Guembeul de production de gaz offshore au Sénégal et en Mauritanie.*

Monsieur le Vice-président,

J'accuse bonne réception des termes de référence de l'étude d'impact environnemental et social (EIES) du projet cité en objet.

Veuillez trouver, ci-joint, les observations de la Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés (DEEC) sur lesdits termes de référence (TDR).

La DEEC donne son accord pour le démarrage de l'étude sous réserve de l'intégration de ces points aux termes de référence. A cet effet, veuillez nous faire parvenir une copie des TDR finalisés.

Pour rappel, les TDR amendés devront être annexés au rapport d'EIES.

Je vous prie d'agréer, **Monsieur le Vice-Président,** l'assurance de ma considération distinguée.

P.J : *Observations de la DEEC sur les TDR*

P/ La Directrice de l'Environnement et des Etablissements Classés, pi

Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés

Cheikh FOFANA

Ampliation : *(pour information)*

- *DGL ;*
- *DIC ;*
- *DCPN ;*
- *DREEC/ Saint-Louis.*

République du Sénégal
Un Peuple - Un But - Une Foi
.....
MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT
ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE
.....
DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT
ET DES ETABLISSEMENTS CLASSES

N°1469/MEDD/DEEC/DEIE

Dakar, le 30 JUIN 2016

Observations de la Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés sur les Termes de Référence de l'Etude d'Impact Environnemental et Social du Projet Ahmeyim/Guembeul de Production de Gaz Offshore au Sénégal et en Mauritanie

Après examen du document, la Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés (DEEC) vous demande en sus des observations contenues dans les termes de référence soumis, de mettre l'accent sur les éléments ci-après :

1. Description du projet

L'étude devra décrire l'ensemble des composantes du projet ou infrastructures prévues en précisant au plan juridique leur localisation dans les différentes zones maritimes du droit international de la mer (Eaux intérieures, mer territoriale, Zone Economique Exclusive, Plateau continental, etc.).

Dans cette description du projet, le consultant devra mettre l'accent sur :

- les éléments constitutifs du projet et de ses aménagements connexes, en donnant les renseignements suivants : emplacement, délimitation, plan d'ensemble, taille ;
- les activités d'installation, les travaux de construction et d'exploitation y compris de maintenance ;
- les investissements de soutien hors site nécessaires etc.
- etc.

Cette description détaillée devra se faire par composante du projet (composante on-shore et composante off-shore) également couvrir l'ensemble du processus d'exploitation avec notamment des informations relatives :

- aux modalités d'exploitation et identification des émissions de la plate forme et de ces infrastructures annexes ;
- la plate-
- forme de forage et principales caractéristiques ;
- les différentes étapes de développement incluant, l'implantation, les essais, l'exploitation et le repli ;
- etc.

Elle devra également donner des informations sur :

- le plan de mobilisation du personnel ;

- les capacités organisationnelles et techniques prévues pour la prise en charge des aspects HSE durant les différentes phases du projet et/ou tout autre arrangement prévu avec des structures spécialisées ;
- l'application des meilleures techniques disponibles et des meilleures pratiques environnementales ;
- les installations et le matériel de chantier indispensable pour une analyse des impacts en phase chantier ;
- etc.

NB : une attention particulière devra être accordée aux installations /composantes qui seront installées sur le bief sénégalais avec une localisation précise de ces dernières.

→ **Description de la plate-forme et services auxiliaires du projet**

- les composantes ;
- les différents intrants et rejets des activités (source, caractéristiques, modes de gestion des déchets solides, des eaux usées et des émissions atmosphériques) ;
- produits chimiques et conditions de stockage ;
- appareils/équipements pouvant contenir éventuellement des matières dangereuses ;
- besoin en énergie et mode d'alimentation ;
- diagramme des flots et des processus ;
- processus d'émission de polluants dans l'air, eaux usées, et autres rejets
- approvisionnement en matériaux et autres intrants ;
- etc.

2. Description des conditions environnementales de base et détermination des incidences environnementales

Il sera procédé à :

- la délimitation et à la justification de la zone d'étude (zone d'étude restreinte et zone d'étude élargie) ;
- l'identification et la délimitation des sites sensibles ou présentant un intérêt écologique ou économique particuliers dans la ou les zones d'étude avec des informations précises sur leur statut ;
- l'analyse de l'état initial de l'environnement sur les plans naturel, socio-économique et humain ;
- l'analyse des activités socio-économiques actuelles et planifiées dans la zone d'implantation du projet et ses infrastructures connexes avec une analyse des interrelations avec le projet
- l'analyse de la sensibilité environnementale et sociale du projet et ses composantes connexes au regard de la sensibilité de son milieu d'accueil ;
- l'analyse des effets économiques et sociaux liés aux choix des sites d'implantation des différentes composantes et installations de chantier ;
- l'analyse des incidences directes ou indirectes des installations sur l'environnement en particulier sur les milieux naturels.

Les composantes environnementales à cibler sont :

➢ **Air :**

- identifier les composantes du projet qui affecteront la qualité de l'air ;
- identifier les sources d'émission ;
- évaluer les quantités de polluants dans les conditions normales de fonctionnement et hors normes de fonctionnement ;
- discuter la conformité des rejets avec la réglementation nationale et/ou les bonnes pratiques internationales, et leurs effets potentiels sur l'environnement et le milieu humain

➢ **Eau :**

- identifier les activités du projet qui peuvent affecter les eaux de surface, aussi bien en phase chantier que fonctionnement ;
- déterminer les besoins en eau et leur source ;
- donner les estimations des besoins en eau et décrire les moyens pour minimiser la consommation ;
- décrire et quantifier les eaux usées à rejeter ainsi que les effets de ces rejets sur les différents milieux.

➢ **Bruit :**

- identifier les activités qui vont affecter le niveau actuel du bruit, durant les phases d'implantation, de fonctionnement et de repli ;
- déterminer le niveau sonore prévisible des installations ;
- commenter et discuter l'impact du bruit sur le milieu.

➢ **Gestion des déchets :**

- évaluer la production des déchets à chaque étape du projet (travaux, exploitation et repli) ;
- pour chaque type de déchets : désignation, quantité, volume, mode de conditionnement, de transport, d'élimination ou de valorisation interne ou externe ;
- les effets potentiels mesures prises pour le traitement.

➢ **Faune et Flore :**

Une description de la flore et de faune du milieu naturel sur le site sera réalisée. Une attention particulière devra être portée à la présence d'aires protégées, de zones de reproduction dans l'environnement de la plateforme et ses composantes annexes ainsi que les couloirs de migration des espèces.

Une cartographie claire de ces zones sensibles et couloirs de migration devra être effectuée et leur situation par rapport aux différentes composantes du projet matérialisées.

3. Analyse des variantes

L'analyse des variantes prendra en compte à minima la variante "sans projet" et celle "avec projet".

Par ailleurs, l'analyse sera axée sur les techniques/équipements de conception et d'exploitation, les sites d'implantation des différentes composantes, sur la base d'une grille multicritère tenant compte des aspects économiques, sociaux, environnementaux, etc.

Aussi, Elle prendra également en compte, selon la durée du projet, le planning d'exécution du projet suivant les différentes saisons météo-océaniques et les effets potentiels sur les écosystèmes et en particulier les espèces protégées et les espèces migratoires.

Les variantes retenues devront être justifiées et détaillées.

NB : cette analyse des variantes devra permettre entre autres, de définir les éléments environnementaux ou de sécurité qui devront être prise en compte dans le design du projet.

4. Analyse des impacts

L'analyse des impacts devra se faire par composante du projet (A titre d'exemple : composante plate-forme offshore et transport, composante forage, composante plate-forme de traitement du gaz, composante île artificielle, composante on shore, etc.) et en fonction des différentes phases opérationnelles du projet (installation, travaux et mise en service, exploitation y compris la maintenance, fermeture et repli).

Suivant l'importance des impacts, le recours à des modélisations est recommandé afin de déterminer l'étendu spatiale de l'impact (Par exemple : érosion côtière, etc.). Cet aspect devra être pris en compte dans la consultation des services techniques compétents.

En raison de la présence dans la zone du projet de problématiques environnementales très aigues, une attention particulière devra être accordée aux effets cumulatifs. Ainsi, l'étude devra prendre en compte tous les projets en cours de réalisation ou prévus dans la zone.

Dans la mesure du possible, les impacts devront être quantifiés (Exemple : taux de recul de trait de côte, etc.)

5. Etude de dangers

L'étude de dangers devra donner pour chaque scénario, les défaillances, les causes et les conséquences ainsi que l'occurrence initiale, la gravité initiale, le risque initial, les barrières de prévention, l'occurrence finale, les barrières de protection, la gravité finale, le risque final et enfin le scénario résiduel et la cinétique. En outre, il sera procédé à une modélisation de la propagation des effets desdits scénarii sur fonds cartographique à une échelle permettant une identification claire des zones susceptibles d'être touchées. La modélisation intégrera :

- les incendies ;
- les explosions ;
- les déversements accidentels de produits.

Dans cette analyse, une attention particulière devra être accordée à l'environnement du site comme source externe de dangers pour les installations de « **KOSMOS ENERGY** » et vice versa avec des risques d'effets domino en cas d'incidents.

L'étude de dangers devra prendre en charge toutes installations (installations électriques, réseau hydrocarbures, manutention produits hydrocarburés, appareils à pression, etc.) présentes sur le site.

Par ailleurs, en raison du risque ATEX, l'étude de dangers procédera à la classification ATEX des différents sites / composantes avec des indications claires sur les caractéristiques des installations à mettre en place pour prendre en compte ce risque ATEX.

L'étude de dangers devra fournir tous les éléments permettant la réalisation du Plan d'Intervention d'Urgence en phase exploitation.

Outre, cette étude de dangers, il sera procédé à une analyse exhaustive des risques professionnels du projet.

En définitive, le consultant produira :

- un plan de gestion des risques et des dangers ;
- un plan de gestion des risques professionnels.

NB : Cette étude de dangers devra se faire par composante. Par ailleurs, le Guide méthodologique des Etudes de dangers du Ministère en charge de l'environnement pourra être utilisé.

6. Plan de Gestion Environnementale et sociale

Ce chapitre doit définir les mesures qui seront prises pour supprimer, réduire si possible, compenser les conséquences dommageables du Projet sur l'environnement.

Les mesures prises doivent être clairement définies. Cette définition comportera :

a. une description détaillée de la mesure ;
b. l'échéance ou le calendrier de mise en œuvre;
c. une désignation de l'organisme exécutant cette mesure.

Ces mesures concernent en particulier (liste non exhaustive) la prévention, la réduction, voire l'élimination :

- des rejets dans le milieu marin en vue de prendre en charge les impacts potentiels sur le milieu naturel, en particulier, la faune, la flore, l'équilibre des écosystèmes et sur le milieu humain ;
- des nuisances et/ou désagréments occasionnés aux riverains, aux utilisateurs de la zone et des ressources ;
- etc.

Elles concernent également la bonification des effets socio-économiques potentiels

Le PGES devra présenter l'ensemble des mesures d'atténuation durant les différentes phases du projet (installation, exploitation et repli projet) pour éliminer les impacts négatifs ou les ramener à un niveau acceptable. Le cas échéant, l'étude décrira les mesures envisagées pour optimiser les impacts positifs ; pour les impacts résiduels, elle présentera les mesures de compensation.

Elle présentera une évaluation de l'efficacité des mesures d'atténuation, de compensation et d'optimisation des impacts identifiés ainsi que les coûts et modalités de mise en œuvre de ces mesures. En définitive, le PGES sera présenté sous la forme d'un tableau récapitulatif avec les principaux résultats et recommandations du PGES, les impacts et mesures d'atténuation, les coûts afférents à chaque mesure d'atténuation de même que les responsabilités de mise en œuvre.

Dans ce plan de gestion environnementale et sociale, une attention particulièrement devra être accordée aux procédures de gestion et d'intervention en cas de fuites / déversement accidentelles de produits dangereux en mer.

Le PGES devra comporter un plan détaillé de démantèlement et de remise en état de toutes les zones perturbées par le projet ainsi que toute la stratégie de gestion des pollutions et déversements accidentels.

NB : afin de faciliter son exploitation et le suivi de sa mise en œuvre, le PGES devra se faire par composante du projet (Cf. Point 4 : analyse des impacts) et en fonction des différentes phase du projet (installation, travaux decontruction, exploitation, fermeture et repli).

7. Plan de Surveillance et de Suivi Environnemental

Il devra indiquer les liens entre les impacts identifiés et les indicateurs à mesurer, les méthodes à employer, la fréquence des mesures et la définition des seuils déclenchant les modalités de correction. Le plan de suivi doit identifier les paramètres de suivi ainsi que les coûts relatifs aux activités de suivi. Ce plan devra être présenté sous forme de tableau avec tous les aspects des modalités de surveillance et de suivi évaluées en termes de coûts et les responsabilités clairement définies.

Ce programme de suivi vise à s'assurer que les mesures d'atténuation sont effectivement mises en œuvre, qu'elles génèrent les résultats escomptés et qu'elles sont soit modifiées ou annulées si elles ne produisent pas de résultats satisfaisants.

A cet effet, des indicateurs chiffrés et mesurables devront être dans la mesure du possible proposés. Par ailleurs pour chaque indicateur, le lieu de monitoring (suivi) devra être défini de manière précise ainsi que le protocole de suivi.

Des rapports de surveillance et de suivi environnemental devront être planifiés à toutes les phases du projet pour vérifier le niveau d'exécution des mesures d'atténuation et évaluer les effets des travaux sur l'environnement.

NB : à l'image du PGES, afin de faciliter le suivi, le plan de surveillance et de suivi devra se faire par composante.

8. Participation Publique

La participation du public est un élément essentiel du processus d'évaluation environnementale et un moyen de s'assurer que le projet intègre les préoccupations du public. Aussi, le consultant devra respecter les directives du Sénégal en matière de consultation et de participation des communautés impliquées et des services étatiques concernées.

Pour cette raison, des séances d'information seront organisées avec les parties concernées afin de leur présenter le projet dans un résumé simple et de recueillir leur avis et suggestions afin de les prendre en compte si possible. Un accent particulier devra être mis sur les mesures de sécurité prévues autour des différentes composantes du projet et les zones de servitudes définies à cet effet.

En outre, le consultant devra développer en annexe dans le rapport :

- ✓ un plan de consultation publique ;
- ✓ les informations sur la prise en compte des observations formulées par les différentes parties rencontrées lors de la consultation publique.

La liste des personnes consultées devront être annexée au rapport d'EIES.

9. Elaboration de clauses HSE à insérer dans les DAO des entreprises et dans les contrats avec les fournisseurs et/ou autres prestataires sur la plateforme

Le consultant devra proposer des recommandations spécifiques à l'attention des entreprises de réalisation des travaux pour la protection de l'environnement, lesquelles directives devront être insérées au niveau du cahier des prescriptions techniques pour permettre le respect et la protection de l'environnement pendant l'exécution du chantier (installation de la plate forme).

Il proposera également les mesures en matière d'HSE que toute tierce entreprise prestataire de services et intervenant sur le projet devra respecter.

10. Renforcement des capacités

Le consultant devra évaluer la capacité des acteurs impliqués dans la mise en œuvre du PGES et proposer des mesures pour le renforcement institutionnel et/ou le renforcement des capacités techniques des parties prenantes concernées par cette mise en œuvre du PGES.

A cet effet, préparer un budget récapitulatif de toutes les actions et activités proposées dans le PGES.

11. Bilan Environnemental du projet

Une conclusion de l'étude d'impact dégageant les risques majeurs du projet sur l'environnement, l'efficacité des mesures proposées et les avantages que procure la réalisation de ce projet devra être présentée. En définitive, le consultant renseignera sur l'acceptabilité du projet sur site.

12. Structuration du rapport

L'étude d'impact environnemental et social devra être succinct, documenté sur le plan cartographique et devra comprendre les parties suivantes :

- Sommaire
- Résumé non technique
- Introduction
- Description et justification du projet
- Cadre légal et institutionnel (contraintes juridiques de la zone d'implantation)
- Description du milieu récepteur
- Analyse des variantes et description du projet retenu
- Consultations Publiques
- Identification et analyse des impacts (situation sans projet comprise)
- Etude de dangers et analyse des risques professionnels ;
- Plan de Gestion Environnementale et Sociale ;
- Plan de Suivi et de Surveillance ;
- Conclusion
- Annexes :

    - Abréviations
    - Liste des Experts ayant participé à l'élaboration du rapport
    - Bibliographie et référence
    - Personnes consultées
    - TDR de l'étude
    - Plans (situation etc.) ;
    - Etc.

13. Produits attendus

Le Consultant fournira au promoteur, le rapport provisoire de l'étude d'impact environnemental en cinquante (50) exemplaires pour son dépôt à la Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés (DEEC), qui convoquera les membres du Comité technique à une réunion de pré-validation.

Le rapport final de l'étude, après intégration des observations, sera déposé en dix (10) exemplaires à la Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés, en plus d'une copie électronique.

14. Equipe de consultant

L'étude devra être menée par un consultant ou bureau d'études agrée par le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD). L'équipe d'experts devra comporter, en plus des experts déjà mentionnés :

- un océanographe ayant une bonne connaissance de la dynamique marine au niveau de la zone du projet et au niveau régional ;
- un spécialiste en gestion des pollutions et nuisances ;

- un cartographe
- un socio-économiste.

L'expert en étude de dangers devra avoir de fortes références en étude des risques / dangers et mesures d'urgence en exploitation off-shore.

NB : Prise en compte des pertes d'actifs

Si la mise en place des installations va nécessiter la perte d'actifs, le consultant devra élaborer un **Plan de compensation des populations** impactées avec toutes les modalités de réinstallation, les mesures de compensation, etc.

ANNEXE A-3 : LETTRE DE VALIDATION DES TdR PAR LA DCE

République Islamique de Mauritanie
Honneur – Fraternité – Justice

Ministère de l'Environnement
et du Développement Durable

Direction du Contrôle Environnemental

الجمهورية الإسلامية الموريتانية
شرف – إخاء – عدل

وزارة البيئة والتنمية المستدامة

إدارة المراقبة البيئية

N°..... -234- / DCE/MEDD

الرقم : ..... إ.م.ب/و.ب.ت.م.

Nouakchott ,le 04 NOV 2016 واكشوط في

N/Réf
V/Réf

Le Directeur المـديـــــر

A Monsieur
Le Directeur de la Société Kosmos Energy Mauritanie

Objet *: Validation des termes de référence de l'EIE relative au projet d'Ahmeyin/Guembeul de gaz offshore en Mauritanie et au Sénégal au profit de Kosmos Energy, Mauritanie*

Réf.1 : Lettre n° 526/MPEMi/M 2016 du 16 juin 2016
Réf.2 : lettres n°165 /DCE/MEDD du 13 juin 2016
Réf.3 : Lettre n° 0383/VP/KEM/1016 du 26 octobre 2016

Suite à la transmission (Réf.1) des termes de références de l'étude d'impact environnemental du projet Ahmeyin/Guembeul, au profil de la société Kosmos Energy Mauritanie, j'ai l'honneur de vous informer que deux réunions de cadrage des dits termes de référence ont été organisées par la Direction du Contrôle Environnemental de la Mauritanie le 26 juin 2016 (Réf.2) à Nouakchott et la deuxième réunion conjointe avec la Direction de l'Environnement et des Etablissement Classés (DEEC) du Sénégal, organisée le 28 juin 2016 à Saint Louis.

A l'issue de ces deux réunions, une nouvelle version des TDR, tenant compte des remarques des participants, a été transmise à la DCE (Réf.3). Elle a été jugée conformes à la réglementation environnementale en vigueur et par conséquent satisfaisante.

A cet effet, j'ai l'honneur de vous annoter notre approbation des termes de référence de l'étude d'impact environnemental pour le projet cité en objet de la société Kosmos Energy Mauritanie.

Cheikh Tourad Ould Mohamed SAAD BOUH

المدير
Directeur
Direction du Contrôle Environnemental

Ampliations :
-Ministre
-SG /MEDD
-MEPMi

ص : 170 – هاتف/فاكس : 39 31 24 45 222 + - شارع 185 – 21 رقم : 838 – لكصر انواكشوط – موريتانيا
BP : 170 Tél./Fax : +222 45 24 31 39 Rue 21-185 – Ksar Nouakchott – Mauritanie

République Islamique de Mauritanie

Ministère de l'Environnement et du Développement Durable

Direction du Contrôle Environnemental

Projet Ahmeyim/Guembeul de production de gaz offshore en Mauritanie et au Sénégal
Commentaires sur l'avis de projet et les termes de référence de l'EIES soumis par Kosmos Energy Mauritania et Kosmos Energy Senegal (25 mai 2016)

Le 16 août 2016

N.B. : Les commentaires ci-dessous concernent les TDRs de l'EIES et l'avis de projet en tant que documents de références mais ils incluent également des commentaires et remarques plus générales en lien avec le projet lui-même

1. Les TDR envisagent des impacts potentiels sur des écosystèmes marins potentiellement de haute valeur et sensibles : identifier un programme de recherche

Dans les TDR de l'EIES, il convient d'insérer un paragraphe spécifiant que, au vu de l'état des connaissances aujourd'hui, une étude océanographique préliminaire d'ensemble doit être réalisée dans le cadre de l'EIES, dans les deux pays, dans les zones marines potentiellement affectées. Cette étude doit être menée par les centres de recherche des deux pays concernés, en partenariat avec des centres de recherche océanographique de référence internationale. Selon les résultats de l'étude océanographique préliminaire, celle-ci sera suivie d'autres études détaillées complémentaires, soit dans le cadre de l'EIES avant travaux, soit après le début des activités, dans le cadre d'un programme de recherche scientifique à définir avec les centres de recherche nationaux et internationaux impliqués. Dans cette perspective la bibliographie de référence pour ces TdRs mérite d'être enrichie.

2. Les TDR envisagent des impacts potentiels sur des aires protégées terrestres.

Dans ce cadre, il serait utile de rappeler les recommandations du Panel Scientifique sur les activités pétrolières et gazières (2007-2009) concernant les règles de No Go dans les espaces protégés en Mauritanie. Ce Panel avait été mobilisé par l'UICN à la demande du Ministère de l'Environnement de la Mauritanie. La version finale du rapport, avril 2009 indiquait notamment :

"Interdiction («NO GO»)
Toute activité d'exploration et de production d'hydrocarbures doit être interdite à l'intérieur des parcs nationaux existants (PNBA, parc national du Diawling).

"L'obligation de protection que la Mauritanie a édictée et à laquelle elle s'est engagée vis à vis de la Convention sur le Patrimoine mondial lors de la désignation du PNBA sur la liste du Patrimoine mondial l'oblige non seulement à contrôler les activités à l'intérieur de l'aire classée mais également à éviter que des activités menées à l'extérieur soient de nature à menacer l'intégrité de la zone protégée.

"En conséquence, dans le cas du PNBA, toute activité doit être interdite » au sein du parc e dans les blocs adjacents. (…).

"De même, au sud du pays, la réserve de Biosphère du programme l'Homme et la Biosphère (MAB), qui inclut le Parc national du Diawling comme zone centrale, devrait faire l'objet d'une attention particulière vis à vis des risques pétroliers. En conséquence, le Parc national de Diawling devrait être tenu à l'écart de toute activité pétrolière ; de même, la zone de transition, délimitée suivant l'accord entre le gouvernement et l'Unesco, ne peut accueillir selon les règles du MAB que des activités traditionnelles, ce qui exclut l'exploitation pétrolière."

La politique du Sénégal concernant les activités extractives dans les aires protégées maritimes et terrestres du pays mérite également d'être rappelée.

3. Aucune référence n'est faite aux blocs pétroliers / concessions de pêche/ concessions de chaque pays concerné.

Il serait utile de transposer les 4 éléments du projet KOSMOS (exploitation, transport, l'éventuelle île artificielle, mais aussi les éventuels gazoducs et éventuelles installations terrestres) sur une carte officielle portant les blocs pétroliers, et concessions de pêche en Mauritanie et au Senegal[1]... Cela permettrait de mieux mettre en lumière les acteurs concernés ainsi que les risques pour les uns et les autres (en matière juridique, ou de coordination en cas d'accident etc.).

[1] Rappelons que le rapport du Panel scientifique de 2009 fait référence à la carte des blocs pétroliers et gaziers qui était valide cette année là. Or, cette carte a été mise à jour depuis (voir notamment celle qui figure sur le site de l'ITIE (2014) : http://itie-mr.org/index.php/en/2014-06-10-08-10-15/secteur-petrolier).

Une carte claire aiderait à la fois à construire une cartographie des conflits et pourrait servir de base pour les dialogues et les négociations futurs.

4. Pourquoi les gazoducs vers la Mauritanie et le Sénégal et ne sont-ils pas inclus dans le projet ?

En quoi un développement rapide pour l'exportation permet-il d'envisager une disponibilité plus rapide du gaz pour le marché intérieur ? Ce paragraphe (p.6 de l'avis de projet) n'est pas très convaincant ; la mise en place dès le début de l'approvisionnement du marché intérieur peut être bien plus bénéfique en même temps que l'exportation ; ou avant (cf. CNPC au Tchad et Niger). En termes de développement, il est sans doute plus important pour les deux pays d'avoir de l'électricité abondante et bon marché qu'une rente de plus…

Le fait de repousser à plus tard la satisfaction des marchés intérieurs en gaz est un grand risque pour les pays hôtes. En général, tous les projets à plusieurs phases sont risqués (quel que soit l'ordre des phases : dans le cas du Tchad et du Niger la CNPC n'exporte pas encore, après avoir choisi d'alimenter d'abord les marchés intérieurs …). La part de production exportée par rapport à celle qui sera réservée pour les besoins domestiques n'est précisée nulle part (or la transparence doit aussi s'appliquer à ce niveau-là). Avoir une idée plus précise sur le sujet serait utile y compris pour appréhender les risques dans le cadre de l'EIE.

C'est pourquoi, pour le bien des pays hôtes, la question relative à l'approvisionnement intérieur-extérieur doit être examinée sans limite ni préalable. Cette analyse pourrait ensuite déboucher sur une conclusion : celle d'impliquer l'inclusion des gazoducs vers les côtes mauritano- sénégalaises dans le projet. Cela serait d'autant plus logique que ce sont ces deux investissements-là qui pourraient avoir le plus d'impacts (notamment d'impacts cumulatifs).

La notion **d'impact cumulatif** (de différentes activités gazières; d'activités simultanées de pêche et gazières;) mérite d'ailleurs d'être abordée explicitement dans l'avis de projet et dans les TDR.

5. Pourquoi avoir choisi la construction d'une île artificielle au lieu d'envisager des installations terrestres en bout de gazoduc dans chaque pays?

Sans faire abstraction des enjeux politiques bien présents à l'esprit des commentateurs, on aurait pu, dans la continuation de la réflexion antérieure, au lieu de l'île artificielle (plateforme d'exportation commune... p. 7), envisager des installations de transformation à terre, en bout de chaque gazoduc (Mauritanie et Sénégal), loin des aires protégées, loin de l'embouchure du fleuve Sénégal et dans des zones plus sûres... Pourquoi cette alternative-là ne fait fait-elle plus partie des options à étudier dans l'EIES?

« Empreinte du projet : il est estimé que la solution d'une installation près des côtes réduit les risques en matière d'environnement, de sécurité et de sûreté ».
Cela semble même a priori plutôt contre-intuitif. Il faut donc le démontrer, car cette île présente aussi des risques. La justification de cette option doit apparaître clairement avec une comparaison entre les impacts d'une telle installation et ceux d'autres designs.

- Risque environnemental
    - faible profondeur, proximité des côtes
    - impact "foncier marin" sur la pêche (industrielle et artisanale)
    - impact navigation qui va augmenter entre Nouakchott, Dakar et l'île artificielle (plus près des côtes que le rail de navigation international)
    - accentuation potentielle de la menace qui plane sur la Langue de Barbarie et Saint Louis : l'érosion littorale, qui sera accentuée par la hausse du niveau marin liée au changement climatique (risque de disparition des quartiers de pêcheurs puis de l'ile). **L'île artificielle et surtout les futurs aménagements entre celle-ci et la côte ainsi que les aménagements à la côté auront-ils des conséquences sur les courants, les vagues, le transport sédimentaire, notamment autour de St Louis ? C'est une question à laquelle l'EIES devra apporter des réponses à la condition d'inclure à son périmètre la partie côtière du projet…**

6. Un effort immense de renforcement des capacités pour la gestion des impacts et la préservation des espaces marins et terrestres fragiles.

Le grand nombre d'aires protégées terrestres de différents types et statut dans la zone d'influence du projet est bien montré dans le document. Cependant, l'enjeu de préservation des espaces marins n'est pas assez mis en exergue. Les TDR de l'EIES doivent inviter à mieux faire apparaître les enjeux de préservation, aussi bien des espaces marins que des espaces terrestres (en termes de participation / implication / coordination, etc.). Les TDR doivent exiger un inventaire de l'état actuel de la coordination des activités de préservation des espaces marins et terrestres dans les deux pays et des propositions de feuille de route et d'investissements pour leur renforcement.

7. Quel référentiel pour le projet et les TDR?

Aussi bien dans l'avis de projet que dans les TDR, il convient d'insérer un tableau qui précise explicitement l'ensemble des normes de référence par type d'opérations ou d'équipements (SFI, BPII, autres, projet de normes nationales, sous-régionales etc.).

8. Les documents se réfèrent à des projets sociaux sans les préciser.

Dans la p. 2 (paragraphe 3) l'avis de projet se réfère à des projets sociaux : selon une logique de RSE (démarche volontaire) ou conformément à la réglementation en vigueur ? Il serait bon de le préciser et de préciser la nature des projets sociaux déjà réalisés, en cours et en préparation.

9. Commentaires spécifiques

p. 3 de l'avis: carte
- la bathymétrie mériterait peut-être d'être affichée pour qu'on comprenne bien les raisons de la séparation entre les 2 zones de production (zone offshore) et transformation (iles artificielles)

p. 4 : caractéristiques des navires d'entreposage ? (cf. discussion sur le FPSO simple / double coque)

Figure 2.1 : pourquoi la plateforme de prétraitement est-elle en « amont » du brise-lames ?

Le paragraphe 2.2.2 confirme l'impression que l'ile artificielle près de la côte concentrera une bonne partie des impacts, notamment durant la construction…

Question : caractéristiques de tous les bateaux mobilisés pour phases construction et production ? (double coque?... quels référentiels?)

Quid des capacités opérationnelles, organisationnelles et équipements (navires) d'intervention en cas d'accident ?

Le fait que la SFI et la loi mauritanienne ne rendent pas obligatoire un volet consacré à l'intervention d'urgence en cas de danger / d'accident n'est pas suffisant pour justifier de placer cette dimension en annexe. Au contraire, la complexité des coordinations en cas de sinistre (2 Etats ; nombreuses administrations d'aires protégées, etc.) milite pour qu'un Plan de réponse en cas d'accident soit élaboré dans le cadre de l'EIES et fasse partie du document principal.

Dans le 6.0., il manque peut-être des éléments (où le placer ? dans le 6.2 exigences particulières ?)

- sur les possibilités d'emploi et d'affaires locales. Prendre en compte la différence entre Dakar et Nouakchott d'une part ; mais aussi d'autres localités, et notamment les villages de pêcheurs
- dans la liste des parties prenantes en Mauritanie au Sénégal et. Ajouter les universités de Nouakchott et Saint Louis

P16 et 17 des TdRs la liste des espèces pélagiques et démersales n'est pas très représentative. La liste des démersaux omet par exemple la principale ressource halieutique de Mauritanie : le poulpe… de même il faudrait mentionner à tout le moins crevette et crabe. La courbine est plutôt pélagique (même s'il est vrai qu'elle dépend principalement de ressources démersales au moins à certains stades de son cycle. En tout cas, il serait logique de la classer avec le mulet et non séparément).

ANNEXE B: CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DES INFRASTRUCTURES, DES NAVIRES, DES HÉLICOPTÈRES ET DES AUTRES ÉQUIPEMENTS DU PROJET ET DONNÉES COMPLÉMENTAIRES

Annexe B
Caractéristiques techniques des infrastructures, des navires, des hélicoptères et des autres équipements du projet et données complémentaires

AVIS

Cette annexe présente les caractéristiques techniques des éléments importants des installations du projet GTA de production de gaz. Ces informations sont à titre indicatif pour des infrastructures similaires typiques puisque le processus de sélection des fournisseurs n'est pas à ce jour terminé. Ces informations sont notamment présentées sous forme de fiches techniques développées par des fournisseurs potentiels de ces éléments et sont disponibles uniquement en langue anglaise. Pour des raisons de propriété intellectuelle et d'autorisation, il n'a pas été possible de traduire et de produire en français ces fiches techniques dans le cadre de la présente étude d'impact environnementale et sociale. Dans un souci de permettre aux lecteurs de bien comprendre les informations contenues dans ces fiches, un index terminologique anglais-français des principaux termes techniques a été élaboré et est présenté à la sous-section B.1 de la présente annexe.

CONTENU DE L'ANNEXE

B.1 Index

B.2 Diagrammes et détails relatifs aux infrastructures

- B.2.1 Brise-lames (y compris le quai mobile, la plateforme avec tube prolongateur et la plateforme LS)
- B.2.2 Unité flottante de production, de stockage et de déchargement (FPSO)
- B.2.3 Méthanier
- B.2.4 Installations d'amarrage
- B.2.5 Système de production sous-marin
- B.2.6 Pipeline

B.3 Caractéristiques techniques des navires

- B.3.1 Drague
- B.3.2 Navire transbordeur de blocs de pierre
- B.3.3 Navire de soutien
- B.3.4 Barge-grue
- B.3.5 Barge de charge (HLD)
- B.3.6 Navire d'ancrage
- B.3.7 Remorqueur
- B.3.8 Bateau patrouilleur
- B.3.9 Navire de réserve

B.3.10 Navire d'approvisionnement
B.3.11 Bateau d'équipage
B.3.12 Flotel
B.3.13 Navire de pieux
B.3.14 Barge-derrick
B.3.15 Navire polyvalent
B.3.16 Navire poseur de conduites en S
B.3.17 Navire poseur de conduites en J
B.3.18 Navire transporteur de charges lourdes
B.3.19 Navire de reconnaissance avec ROV
B.3.20 Navire transporteur de conduites
B.3.21 Navire de soutien aux opérations de plongée
B.3.22 Navire poseur d'ombilicaux
B.3.23 Navire de forage
B.3.24 Navire-citerne de condensat
B.3.25 Navire transporteur de lignes d'amarrage
B.4 Caractéristiques techniques des hélicoptères
B.4.1 AgustaWestland AW 139
B.5 Documents de support
B.5.1 Émissions atmosphériques totales — Préparation, construction et installation
B.5.2 Émissions atmosphériques totales — Opérations
B.5.3 Émissions atmosphériques totales — Fermeture

B.1

Index

English	Français
Accommodation	Hébergement
Air compressor	Compresseur d'air
Air diving systems	Systèmes de plongée à air
Air draft	Tirant d'air
Anchor chain	Chaîne d'ancre
Anchor mooring system	Système d'ancrage et d'amarrage
Anchor mooring winch	Treuil d'ancrage et d'amarrage
Anchor system	Système d'ancrage
Anchor vessel	Navire d'ancrage
Anchor winch	Treuil d'ancrage
Anchor/towing winch	Treuil d'ancrage et de remorquage
Anchors	Ancres
Anti pollution	Anti-pollution
Anti-heeling pumps	Pompes anti-inclinaison
Anti-heeling system	Système anti-inclinaison
Anti-heeling tanks	Réservoirs anti-inclinaison
Anti-pollution equipment	Équipement antipollution
Approach location for supply boat	Lieu d'approche du navire d'approvisionnement
Autopilot	Autopilote
Auxiliary	Auxiliaire
Auxiliary block	Moufle auxiliaire
Auxiliary capacity	Capacité auxiliaire
Auxiliary crane	Grue auxiliaire
Auxiliary engines	Moteurs auxiliaires
Auxiliary equipment	Équipement auxiliaire
Auxiliary machinery	Machines auxiliaires
Auxiliary whip	Cartahu auxiliaire
Auxiliary winch	Treuil auxiliaire
Back-up generator	Génératrice auxiliaire
Baggage compartment	Soute à bagages
Ballast	Ballast
Ballast capacity	Capacité de ballastage
Ballast pump	Pompe de ballast
Ballast system	Système de ballasts
Ballast water	Eau de ballast
Ballasting tanks	Citernes de ballastage
Barite/Bentonite	Barite/Bentonite
Base oil capacity	Capacité en huile de base
Basic functions	Fonctions de base
Bathymetry	Bathymétrie
Beam	Largeur
Beam overall	Largeur totale
Berth cabins	Cabines à couchette
Berths	Couchettes

English	Français
Bilge pumps	Pompes de cale
Bilge water	Eau de cale
Bilge/general service	Cale/entretien général
Blast overpressure hazard range	Portée de risque de surpression du souffle
Boat landings	Débarcadères
Boilers	Chaudières
Bollard pull	Puissance de traction
Bollard pull ahead	Puissance de traction à l'avant
Bollard pull astern	Puissance de traction à l'arrière
Boom length aux	Longueur flèche auxiliaire
Boom length main	Longueur flèche principale
Boom length whip	Longueur flèche cartahu
Bottom tension	Tension au fond
Bow	Proue
Bow anchors	Ancres de proue
Bow ramp	Rampe d'étrave
Bow thruster	Propulseur d'étrave
Brake holding capacity	Capacité de retenue du frein
Breadth	Largeur
Breadth moulded	Largeur hors membrures
Breakwater	Brise-lames
Bridge alarm	Alarme de pont
Brine storage	Stockage de saumure
Builder	Fabricant
Bulk	Cargaison en vrac
Bulk cement	Ciment en vrac
Bulk tanks	Réservoir de vrac
Bunkers	Combustible de soute
Cabins	Cabines
Call sign	Indicatif d'appel
Capacities	Capacités
Capacity	Capacité
Capstans	Cabestans
Carbon dioxide	Dioxyde de carbone
Carbon monoxide	Monoxyde de carbone
Cargo capacity	Capacité de cargaison
Cargo deck	Cargaison en pontée
Cargo deck area	Superficie de cargaison en pontée
Cargo handling system	Système de manutention de cargaison
Cargo on deck	Marchandises en pontée
Carousel in-hold	Carrousel en cale
Carousel on-deck	Carrousel en pontée
Catering staff	Personnel de restauration
Cementing	Cimentation

English	Français
Certified to carry	Certifié pour le transport
Chain fork	Fourche à chaîne
Chain lockers	Soute aux chaînes
Chain size	Taille de chaîne
Chains	Chaînes
Chasing speed	Vitesse de poursuite
Chemical/Acid	Produits chimiques/acides
Chemical/Acid tanks	Résevoirs de produits chimiques/acides
Choke and kill	Système de duse et d'injection
Class notation	Cote de classe
Class society	Société de classification
Class society	Société de classification
Classification	Classification
Clear deck	Pont dégagé
Clear deck area	Superficie de pont dégagé
Clear deck space	Espace de pont dégagé
Clearance from slide debris	Dégagement p/r aux débris d'affaissement
Clusters of mooring chains	Groupes de chaînes de mouillage
Color video sounder	Sondeur vidéo en couleur
Communication & navigation	Communications et navigation
Communications	Communications
Communications systems	Système de communications
Compass	Boussole
Compensator	Compensateur
Condensate carrier	Navire transporteur de condensats
Construction type	Type de construction
Construction year	Année de construction
Construction/Classification	Construction/classe
Container fittings	Raccords de conteneurs
Containment system	Système de confinement
Contour	Contour
Control systems	Systèmes de contrôle
Conversion year	Année de conversion
Conversion/Integration	Conversion/intégration
Cooling system	Système de refroidissement
Coral exclusion zone	Zone d'exclusion liée aux coraux
Cranage	Grutage
Crane	Grue
Crane barge	Barge-grue
Crane performance	Performance de la grue
Crane vessel	Grue flottante
Crew boat	Bateau d'équipage
Cross gully in lower slope region	Croisement de ravins dans la région inférieure du talus

English	Français
Cruise speed	Vitesse de croisière
Cruising	Navigation de croisière
Davits	Bossoirs
Deadweight	Pont en lourd
Deadweight max.	Point en lourd max.
Deadweight tonnage	Pont en lourd
Deck area	Superficie du pont
Deck cargo	Chargement en pontée
Deck covering	Revêtement de pont
Deck crane	Grue de pont
Deck equipment	Équipement de pont
Deck lay-out	Aménagement du pont
Deck load	Pontée
Deck machinery	Machines de pont
Deck strength	Résistance de pont
Deckspace (approx)	Surface de pont (approx.)
Decommissioning	Fermeture
Delivery date	Date de livraison
Depth	Profondeur
Depth at sides	Profondeur sur les côtés
Depth boat deck	Profondeur du pont des embarcations
Depth main deck	Profondeur du pont principal
Depth mid.	Profondeur au milieu
Depth moulded	Creux sur quille
depth range	Plage de profondeurs
Depth range auxiliary block	Plage de profondeurs moufle auxiliaire
Depth recorder	Échosondeur
Depth sounder	Sondeur
Depth to maindeck	Profondeur jusqu'au pont principal
Derrick	Derrick
Derrick barge	Barge-derrick
Derrick/lay barge with heavy-lift and pipelay capabilities	Derrick/barge de pose avec capacités de charges lourdes et de pose de conduites
Desciptive note	Note descriptive
Design	Design
Detergent	Détergent
Diesel electric vessel	Navire à propulsion diesel-électrique
Dimensions	Dimensions
Dirty oil	Huile usée
Discharge pipe	Conduite de rejet
Displacement	Déplacement
Disponent ownership and manager	Armateur disposant
Distribution	Distribution
Dive support vessel	Navire de soutien aux opérations de plongée

English	Français
Diverter	Déflecteur
Diving system	Système de plongée
Diving vessels	Navires de plongée
Doppler log	Loch Doppler
Doppler speed log	Loch Doppler
Double berth cabins	Cabines à couchette simple
Double joint work stations	Postes de travail doubles communs
Draft	Tirant d'eau
Draught	Calaison
Drawworks	Treuil de forage
Dredger	Drague
Drill collars	Masse-tige
Drill pipe	Tige de forage
Drill water	Eau de forage
Drill/Ballast water	Eau de forage/de ballast
Drilling depth	Profondeur de forage
Drilling equipment	Équipement de forage
Drillship	Navire de forage
Driven by	Propulsé par :
Drop down	Remous
Dry bulk	Vrac sec
Dynamic positioning	Ancrage dynamique
Dynamic positioning systems	Systèmes de positionnement dynamique
Echo sounder	Échosondeurs
Economical	Navigation économique
Economical speed	Vitesse de navigation économique
Eight-point system	Système en huit points
Electric power	Alimentation électrique
Electronics	Électronique
Emergency generator	Génératrice de secours
Emergency power	Alimentation de secours
Engine	Moteur
Equipment	Équipement
Equipped for well treatment operations	Équipé pour les opérations de traitement de puits
Exhaust gas recirc	Recirculation du gaz d'échappement
Extended accommodation	Hébergement prolongé
External load	Charge externe
Extra berths	Couchettes additionnelles
Extra people allowed on board	Personnes additionnelles acceptées à bord
Fabrication yard	Chantier de fabrication
Fast Rescue boat	Canot de secours rapide
Features	Caractéristiques
Feed gas platform- see drawings	Plateforme de gaz d'alimentation - voir plans
Fendering	Gardes anti-chocs

English	Français
FFI	FFI
Fibre optic comms link	Ligne de communication en fibre optique
Fibre optic distribution to be confirmed in feed	Distribution par fibre optique à confirmer dans le flux
Fifi monitor	Dispositif de surveillance pour la lutte contre les incendies
Fifi set	Installations de lutte contre les incendies
Fire fighting ship 1 or 2	Navire de lutte contre les incendies 1 ou 2
Firefighting	Lutte contre les incendies
Firefighting equipment	Équipement de lutte contre les incendies
Firefighting monitors	Dispositifs de surveillance pour la lutte contre les incendies
Firefighting pumps	Pompes de lutte contre les incendies
Flag	Pavillon
Flag state	État du pavillon
Flag state authority	Autorité de l'État du pavillon
Flexible jumper	Raccordement flexibles
FLNG	FLNG (navire de liquéfaction et d'entreposage flottants de gaz naturel)
Floating production, storage, and offloading vessel	FPSO (Unité flottante de production, de stockage et de déchargement)
Flotel	Flotel
Foam	Mousse
Forced ventilation	Ventilation forcée
Four davit launched lifeboats	Quatre canots de sauvetage lancés par bossoirs
FPSO preliminary spread moored layout	Aménagement préliminaire du tronçon amarré du FPSO
FRC safety equipment	Équipement de sécurité des ERS
FRC working suits	Combinaisons de travail pour ERS
Free deck area	Superficie de pont dégagé
Freeboard	Franc-bord
Fresh water	Eau douce
Fresh water pressure set	Réservoir d'eau douce sous pression
Fresh water production	Production d'eau douce
Fresh water pump	Pompe d'eau douce
Fuel	Carburant
Fuel consumption vs speed	Consommation de carburant p/r à la vitesse
Fuel oil	Mazout
Fuel pump capacity	Capacité des pompes à combustible
Fuel pumps	Pompes à combustible
Fuel winch	Treuil à combustible
Full transit speed	Vitesse maximale de déplacement
Future central tortue development not shown	Projet de développement Central Tortue futur non montré
Gamen construction support vessel	Navire de soutien à la construction Gamen

English	Français
Gas compression capacity	Capacité de compression du gaz
Gas deposition	Dépôt de gaz
Gas export pipeline/riser	Pipeline/tube prolongateur d'exportation de gaz
Gas injection	Injection de gaz
Gas injection risers	Tubes prolongateurs pour l'injection du gaz
Gas injection wells	Puits pour l'injection du gaz
Gas lift risers	Tubes prolongateurs de gaz-lift
Generator sets	Groupes électrogènes
Generators	Génératrices
Greenhouse gas	Gaz à effet de serre
Gross tonnage	Jauge brute
Guard vessel	Bateau patrouilleur
Gyro	Gyroscope
Gyro compass	Gyrocompas
Gyro/autopilot	Gyro/pilote automatique
Handling	Manutention
Harbour generator set	Groupes électrogènes portuaires
Heave compensated	Compensation de pilonnement
Heavy fuel	Combustible lourd
Heavy lift vessel	Navire transporteur de charges lourdes
Heeling tanks (55%)	Réservoirs d'inclinaison (55 %)
Helicopter deck	Hélipont
Helicopter deck capacity	Capacité de l'hélipont
Helicopter facilities	Installations pour hélicoptères
Helideck	Hélipont
Hoist	Palan
Hoisting equipment	Équipement de levage
Hoisting speed	Vitesse de levage
Holds	Cales
Home port	Port d'attache
Hopper capacity	Capacité de trémie
Horizontal carousel reel	Dévidoir carrousel horizontal
Hub facility overall layout	Aménagement général des installations du hub
Hull	Coque
Hull construction type	Type de bâti de coque
Hull information	Caractéristiques de la coque
Hybrid propulsion	Propulsion hybride
Hydraulic AHT winch	Treuil RRM hydraulique
Hydraulic oil	Huile hydraulique
Hydraulic system	Système hydraulique
Immersion suits	Combinaisons d'immersion
Import/Export risers	Tubes prolongateurs pour l'importation/l'exportation du gaz
In port consumption	Consommation au port

English	Français
Inboard dredge pumps	Pompes à déblais à bord
Incinerator	Incinérateur
Inflatable lifejackets	Vestes de sauvetage gonflables
Injection pump	Pompe d'injection
Installed power	Puissance installée
Internal load	Charge interne
Interpreted coral	Présence interprétée de coraux
Jacking system	Système de levage
Jet pump	Pompe à jet
Landing string	Train de forage
Launch and recovery	Système de mise à l'eau et de récupération
Lay equipment	Équipement de pose de conduites
Lay system	Système de pose de conduites
Lay vessel north ocean 102	Navire poseur de conduites North Ocean 102
Leg length	Longueur de palée
Length	Longueur
Length breadth	Longueur largeur
Length moulded	Longueur hors membrures
Length of each mooring line chain	Longueur de chaque chaîne de ligne d'amarre
Length of vessel	Longueur du navire
Length overall	Longueur totale
Life boat	Embarcation de sauvetage
Life rafts	Radeaux de sauvetage
Life saving appliances	Dispositifs de sauvetage
Life-jackets	Gilets de sauvetage
Lifesaving capacity	Capacité de sauvetage
Lifesaving equipment	Équipement de sauvetage
Lift height above deck	Hauteur de levée au-dessus du pont
Lifting capacity	Capacité de levage
Light draft	Tirant d'eau lège
Light ship weight	Poids de navire lège
Liquefied natural gas carrier	Méthanier
Liquid mud	Boue liquide
LNG carrier	Méthanier
LNG loading area see drawings	Zone de chargement du GNL — voir plans
Load	Charge
Low sulphur diesel oil	Carburant diesel à faible teneur en soufre
Lowering system	Système d'abaissement
Lube oil	Huile de graissage
Lubes	Lubrifiants
Lubrication oil	Huile lubrifiante
Luffing time	Temps de descente de la flèche
Machinery	Machines
Machinery/Performance	Machines/performance

English	Français
Main block	Bloc principal
Main contractors	Principaux entrepreneurs
Main crane	Grue principale
Main deck heave compensated crane	Grue à compensateur de pilonnement sur pont principal
Main dimensions	Dimensions principales
Main engine	Moteur principal
Main engines/generators	Moteur/génératrices principaux
Main export pipeline route (bathymetry/seabed features)	Trajectoire du pipeline principal d'exportation (bathymétrie/particularités du plancher océanique)
Main gear	Engrenage principal
Main generator	Génératrice principale
Main generator sets	Groupes électrogènes principaux
Main hoist	Palan principal
Main hook cap revolving	Capacité du crochet principal, en rotation
Main hook capacity fixed	Capacité du crochet principal, fixe
Main inflatable life rafts	Principaux radeaux de sauvetage gonflables
Main power	Alimentation principale
Main propeller	Hélice principale
Main propulsion	Propulsion principale
Main sailing	Navigation principale
Main thrusters (two)	Propulseurs principaux (deux)
Main vessel data	Données propres au navire principal
Main winch	Treuil principal
Make	Marque
Make and type	Marque et type
Manager	Gestionnaire / Responsable
Manoeuvring & propulsion systems	Systèmes de manœuvre et de propulsion
Marine gas oil	Gazoil marin
Mauritania-Senegal maritime boundary	Frontière maritime mauritano-sénégalaise
Max deck load	Pontée maximale
Max OD	DE maximal
Max operating draft	Tirant d'eau utile maximal
Max ramp weight	Masse maximale sur l'aire de trafic
Max rate of climb	Vitesse ascensionnelle maximale
Max speed	Vitesse maximale
Max water depth	Profondeur maximale
Max. draft	Tirant d'eau max.
Max. draught	Calaison max.
Max. lay speed	Vitesse max. de pose
Max. operating draft	Tirant d'eau utile maximal
Max. product OD	DE max. du produit
Max. transit speed	Vitesse max. de déplacement
Maximum	Maximum

English	Français
Maximum capacity	Capacité maximale
Maximum draft	Tirant d'eau maximal
Maximum dredging depth	Profondeur de drague maximale
Maximum endurance	Autonomie maximale
Maximum lift height above water level	Hauteur maximale de levage au-dessus du niveau de la mer
Maximum lift height above water level auxiliary hoist	Hauteur maximale de levage au-dessus du niveau de la mer — palan auxiliaire
Maximum line pull including dynamics	Traction nominale maximale, y compris la dynamique
Maximum pull winches	Traction maximale des treuils
Maximum range	Portée maximale
Maximum revolving capacity	Capacité maximale en rotation
Maximum transit speed	Vitesse maximale de déplacement
Medical	Personnel médical
Meg injection line	Conduite d'injection de monoéthylène glycol
Methane	Méthane
Methanol pump	Pompe à méthanol
Metric equivalents	Équivalents métriques
Min and max OD	DE min. et max.
Min OD	DE min.
Min water depth	Profondeur minimale
Min. product OD (2-track)	DE min. du produit (2 voies)
Min. product OD (4-track)	DE min. du produit (4 voies)
Min/Max operating draft	Tirant d'eau utile max./min.
Minimum height	Hauteur minimale
Mixing tanks	Réservoirs de mélange
Module handling and ROV support to 1,200m depth	Manipulation des modules et soutien au ROV jusqu'à une profondeur de 1 200 m
Module handling system	Système de manipulation des modules
Module handling tower for 35t (upgradeable to 60t) deployment/recovery in 5 mHs via enclosed moonpool.	Tour de manipulation des modules pour déploiement/récupération de 35 tonnes (mise à niveau possible jusqu'à 60 tonnes) en 5 mHs par l'entremise d'un puits central fermé
Moon pool	Puits central
Mooring	Amarrage
Mooring fixed point (typical)	Point fixe d'amarrage (typique)
Mooring gear	Équipement d'amarrage
Mooring line vessel	Navire transporteur de lignes d'amarre
Mooring system	Système d'amarrage
Mooring system type	Type de système d'amarrage
Moulded breadth	Largeur hors membrures
Moulded depth	Profondeur hors membrures
Mud pumps	Pompes à boues
Multi-service vessel	Navire polyvalent

English	Français
Nautical	Composantes nautiques
Nautical and communication equipment	Équipement nautique et équipement de communication
Navigation	Navigation
Navigation lighting and communication system according to classification	Feux de route et système de communications en vertu de la classe
Navigation system	Système de navigation
Navigation/Communication equipment	Équipement de navigation/communications
Net tonnage	Charge utile
Networks	Réseaux
Nitrous oxide	Oxyde nitreux
Normal transit speed	Vitesse normale de déplacement
Number of anchor legs	Nombre de bouées d'amarrage immergées
Official flag	Pavillon officiel
Offloading system	Système de déchargement
Offshore characteristics	Caractéristiques offshore
Offshore crane	Grue offshore
Offshore heavy lift jack-up vessel	Navire pour charges lourdes en zone offshore
Oil handling capacity	Capacité de manutention des hydrocarbures
Oil production capacity	Capacité de production pétrolière
OK to cross gully splay deposit	Peut traverser les dépôts de points de divergence des ravins
Operating draft	Tirant d'eau utile
Operating parameters	Paramètres d'exploitation
Operating status	État de fonctionnement
Operation	Opérations
Operational	Fonctionnel
Operational conditions	Conditions de fonctionnement
Operator	Opérateur
Optional equipment	Équipement facultatif
Options	Options
Original hull fabrication year	Année de fabrication de la coque originale
Other	Autre
Other facilities	Autres installations
Overall height	Hauteur totale
Owner	Propriétaire
Oxides of nitrogen	Oxydes d'azote
Passenger seating	Places pour passagers
Passengers	Passagers
Pay load (max)	Charge utile (max.)
People capacity	Capacité (nombre de personnes)
Performance containers	Performance — conteneurs
Performance dry cargo	Performance — cargaison sèche
Performances	Performances
Performances (approx.)	Performances (approx.)

English	Français
Permanent or disconnectable mooring	Amarrage permanent ou amovible
Perpendicular crossing of headwall scarp	Croisement perpendiculaire de l'escarpement abrupte du talus
Personnel access to FLNG	Accès du personnel au FLNG
Personnel access to FLNG LQ	Accès du personnel aux logements du FLNG
Personnel rescue davit	Bossoir pour sauvetage du personnel
Pig launcher	Dispositif de lancement du piston racleur
Piling vessel	Navire de pieux
Pipe carrier vessel	Navire transporteur de conduites
Pipelay equipment	Équipement de pose de conduites
Pipeline buffer	Zone tampon des pipelines
Pipeline route reconnaissance gardline preliminary data	Données préliminaires de Gardline — reconnaissance de la trajectoire du pipeline
Planned pipeline	Pipeline prévu
Port of register	Port d'immatriculation
Port of registry	Port d'immatriculation
Positioning	Positionnement
Positioning system	Système de positionnement
Possible failure surface	Effondrement de surface possible
Potable water	Eau potable
Power	Puissance
Power & propulsion	Puissance et propulsion
Power distribution	Distribution électrique
Power each	Puissance individuelle
Power system design	Design du système d'alimentation
Powerplant	Groupe motopropulseur
Pre load	Précharge
Preparation and installation	Préparation et installation
Previous name(s)	Ancien(s) nom(s)
Primary generators	Génératrices principales
Process and storage capacity	Capacité de traitement et de stockage
Product storage	Stockage des produits
Production flowline/riser/well jumper	Ligne/tube prolongateur/liaison sous-marine de production
Production risers	Tube prolongateur de production
Production wells	Puits de production
Propeller	Hélice
Propeller diameter	Diamètre de l'hélice
Propulsion	Propulsion
Propulsion machinery	Machines de propulsion
Propulsion power	Puissance de propulsion
Propulsion system	Système de propulsion
Propulsion/Power	Propulsion/puissance
Propulsive/Total HP	HP de propulsion/nbre total de HP
Provision crane	Grue de ravitaillement

English	Français
Pumps	Pompes
Pumps with discharge rates	Pompes avec taux de rejet
Rack	Support aérien de conduites
Radar	Radar
Radio	Radio
Radio and navigation equipment	Équipement radio et dispositifs de navigation
Ramp station	Passerelle d'escale
Reduction in fuel consumption	Diminution de la consommation de carburant
Reel drive system	Système de rabatteur à entraînement
Reference systems	Systèmes de référence
Regas capacity	Capacité de regazéification
Remote operated vehicles	Véhicule sous-marin téléguidé (ROV)
Rescue boat	Canot de sauvetage
Rescue equipment	Équipement de sauvetage
Retractables	Dispositifs rétractables
Riser information	Caractéristiques des tubes prolongateurs
Riser platform	Plateforme avec tube prolongateur
Rock dumper	Navire transbordeur de roches
Rope storage winch	Treuil de stockage de câble
Rope winch	Treuil à câble
Rotary	Foreuse rotative
Rotor diameter	Diamètre du rotor
Rudder	Gouvernail
Sacks	Sacs
Safety	Sécurité
Safety system	Système de sécurité
Satellite compass	Boussole satellite
Seafloor features	Particularités du plancher océanique
Searchlights	Projecteurs
Seawater ballast pump	Pompe de ballast — eau de mer
Secondary cranes	Grues secondaires
Secondary winch	Treuil secondaire
Service ceiling	Plafond pratique
Service speed	Vitesse normale
Service speed/consumption	Vitesse normale/consommation
Sewage	Eaux usées
Sewage & grey water	Eaux usées et eaux grises
Sewage pump	Pompe pour relèvement d'eaux usées
Sewage treatment plant	Installation de traitement des eaux usées
Shaft generators	Génératrices à arbre
Ship motion	Mouvement du navire
Shore connection	Raccordement quai-navire
Shore Supply	Approvisionnement terrestre
Side stone dumping vessel	Navire latéral transbordeur de roches

English	Français
Single arm rescue crane	Grue de secours monobras
Single berth cabins	Cabines à couchette simple
Single work stations	Postes de travail simples
Size	Taille
Skirt run outs of gullies as much as possible	Contourner les écoulements des avaloirs le plus possible
S-Lay vessel	Navire poseur de conduites en S
Slipping clutches	Embrayage à friction
Sludge	Boues
Special features	Caractéristiques particulières
Speed	Vitesse
Speed	Vitesse
Speed & sonsumption	Vitesse et consommation
Speed ahead	Vitesse à l'avant
Speed astern	Vitesse à l'arrière
Speed loaded	Vitesse en charge
Speed log	Loch
Speed/Consumptions	Vitesse/consommation
Stabilising tanks (operational)	Réservoirs de stabilisation (opérationnels)
Standby vessel	Navire de réserve
Steering and controls	Système de direction et de commandes
Steering gear	Appareil à gouverner
Stern roller	Davier arrière
Stern thruster	Propulseur de poupe
Stinger length	Longueur de l'élinde
Storage capacity	Capacité de stockage
Storage tanks	Réservoirs de stockage
Store crane	Grue à provisions
Store room under deck	Espace de stockage sous le pont
Storm anchor	Ancre de tempête
Streamer winch	Treuil dévideur
Stretchers	Civières
Structure	Structure
Submerged dredge pumps	Pompes à déblais submergées
Subsea distribution details and protection structures omitted for clarity	Détails relatifs à la distribution sous-marine et aux structures de protection omis à des fins de clarté
Subsea pipeline from FPSO	Pipeline sous-marin en provenance du FPSO
Suction pipes	Conduites d'aspiration
Sulphur dioxide	Dioxyde de soufre
Summer deadweight	Pont en lourd pendant l'été
Summer draught	Sécheresse estivale
Supply vessel	Navire d'approvisionnement
Support boat	Navire de soutien
Survey area	Zone d'étude

English	Français
Survival conditions	Conditions de survie
System	Système
Tank	Réservoir
Tank capacities	Capacité des réservoirs
Tank cleaning	Nettoyage des réservoirs
Techinical fw/ waterballast	Capacité technique eau douce/eau de ballast
Technical specification	Spécification technique
Technical specification for M/V sanco chaser	Caractéristiques techniques du M/V Sanco Chaser
Tension capacity	Capacité de tension
Tension machine	Machine pour essais de tension
Thruster	Propulseurs
Thrusters aft	Propulseurs arrière
Tonnage	Jauge
Tonne	Tonne
Tonnes per year	Tonnes par année
Top drive	Foreuse entraînée par le haut
Top of trestle	Dessus du quai mobile
Topside information	Caractéristiques des installations de surface
Topside module design	Design du module de surface
Topside module weight	Poids du module de surface
Tortue site survey	Étude du site Tortue
Total power	Puissance totale
Total power installed	Puissance totale installée
Total risers and umbilicals	Nombre total de tubes prologateurs et d'ombilicaux
Total thrust	Poussée totale
Total wells	Nombre total de puits
Tower lay angle	Angle de tressage de la tour de forage
Towing	Remorquage
Towing brackets	Patte de remorquage
Towing gear	Équipement de remorquage
Towing hook	Crochet de remorque
Towing hook aft	Crochet de remorque arrière
Towing pins	Goupille de remorque
Towing winch	Treuil de remorque
Towing winch aft	Treuil de remorque arrière
Trailing suction hopper dredger	Drague porteuse à succion remorquée
Transfer rates	Vitesses de transfert
Transit speed	Vitesse de déplacement
Transshipment crane barge	Barge-grue de transbordement
Travelling cranes	Pont roulant
Tree installation type	Type d'installation d'arbre
Trestle connection for future expansion	Raccordement du quai mobile pour agrandissement futur
Tubulars in pipe	Corps tubulaires dans la conduite

English	Français
Tug boat	Remorqueur
Tugger	Chariot tracteur
Tugger winch	Treuil de chariot
Tunnel	Tunnel
Turret supplier/swivel manufacturer	Fournisseur de tourelle/fabricant de tête d'injection
Twelve life rafts	Douze radeaux de sauvetage
Two hyperbaric lifeboats	Deux canots de sauvetage hyperbare
Two provision cranes	Deux grues de ravitaillement
Type	Type
Type of flare	Type de torche
Typical mission equipped weight	Poids avec équipement type pour mission
U.S. measurements	Mesures américaines
Umbilical	Ombilical
Umbilical installation vessel	Navire poseur d'ombilicaux
Upgrade	Mise à niveau
Variable deck	Pont variable
Vessel	Navire
Vessel built by	Navire construit par
Vessel dimensions	Dimensions du navire
Vessel operation	Utilisation du navire
Vessel type: platform supply vessel	Type de navire : navire d'approvisionnement
Vessels	Navires
Volatile Organic Compound	Composé organique volatil
Volume	Volume
VTOL cat. A	Cat. de décollage et atterrissage verticaux A
Water ballast	Citerne de ballast
Water depth	Profondeur de l'eau
Water generator	Générateur d'eau
Water injection	Injection d'eau
Water injection risers	Tubes prolongateurs pour l'injection de l'eau
Water injection wells	Puits pour l'injection de l'eau
Water maker	Chambre de distillation de l'eau
Water mist fire suppression system	Extincteur à brouillard d'eau
Weather fax	Télécopie de bulletin météo
Weights	Poids
Welding machine	Soudeuse
Well control systems	Systèmes de contrôle des puits
Well information	Caractéristiques des puits
Well treatment equipment	Équipement de traitement des puits
Well treatment system	Système de traitement des puits
Whip	Cartahu
Whip hoist	Treuil de cartahu
Whip Line	Treuil auxiliaire

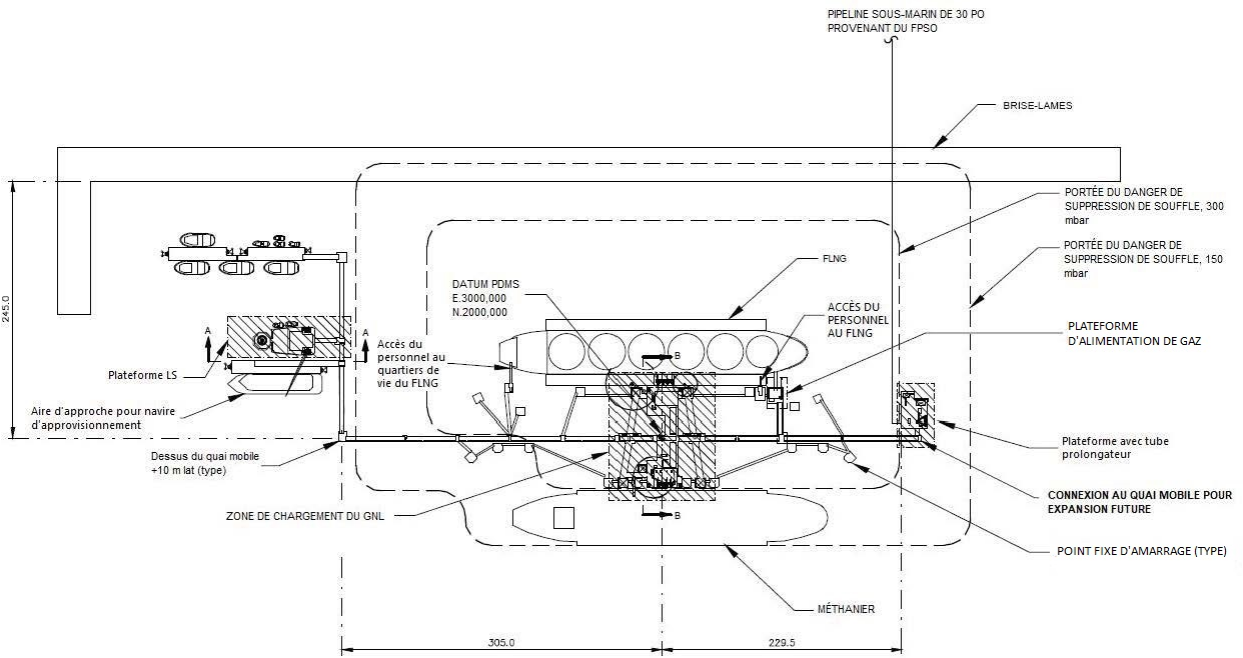
English	Français
Width	Largeur
Winches	Treuils
Wind sensors	Capteurs de vent
Windlasses	Guindeaux
Wire rope	Câble métallique
Work deck area	Superficie du pont de travail
Workboat	Navire de travail
Workboat davit	Bossoir de navire de travail
Working deck area	Superficie du pont de travail
Year built	Année de construction
Year of construction	Année de construction

B.2

Diagrammes et détails relatifs aux infrastructures

B.2.1

Brise-lames (y compris le quai mobile, la plateforme avec tube prolongateur et la plateforme LS)



AMÉNAGEMENT GÉNÉRAL DES INSTALLATIONS DU HUB

Échelle 1:2000

B.2.2

Unité flottante de production, de stockage et de déchargement (FPSO)

BW Offshore

BERGE HELENE - FPSO

© BW Offshore 2018

03.11.2017

MAIN CONTRACTORS

Topside Module Design:	
M12, M50, M60, M70	Vetco Aibel
M71, M76	Moss Maritime
M30	Inocean
M46	ABB
Hull	Inocean
Fabrication Yard:	
Conversion/Integration:	Jurong & Keppel
Conversion Year:	2003 & 2005
Turret Supplier/Swivel Manufacturer:	Framo Engineering

WELL INFORMATION

Total Wells:	12
Production Wells:	6
Gas Injection Wells:	1
Water Injection Wells:	4
Tree Installation Type:	Wet Tree

HULL INFORMATION

Classification:	DNV GL
Dimensions:	
Length:	349 m
Width:	52 m
Depth:	27 m
Max operating draft:	22 m
Hull Construction Type:	Single Hull
Deadweight:	278,734 t
Construction Type:	Conversion
Original Hull Fabrication Year:	1976

PROCESS AND STORAGE CAPACITY

Oil Production Capacity:	75 Mbpd
Gas Compression Capacity:	54 MMscfd
Oil Handling Capacity:	80 Mbpd
Gas Injection:	0 MMscfd
Water Injection:	100 Mbpd
Storage Capacity:	2000 Mbbl

RISER INFORMATION

Total Risers and Umbilicals:	11
Production Risers:	4
Water Injection Risers:	2
Gas Injection Risers:	1
Gas Lift Risers:	2
Import/Export Risers:	0
Other:	0
Umbilicals:	2

TOPSIDE INFORMATION

Installed Power:	48 MWe
Power System Design:	2 x Caterpillar Engines 1 x KKK Steam Turbine 2 x PBL Steam Turbine
Topside Module Weight:	7,138 t
LQ Capacity:	100 people
LQ Location:	Afterward
Gas Deposition:	Flared, Export
Type of Flare:	Flare Tower
Offloading System:	Tandem
Mooring System Type:	External Turret
Permanent or Disconnectable Mooring:	Permanent
Number of Anchor Legs:	9

© BW Offshore 2018

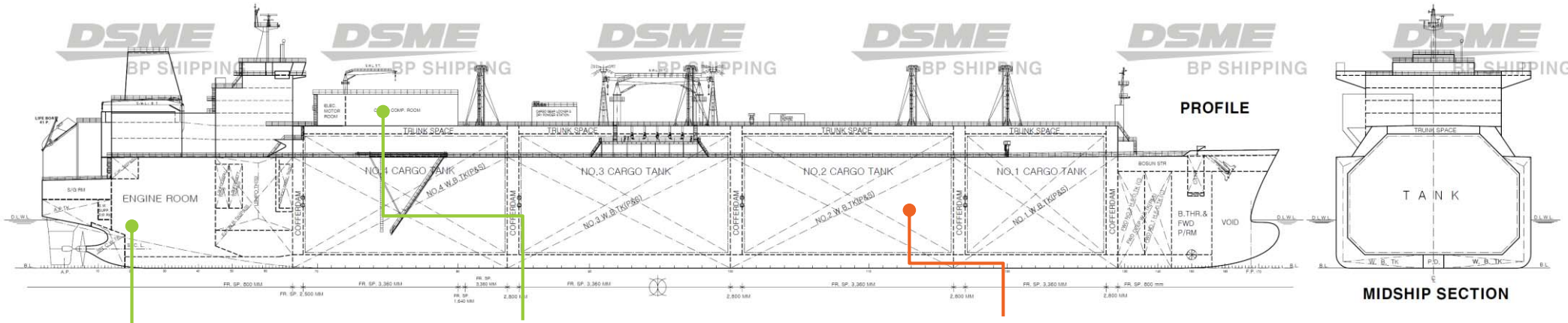
B.2.3

Méthanier

Project Delphi – BP Shipping's 173,400m³ LNG Carriers

Main Engines: MAN 2x 5G70ME-C9.5-GI
SMCR: 13,470 kW x 70.8 rpm
NCR: 12,120 kW x 68.4 rpm (90% of SMCR)

Auxiliary Engines: Wartsila W34DF
2x 9L34DF : 2 x 4100 kW (MCR: 4320 kW)
2x 6L34DF : 2x 2700 kW (MCR: 2880 kW)



Exhaust Gas Recirc
NOx Tier III compliance

Full re-liquefaction Sys

CCS NO96 GW
BoR 0.123%~ 209 m³/day

Delphi vs mid-2000s LNG Carrier:

- 0.123% BoR ~18% reduction in 'boil-off' gas
- ~15%-20% reduction in fuel consumption

HÖEGH LNG

ARCTIC LADY

Disponent Ownership and Manager	Leif Hoegh (U.K) Limited
Vessel Operation	LNG Carrier
Year Built	2006
Builder	Mitsubishi Heavy Industries
Containment System	Moss
Cargo Capacity	147,980m^3
Regas Capacity	N/A
Classification	DNV-GL
Flag	NIS
Engine	Steam Turbine
Speed	19.5 knots
LOA	288 m
Beadth Moulded	49 m
Summer Draught	12.3 m
Gross Tonnage	121,597
Summer Deadweight	84,878 mt

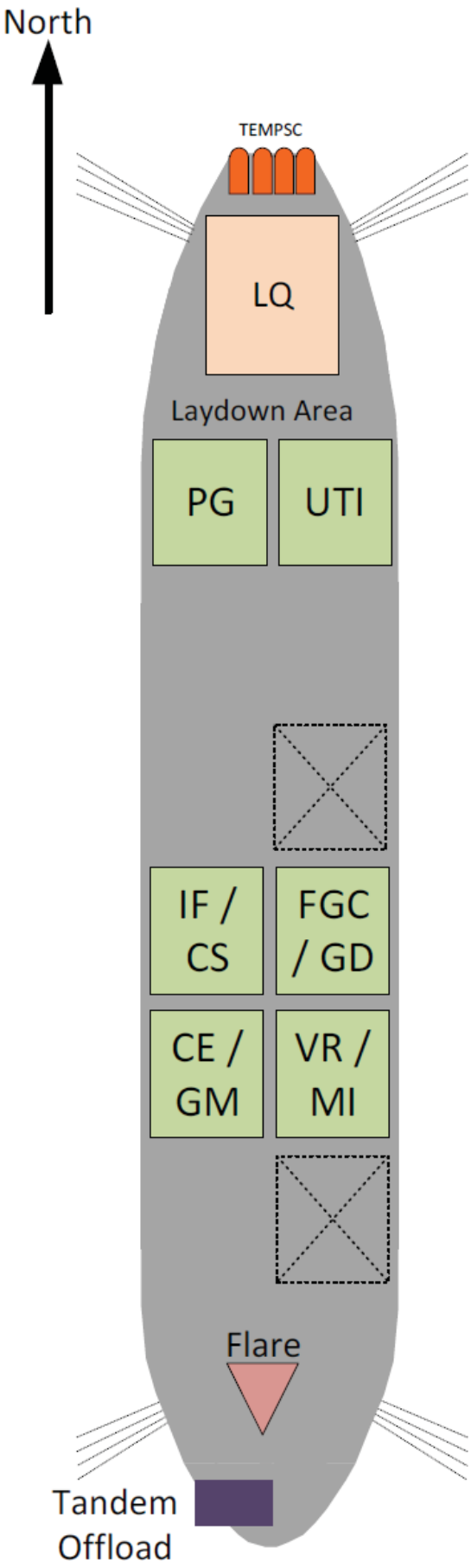
HÖEGH LNG

ARCTIC PRINCESS

Disponent Ownership and Manager	Leif Hoegh (U.K) Limited
Vessel Operation	LNG Carrier
Year Built	2006
Builder	Mitsubishi Heavy Industries
Containment System	Moss
Cargo Capacity	147,980m^3
Regas Capacity	N/A
Classification	DNV-GL
Flag	NIS
Engine	Steam Turbine
Speed	19.5 knots
LOA	288 m
Beadth Moulded	49 m
Summer Draught	12.3 m
Gross Tonnage	121,597
Summer Deadweight	84,878 mt

B.2.4

Installations d’amarrage



FPSO Preliminary Spread Moored layout:

Water depth of 128 meters

4 clusters of 4 mooring chains (total 16 mooring lines, all chain)

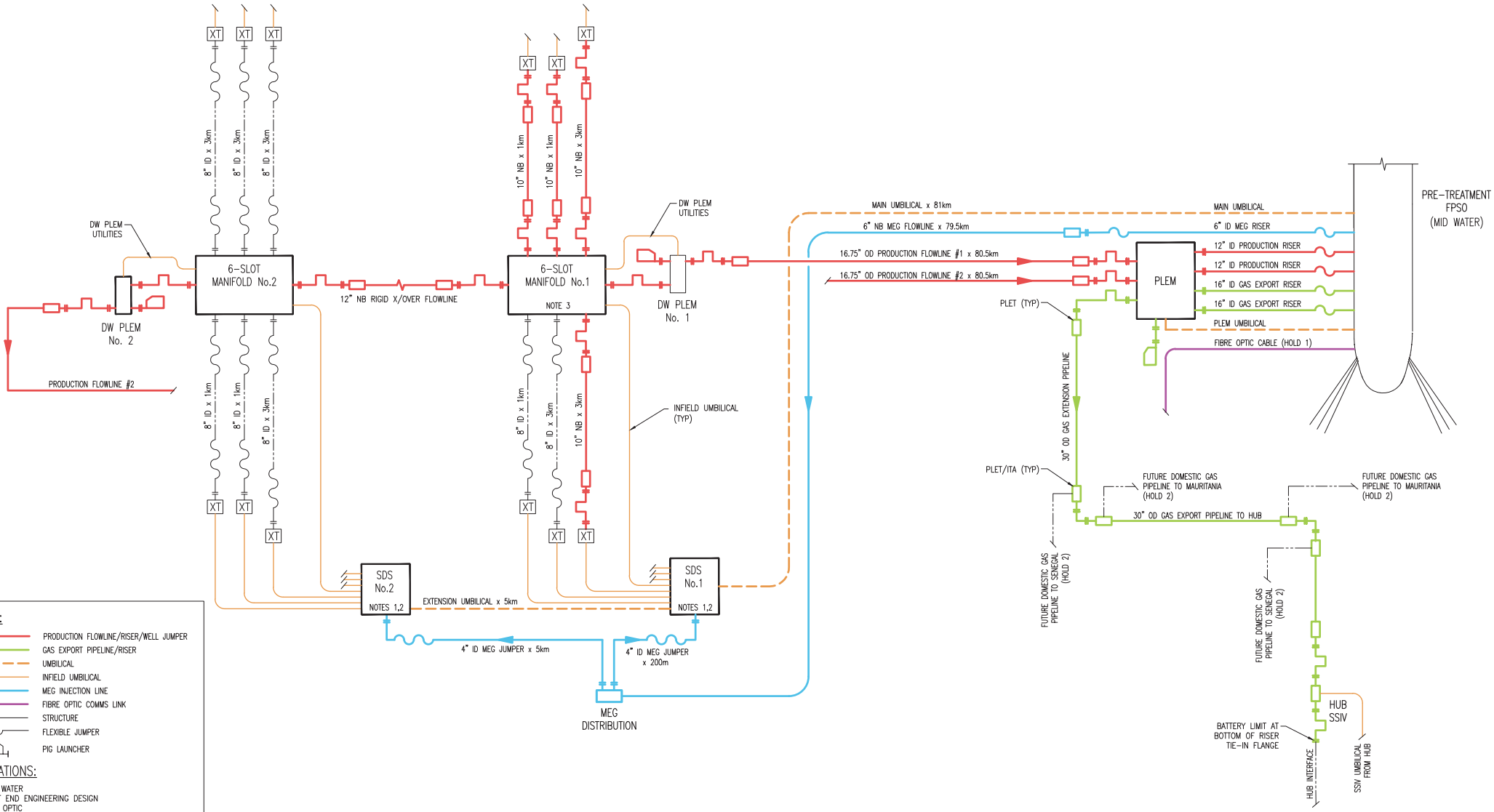
Chain size of 162mm diameter, grade R3

Length of each mooring line chain of 600 meters

Anchor type is driven piles, each Approx: 2 meters diameter, 30 meters depth, 55 tonne.

B.2.5

Système de production sous-marin



LEGEND:

- PRODUCTION FLOWLINE/RISER/WELL JUMPER
- GAS EXPORT PIPELINE/RISER
- UMBILICAL
- INFIELD UMBILICAL
- MEG INJECTION LINE
- FIBRE OPTIC COMMS LINK
- STRUCTURE
- FLEXIBLE JUMPER
- PIG LAUNCHER

ABBREVIATIONS:

DW	DEEP WATER
FEED	FRONT END ENGINEERING DESIGN
FO	FIBRE OPTIC
FPSO	FLOATING PRODUCTION STORAGE AND OFFLOADING (VESSEL)
FTA	FLOWLINE TERMINATION ASSEMBLY
ID	INSIDE DIAMETER
ITA	INLINE TERMINATION ASSEMBLY
MEG	MONOETHYLENE GLYCOL
NB	NOMINAL BORE
OD	OUTER DIAMETER
PLEM	PIPELINE END MANIFOLD
PLET	PIPELINE END TERMINATION
SDS	SUBSEA DISTRIBUTION SYSTEM
SSIV	SUBSEA ISOLATION VALVE
TYP	TYPICAL
XT	XMAS TREE

HOLDS:

1. *FIBRE OPTIC DISTRIBUTION TO BE CONFIRMED IN FEED.*
2. *DOMESTIC GAS TAKE-OFF LOCATIONS TO BE CONFIRMED IN FEED. BOTH OPTIONS ARE SHOWN FOR THE PURPOSE OF THIS SCHEMATIC.*

REVISION B01 OF THIS SCHEMATIC REFLECTS THE DEVELOPMENT CONCEPT AS PER THE LATEST BP COST ESTIMATE AT THE TIME OF ISSUE

1. SUBSEA DISTRIBUTION DETAILS AND PROTECTION STRUCTURES OMITTED FOR CLARITY.
2. FROM EACH OF THE SDS, HYDRAULIC, CHEMICAL, ELECTRICAL POWER AND FIBRE OPTIC SUPPLIES WILL BE DISTRIBUTED TO EACH MANIFOLD AND XT.
3. 4 WELLS CONNECTED TO MANIFOLD No. 1 REQUIRED FOR FIRST GAS (2021) SHOWN IN BOLD.
4. THIS SCHEMATIC DOES NOT GEOGRAPHICALLY REPRESENT THE CURRENT LAYOUT.
5. FUTURE CENTRAL TORTUE DEVELOPMENT NOT SHOWN.
6. TO BE USED IN CONJUNCTION WITH MS002-UZ-MTO-010-02002.
7. MAXIMUM XMT JUMPER LENGTH SHOWN IS 5km.

REV	DATE	BY	DESCRIPTION	CHK	ENGR	APPR	CLIENT
B01	30.11.17	ADM	ISSUED FOR INFORMATION	ADM	ZZ	PL	

PROJECT NO.	H037
DESIGNED BY	A.MACKAY
DRAWN BY	A.MCKEACHAN
CHECKED BY	S.MACGREGOR
APPROVED BY	Z.ZANTI
SCALE	NTS

Use and Interpretation of this Document
This document is issued by Kellogg Brown & Root Ltd. (KBRL) under contracts entered into with BP Mauritania Investments Ltd. and BP Senegal Investments Ltd. (BP) for the specific purposes connected with the Tortue Project only. It should not be relied upon by any other party or used for any other purpose. KBRL accepts no responsibility for any loss, damage or other consequence (however caused) arising out of this document being relied upon by any other party, or being used for any other purpose.
This document / software contains technical information that is subject to EU, U.S. and any other applicable export control regulations, including restrictions on the export, sale or transfer of items (goods, technology or software) to sanctions or embargoed countries, entities or persons. It may not be exported or re-exported except as authorised under applicable export control requirements.

KBR

TORTUE DEVELOPMENT – PRE-FEED PHASE
FIELD LAYOUT SCHEMATIC
PHASE 1A

Granherne DRAWING NO. MS002-UZ-SKE-010-02020-001

REV B01

B.2.6

Pipeline

Bathymétrie

Caractéristiques du plancher océanique

>1000 m de dégagement par rapport aux débris de glissement

Effondrement de surface possible

Effondrement de surface possible

Ok de traverser les dépôts de points de divergence des ravins

Contourne les ravins le plus possible

Traverse un ravin dans la zone de pente faible

Courbes indicatives de tracé, r = 3000 m (à confirmer)

Croisement perpendiculaire de l'escarpement abrupte du talus

~600 m de chacune des zones d'exclusion de coraux de 200 m

Évite de traverser les ravins et les affleurements rocheux (lorsque possible)

Évite la confluence des ravins et la proximité des coraux

240000 245000 250000 255000 260000 265000 270000 275000 280000 285000 290000 295000 300000 305000

1785000 1780000 1775000 1770000

Relevé du site Grand Tortue / Ahmeyim

Reconnaissance du tracé du pipeline

Données préliminaires de Gardline

18 April 2017

Created by: Jeff Dingler (BP)

KOSMOS ENERGY. bp

0 2.5 5 km

Système de coordonnées: WGS 1984 UTM Zone 28N
Projection: Transverse Mercator
Plan de référence: WGS 1984
Échelle: 0.9996
Unités: Meter

Légende

- Frontière maritime Sénégalo-Mauritanienne
- Pipeline prévu
- Zone tampon de 500 m du pipeline
- Zone tampon de 1000 m du pipeline
- Zone d'étude
- Isobathes (100 m)
- Coraux interprétés
- Coraux interprétés - zone tampon de 200 m
- Dépôts des points de divergence des ravins interprétés
- Ravins interprétés
- Affleurements rocheux interprétés
- Crêtes interprétées
- Glissements modélisés

Max : -87

Min : -2490

Bathymétrie (m)

B.3

Caractéristiques techniques des navires

Navire	Préparation et installation	Opération	Fermeture
Drague	✓	-	-
Navire transbordeur de blocs de pierre	✓	-	-
Navire de soutien	✓	-	-
Barge-grue	✓	-	✓
Barge de charge (HLD)	✓	-	-
Navire d’ancrage	✓	-	✓
Remorqueur	✓	✓	✓
Bateau patrouilleur	✓	✓	-
Navire de réserve	✓	-	✓
Navire d’approvisionnement	✓	✓	✓
Bateau d’équipage	✓	✓	✓
Flotel	✓	-	-
Navire de pieux	✓	-	-
Barge-derrick	✓	-	-
Navire polyvalent	✓	-	✓
Navire poseur de conduites en S	✓	-	-
Navire poseur de conduites en J	✓	-	-
Navire transporteur de charges lourdes	✓	-	-
Navire de reconnaissance avec ROV	✓	-	✓
Navire transporteur de conduites	✓	-	-
Navire de soutien aux opérations de plongée	✓	-	-
Navire poseur d’ombilicaux	✓	-	-
Navire de forage	✓	-	✓
Méthanier	-	✓	-
Navire-citerne de condensat	-	✓	-
Navire transporteur de lignes d’amarrage	-	✓	-
Unité flottante de production, de stockage et de déchargement (FPSO)	-	✓	-

B.3.1

Drague

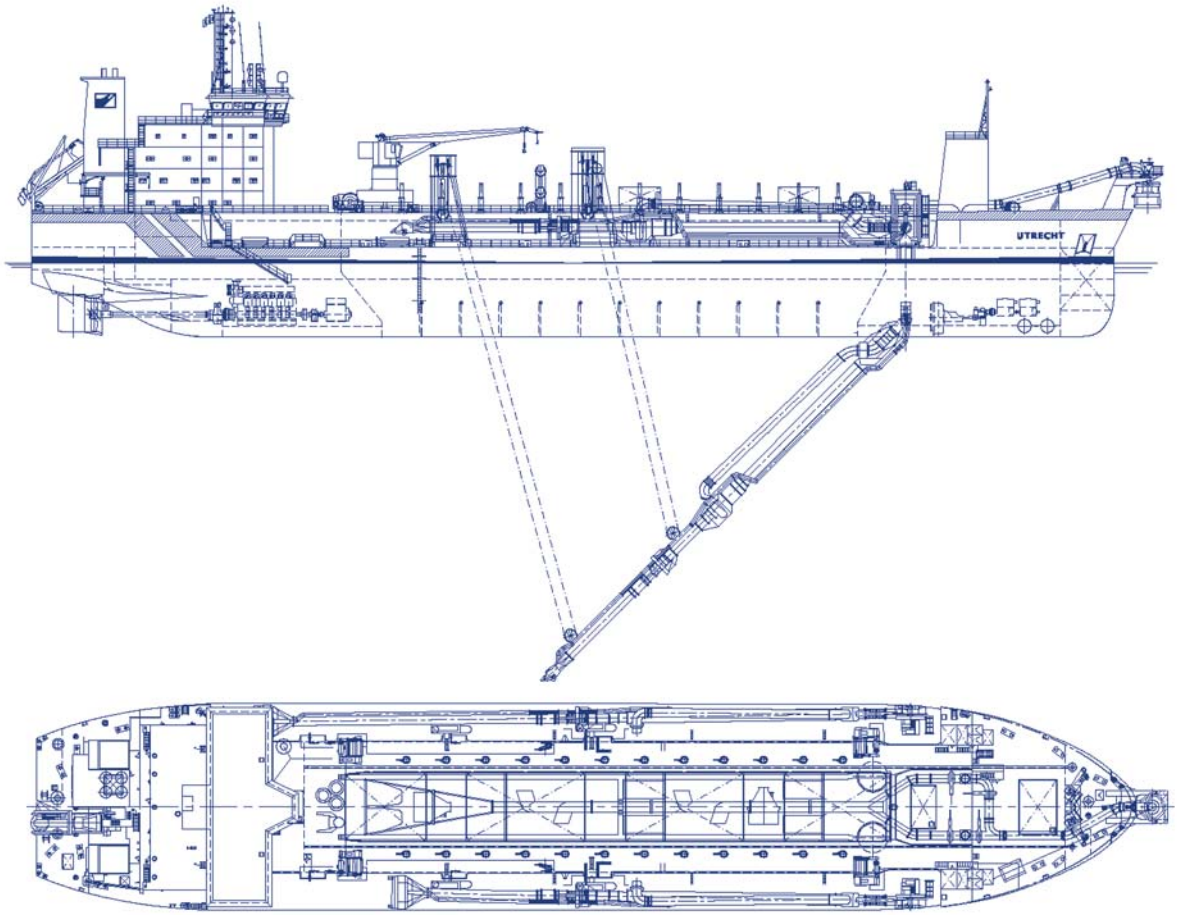
Van Oord

Marine ingenuity

Equipment

Trailing suction hopper dredger
Utrecht

Van Oord
Marine ingenuity



Utrecht

Name	Utrecht	
Type	Trailing suction hopper dredger	
Classification	Bureau Veritas, I ✠ Hull ✠ Mach ✠ AUT-UMS, hopper dredger, unrestricted navigation, dredging over 15 miles from shore at draught 10.384 m, dredging within 8 miles from shore and dredging over 8 miles from shore with H.S. < 2.0 m at draught 10.806 m	
Year of construction	1996	
Dimensions	Length overall	159.65 m
	Breadth overall	28.03 m
	Moulded depth	11.85 m
	Draught – dredging mark I – 15 miles	10.38 m
	Draught – dredging mark II – 8 miles	10.80 m
Hopper capacity	18,292 m^3	
Deadweight	26,016 tons	
Maximum dredging depth	60/74.6 m	

Suction pipes	2 x ø 1,100 mm
Discharge pipe	ø 1,000 mm
Speed loaded	15.5 kn
Propulsion	2 x 7,000 kW
Bow thrusters	2 x 750 kW
Total power installed	23,807 kW
Inboard dredge pumps	2 x 2,600 kW
Submerged dredge pumps	2 x 1,800 kW
Jet pumps	2 x 1,250 kW

Contact

Van Oord
PO Box 8574
3009 AN Rotterdam
The Netherlands
T +31 88 8260000
F +31 88 8265010
E info@vanoord.com
I www.vanoord.com

August 2015

B.3.2

Navire transbordeur de blocs de pierre

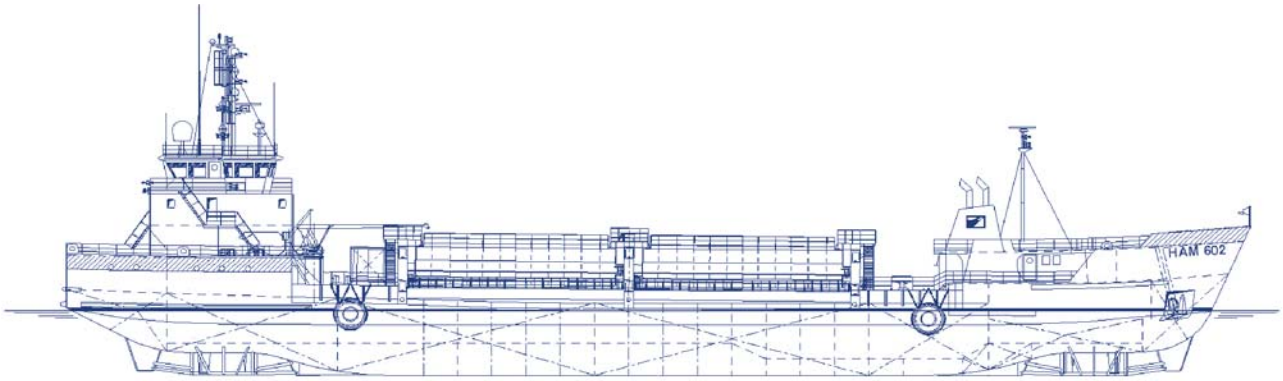
Van Oord

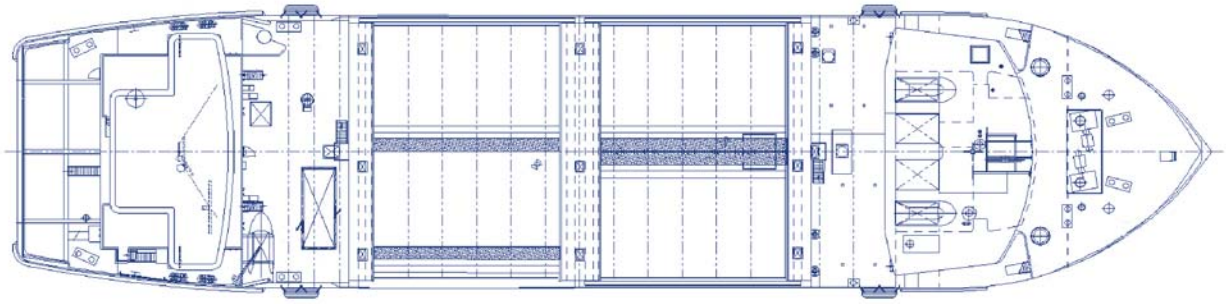
Marine ingenuity

Equipment

Side stone dumping vessel
HAM 602

Van Oord
Marine ingenuity





HAM 602

Name	HAM 602	
Type	Side stone dumping vessel	
Classification	Bureau Veritas, I ✠ Hull ✠ Mach, special service, unrestricted navigation	
Year of construction	1968	
Year of upgrading	2006	
Dimensions	Length overall	83.39 m
	Breadth overall	21.04 m
	Moulded depth	6.30 m
	International draught	4.80 m
Deadweight	2,605 tons	
Tonnage	2,601 GT - 780 NT	
Speed loaded	6.5 kn	
Propulsion	2 x 882 kW	
Total power installed	4,129 kW	
Positioning	DP	

Contact

Van Oord
PO Box 8574
3009 AN Rotterdam
The Netherlands
T +31 88 8260000
F +31 88 8265010
E info@vanoord.com
I www.vanoord.com

Van Oord Offshore
PO Box 458
4200 AL Gorinchem
The Netherlands
T +31 88 8265200
F +31 88 8265210
E area.off@vanoord.com

August 2015

B.3.3

Navire de soutien

DAMEN CONSTRUCTION SUPPORT VESSEL 8019

GENERAL

Basic Functions	Light Offshore Construction Works by means of Offshore rated knuckle boom crane and ROV support on a stable DP-2 platform
Classification	Lloyds Register ✠ 100A1, ECO, WDL(5 T/M2), ✠ LMC, UMS, *IWS, DP(AA), CAC(3), Helicopter Landing Area

DIMENSIONS

Length o.a.	84.20	m
Beam mld.	19.00	m
Depth mld.	8.00	m
Draught summer	6.00	m
Deadweight (summer)	3200	t
Deck area	550	m^2
Deck load (VCG at 1 m above deck)	1000	t

TANK CAPACITIES

Ballast water	1600	m^3
Fuel oil (service)	850	m^3
Potable water	980	m^3
Fuel oil cargo	730	m^3

PERFORMANCES (APPROX.)

Speed (at 5.00 m draught)	13.5	kn

PROPULSION SYSTEM

Main engines	Diesel-electric, 690 V, 60 Hz
Propulsion power	2x electric motors of 2200 kW each
Azimuting thrusters	2x 2800 mm FP propellers in nozzles
Bow thrusters	3x 900 kW, 2000 mm, FP

AUXILIARY EQUIPMENT

Networks	690 V, 440 V and 230 V - 60 Hz
Main generator sets	4x 1880 ekW at 900 rpm
Emerg./Harbour generator set	1x 430 ekW at 1800 rpm
Shore Supply	1x 400A

DECK LAY-OUT

Anchor mooring winch	1x electric-hydraulic, with rope drum and two warping heads
Capstans	2x electric, each 5 t pull
Store crane	1x knuckle boom 3 t at 16 m (harbour)

CARGO HANDLING SYSTEM

Offshore crane	1x offshore knuckle boom crane, max 100 t at 10 m. Active heave compensated winch with 3000 m wire
Tugger winch	2x electric-hydraulic, 10 t pull

ROV SUPPORT

Launch and recovery	1x hydraulic operated A-frame, 12 t
Operational	1x ROV control station
	1x ROV workshop

HELICOPTER FACILITIES

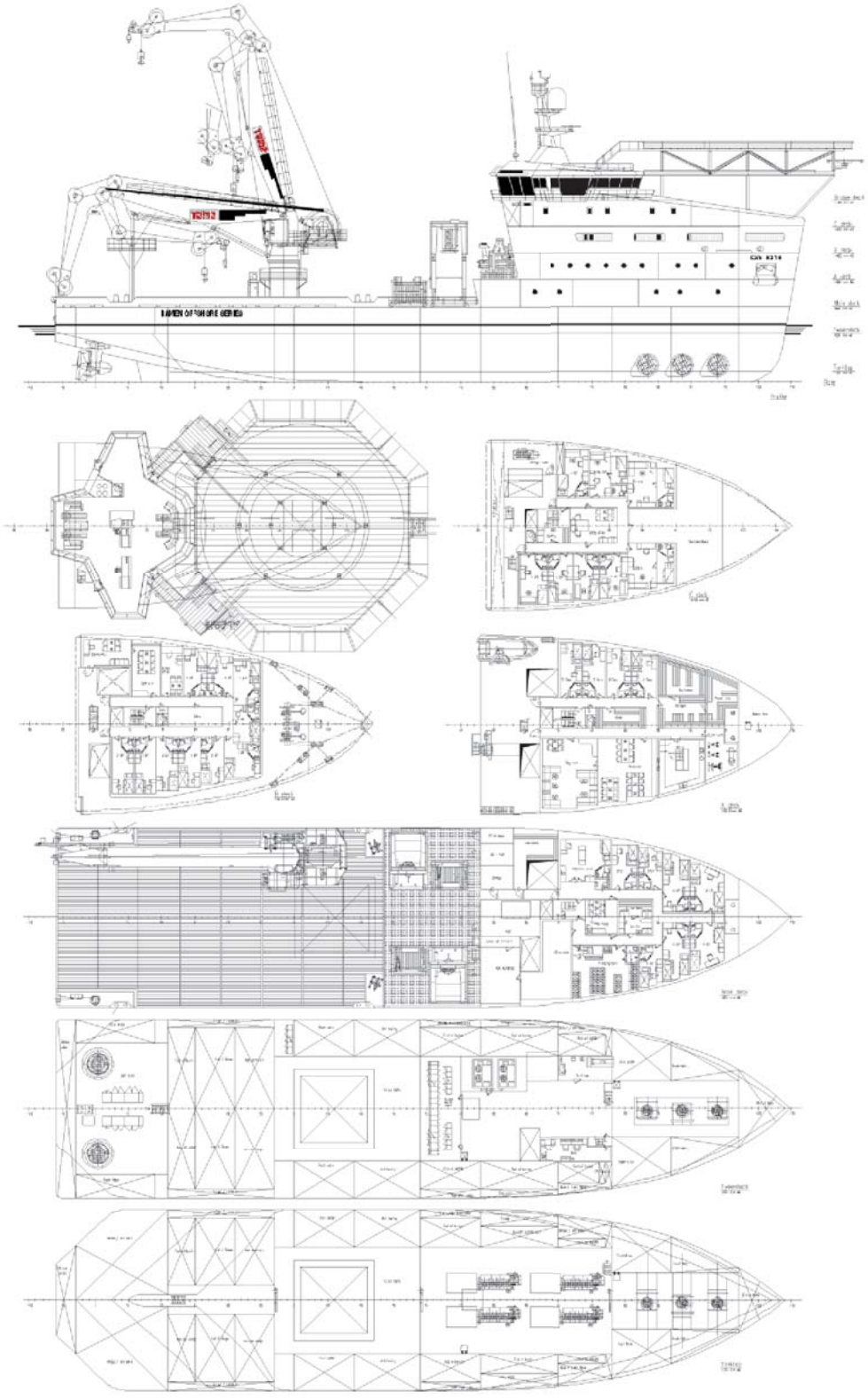
Helicopter deck capacity	D-factor 21 m, take-off weight 12 ton

ACCOMMODATION

Single berth cabins	10x
Double berth cabins	14x
4 berth cabins	4x
	Offices, conference room, recreation rooms all cabins provided with internet, telephone and satellite tv.

NAUTICAL AND COMMUNICATION EQUIPMENT

Nautical	radar X-band + S-band, ECDIS, Conning
DP-system	DP-2 with Hydro-Acoustic and Laser reference systems
GMDSS	Area A3



DAMEN CONSTRUCTION SUPPORT VESSEL 8019

DAMEN SHIPYARDS GORINCHEM

Member of the DAMEN SHIPYARDS GROUP

Industrieterrein Avelingen West 20
4202 MS Gorinchem

P.O. Box 1
4200 AA Gorinchem
The Netherlands

phone +31 (0)183 63 99 11
fax +31 (0)183 63 21 89

info@damen.nl
www.damen.nl

© No part of the leaflet may be reproduced in any form, by print, photo print, microfilm, or any other means, without written permission from Damen Shipyards Gorinchem

B.3.4

Barge-grue

TRANSSHIPMENT CRANE BARGE 6324

"STOCK - YN 522002 / YN 522003"

GENERAL

Yardnumber	522002 / YN 522003
Delivery date	June and October 2017
Basic functions	Transshipment of bulk cargoes, containers and breakbulk
Classification	Lloyd's Register of Shipping: ✠ 100 AT, Pontoon, *IWS
Descriptive note	Crane Pontoon, manned working up to 20 nm offshore, unmanned towing
Performance dry cargo	Dry bulk transshipment up to 1000 tonnes per hour
Performance containers	20 ft and 40 ft containers, handling with chains, manual-, semi- of full automatic spreader.
Flag	St. Vincent and the Grenadines

DIMENSIONS

Length moulded	63,00 m
Beam moulded	23.50 m
Depth at sides	4,50 m
Draught scantling	3,50 m
Draught design	2.50 m
Deadweight max.	1.720 ton
Working deck area	880 m2 (10 ton/m²)
Gross tonnage	1.970 GT

TANK CAPACITIES

Fuel oil	220 m3
Fresh water	85 m3
Sewage & Grey water	80 m3
Lub. oil	5 m3
Dirty oil / Sludge	10 m3
Bildge water	5 m3
Water ballast	1.760 m3

CRANE PERFORMANCE

Make and type	Liebherr CBG 350
Operation	Prepared for Grab, Containers or hook
SWL sheltered operation	45 ton @ 12-36 m (excl. attachments)
SWL open sea operation	35 ton @ 12-36 m (excl. attachments)
Hoisting speed (35 T)	0-60 m/min
Hoisting speed (45 T)	0-46 m/min
Luffing time 12-36 M	63 sec.

AUXILIARY EQUIPMENT

Main generator sets	2 x Caterpillar C18
Back-up generator	1 x Caterpillar C18
Power each	545 kVA / 436 ekW (1800 rpm), 440 V-60 Hz
Habour generator set	1 x Caterpillar C4.4
Power	119 kVA / 95 ekW (1800 rpm), 440 V, 60 Hz

DECK LAY-OUT

Anchor mooring system	4 DMT Electric double drum winches
Anchors	3 Anchors
Towing brackets	3 Towing brackets SWL 100 ton
JIB rest	Slim design, with optional positioning system
Deck covering	440 m2 fir wood
Container fittings	For 28 TEU or 14 FEU locations or a combination With a stack load of 50 ton
Fendering	Third pipe steel fenders, Tyre fenders
Life rafts	2 inflatable rafts for 12 persons

ACCOMMODATION

Accommodation with pantry, change room, office and cabins for a maximum of 12 persons, provided with ventilation, air conditioning and heating.

NAUTICAL AND COMMUNICATION EQUIPMENT

Navigation lighting and communication system according Classification

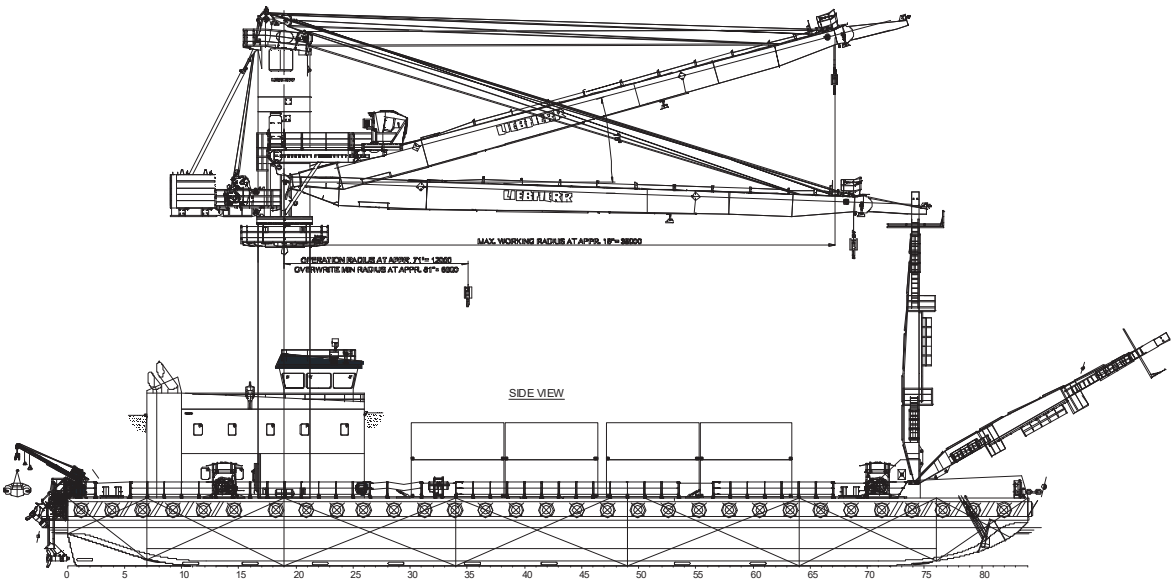
OPTIONAL EQUIPMENT

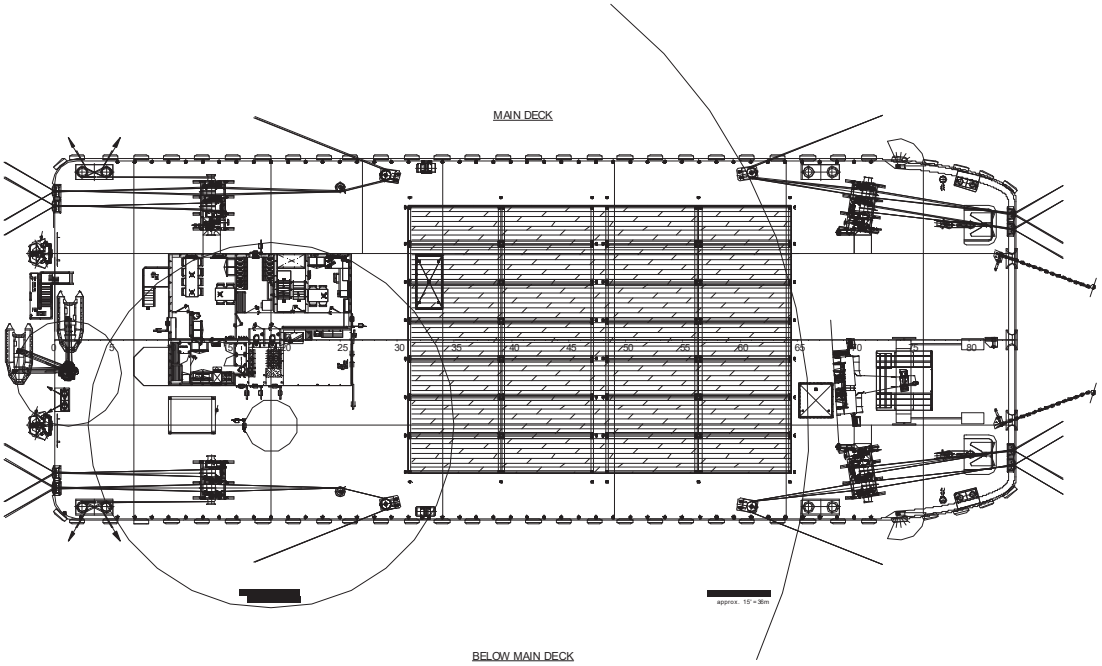
JIB rest inclination system	Hydraulic cylinder and controls for positioning the JIB rest forward to have more clearance and 5° backward for servicing the sheaves
Classification	Lloyd's Register of Shipping: Assisted Propulsion
Thrusters aft	2 x 323 kW deck mounted thruster system
Workboat	Inflatable dinghy with davit on aft deck
Grab equipment	Grabs, grab storage
Container equipment	Semi-, of Full Automatic Container spreader
Towing gear	Towing bridle
Navigation	Navigation equipment in combination with the optional thrusters

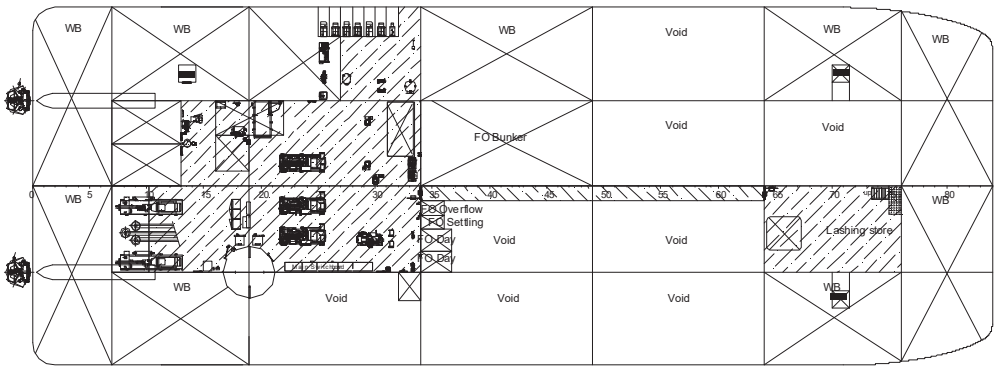
DAMEN

TRANSSHIPMENT CRANE BARGE 6324

"STOCK - YN 522002 / YN 522003"







DAMEN SHIPYARDS GROUP

Avelingen-West 20
4202 MS Gorinchem
The Netherlands

P.O. Box 1
4200 AA Gorinchem
The Netherlands

phone +31 (0)183 63 99 22
fax +31 (0)183 63 21 89

info@damen.com
www.damen.com

© No part of the leaflet may be reproduced in any form, by print, photo print, microfilm, or any other means, without written permission from Damen Shipyards Group

02-2017

B.3.5

Barge de charge (HLD)

Boskalis

EQUIPMENT SHEET

BOKALIFT 1,
3,000MT DP-2 CRANE VESSEL

CONSTRUCTION/CLASSIFICATION

Vessel built by	Guangzhou Shipyard International Co. Ltd. 2012
Year of conversion	2017
Classification	BV | ✠ Hull ✠ Mach, Cleanship Ice, Class 1D
IMO	9592850
Call sign (flag)	5BVH4 (Cyprus)

FEATURES

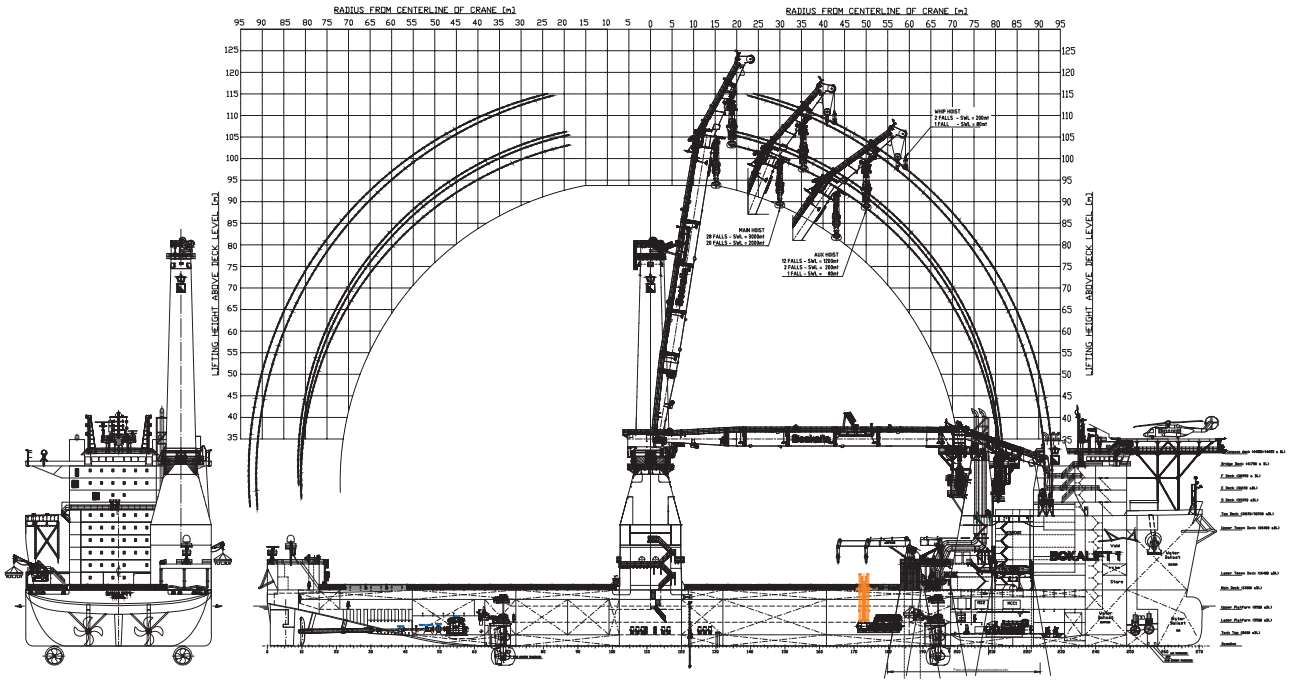
Accommodation	150 persons SPS compliant
Lifting Capacity main block auxiliary block	3,000 T up to 28 m radius 1,200 T up to 50 m radius 800 T up to 81 m radius
whip hoist (double fall) whip hoist (single fall)	200 T up to 92 m radius 80 T up to 94 m radius
Lift height above deck main block auxiliary block	 90 m at 30 m radius 99 m at 35 m radius
Depth range auxiliary block	1,128 T at 230 m water depth
Aux block, re-reeved for max. depth range	330 T at 900 m water depth Depth range whip block single line 1,900 m water depth
Cargo deck Size Rated Max deck load	 6,300 m^2 25 T/m^2 15,000 T
Max. transit speed	12.5 kn
Store crane	2 x 30 T at 10 m radius 20 T at 16.5 m radius
Air draft	85 m
Helideck	Suitable for S-61N and S-92 max take-off weight: 12.8 T

MAIN VESSEL DATA

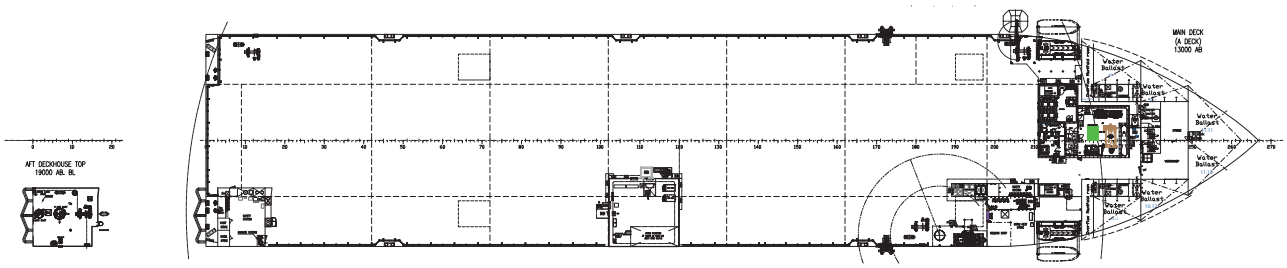
DP System	Kongsberg DP-2
Reference systems	DGPS HiPaP
Vessel dimensions Length oa Breadth Depth moulded Operating draft	 216 m 43 m 13 m 8.5 m (expected)
Installed power Main engines Auxiliary engine	 4 x 3,840 kW 2 x 4,800 kW 1,110 kW
Propulsion Main sailing Retractables Bow thrusters	 2 x 5,250 kW 4 x 3,500 kW 2 x 1,200 kW
Mooring system	Optional 8-point mooring system
Ballast capacity	2 x 1,500 cum/hr
Anti-heeling system	8 x 2,000 cum/h

Boskalis

BOKALIFT 1,
3,000MT DP-2 CRANE VESSEL



SIDE VIEW



TOP VIEW

The information contained in this data sheet is for guidance purposes only and may be subject to changes. © Boskalis. All rights reserved.

Royal Boskalis Westminster N.V.
PO Box 43
3350 AA Papendrecht
The Netherlands

T +31 78 69 69 000
F +31 78 69 69 555

royal@boskalis.com
www.boskalis.com

B.3.6

Navire d’ancrage

DAMEN ANCHOR HANDLING TUG SUPPLY 180

AHTS 18000

GENERAL

Basic functions	Offshore supply, towing and anchor handling operations
Classification	Lloyds Register ✠100 A1 Anchor Handler, Offshore Supply Ship, Tug, *IWS, ✠ LMC UMS DP(AM)

DIMENSIONS

Length o.a.	79.20	m
Length b.p.p.	73.50	m
Beam mld.	20.00	m
Depth mld.	8.40	m
Draught summer (base)	6.80	m
Draught summer (keel)	7.40	m
Deadweight (summer)	2700	t
Cargo deck area	545	m^2
Deck load (at 1 m above deck)	800	t

TANK CAPACITIES

Ballast water	900	m^3
Fuel oil	1045	m^3
Potable water (service)	220	m^3
Potable water (cargo)	540	m^3
Chain lockers	280	m^3

PERFORMANCES (APPROX.)

Speed (at summer draught)	15.4	kn
Bollard pull	180	t

PROPULSION SYSTEM

Main engines	4x	MAN 7L27/38
Propulsion power	4x	2555 bkW
Propellers	2x	4300 mm, CPP in optima nozzels
Bow thruster	2x	750 kW, 1740mm, FPP
Stern thruster	1x	820 kW,1740mm, FPP

AUXILIARY EQUIPMENT

Networks		690 V, 440 V and 230 V
Shaft generators	2x	1500 ekW at 1800rpm
Main generator sets	2x	Caterpillar C18, 550 ekW each at 1800 rpm, 690 V, 60 Hz
Emerg./ harbour generator set	1x	Caterpillar C9, 238 ekW at 1800 rpm, 440 V, 60 Hz

DECK LAY-OUT

Deck crane	1x	5 t @ 10 m
	1x	2.9 t @ 9m / 1.6 t @ 16.4 m
Anchor mooring winch	1x	Electric-hydraulic, with rope drum and two warping heads
AH/Towing winch	1x	electric, double drum, 410 t pull, 450 t brake, 5600 m of 86 mm wire
Secondary winch	2x	electric, 130 t pull, 130 t brake, 1100 m of 203 mm rope
Towing pins	4x	SWL, 180 t, hydraulic
Chain fork	2x	SWL, 500 t, hydraulic
Stern roller	1x	SWL, 500 t, split drum, ø 3.0 m, 6 m length
Tugger winches	2x	electric, each 15 t pull
Capstans	2x	electric-hydraulic, each 10 t pull

CARGO HANDLING SYSTEM

Ballast pump	2x	100 m³/hr at 3 bar
Fuel oil pump	1x	100 m³/hr at 9 bar
Fresh water pump	1x	100 m³/hr at 9 bar

ACCOMMODATION

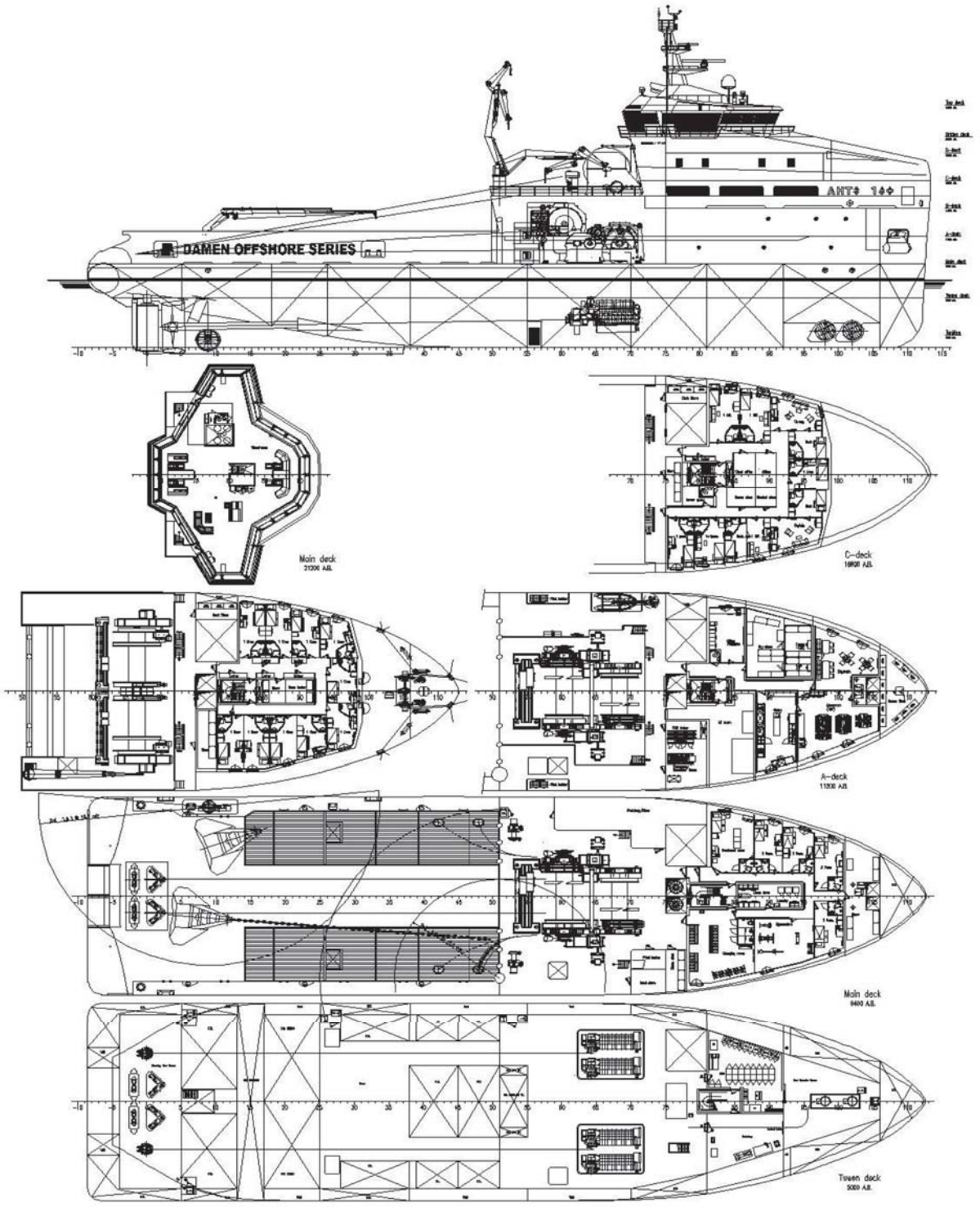
Crew	16	persons
Passengers	11	persons

NAUTICAL AND COMMUNICATION EQUIPMENT

Radar systems	1x	X- band + S-band
DP – system		DP 1
GMDSS		Area A3

OPTIONS

Fire Fighting Ship 1 or 2
IMO DP Class 2
Travelling cranes
Hybrid propulsion
Hydraulic AHT Winch
Extended accomodation



DAMEN ANCHOR HANDLING TUG SUPPLY 180

AHTS 18000

DAMEN SHIPYARDS GORINCHEM

Member of the DAMEN SHIPYARDS GROUP

Industrieterrein Avelingen West 20
4202 MS Gorinchem

P.O. Box 1
4200 AA Gorinchem
The Netherlands

phone +31 (0)183 63 99 11
fax +31 (0)183 63 21 89

info@damen.nl
www.damen.nl

Registered at the Chamber of Commerce, no. 23036357, under the name BV Scheepswerf Damen Gorinchem.
All our offers are without engagement unless stated otherwise.
All activities carried out in accordance with the VNSI General Yard Conditions (Netherlands Shipbuilding Industry Association).

DSGo-D&P-3.0-0612

B.3.7

Remorqueur

AZIMUTH TRACTOR DRIVE TUG 2412 TWIN FIN

"CAPE LEEUWIN"

GENERAL

Yard number	545018
Delivery date	March 2017
Basic functions	Towing, mooring and fire-fighting operations
Classification	Lloyd's Register ✠ 100 A1 Tug [✠] LMC UMS IWS
Flag	Australia
Owner	Mackenzie Marine & Towage Pty Ltd

DIMENSIONS

Length overall	24.74 m
Beam overall	12.63 m
Depth at sides	4.60 m
Displacement	503 t

TANK CAPACITIES

Fuel oil	69.5 m^3
Fresh water	8.0 m^3
Lubrication oil	6.9 m^3
Bilge water	5.9 m^3
Foam	5.5 m^3
Dirty oil	3.0 m^3
Sewage	3.4 m^3

PERFORMANCES

Bollard pull	70.4 t
Speed ahead	12.5 kn
Speed astern	12.7 kn

PROPULSION SYSTEM

Main engines	2x Caterpillar 3516C TA HD+/D
Total power	4200 bkW (5632 bhp) at 1600 rpm
Azimuth thrusters	Rolls Royce US 255 FP
Slipping clutches	Rolls Royce 'built in' type
Propeller diameter	2600 mm
Forced ventilation	60.000 m^3/h

AUXILIARY EQUIPMENT

Generator sets	2x Caterpillar C4.4 TA, 230/400 V, 86 kVA, 50 Hz
Bilge/general service pumps	2x Sterling AKHA 5101, 20 m^3/h
Fuel oil pumps	2x Sterling R35/40, 3.4 m^3/h
Fuel oil filters	2x Coalester filters incl. water separator
Sewage pump	Libellula L1-3H, 6.6 m^3/h
Cooling system	Box cooling + anti-growth system
Hydraulic system	Double main engine driven pumps
Fifi set	Diesel driven pump 600 m^3/h
Fifi monitor	1x 600 m^3/h, water/foam

DECK LAY-OUT

Anchors	2x 360 kg Pool (High Holding Power)
Anchor winch	Electrically driven 10 m/min incl. warping head
Towing winch aft	Hydraulically driven split drum 33 ton at 11 m/min, slack rope speed up to 51 m/min, 150 ton brake
Fendering	Cylinder + block stern fender, D-fender side/fore and tyre fendering

ACCOMMODATION

For 4 persons, completely insulated and finished with durable modern linings, acoustical ceiling in the wheelhouse, floating floors and air-conditioning. Accommodation above main deck with a captain's cabin, chief engineer's cabin, one double crew cabin, galley, mess/dayroom and sanitary facilities.

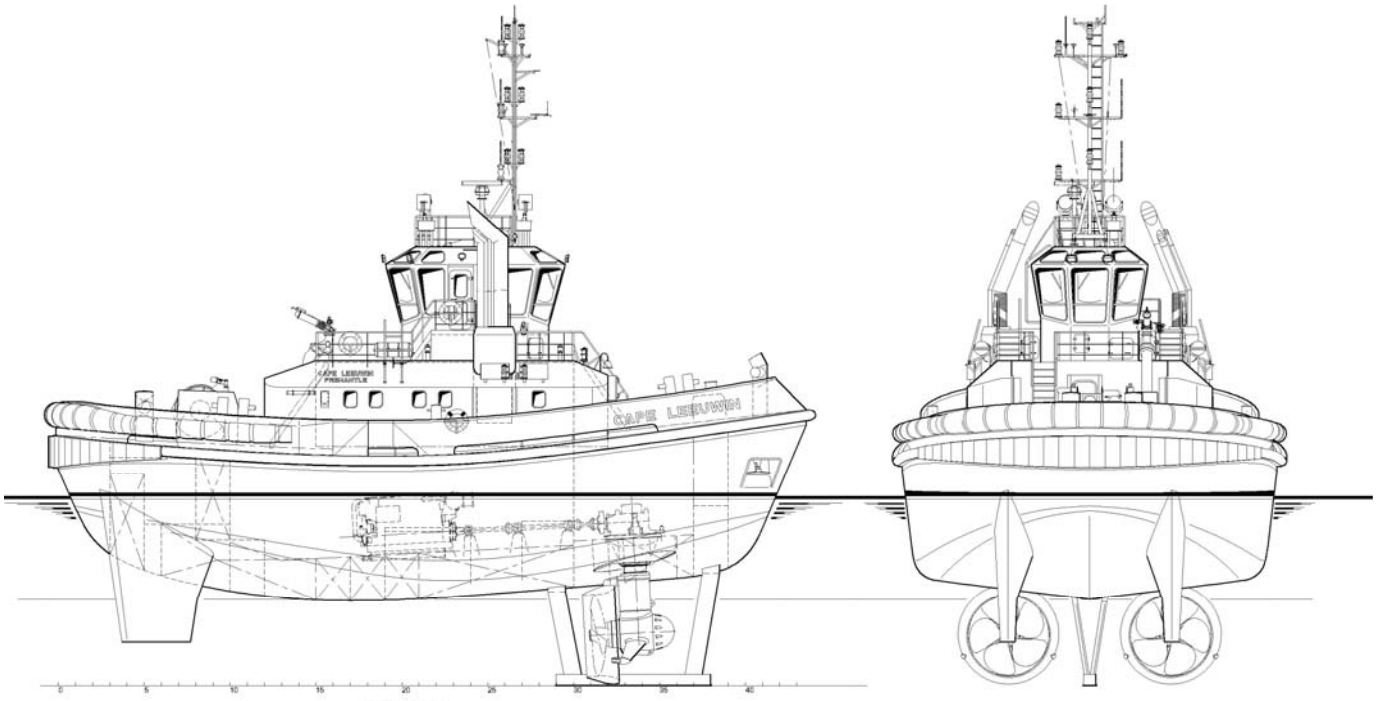
NAUTICAL AND COMMUNICATION EQUIPMENT

Searchlights	2x Pesch 1000 W
Radar system	Furuno FAR 2117
Compass	Magnetic Kotter
Autopilot	Simrad AP-70
GPS	Furuno GP-170
Echo sounder	Furuno LS-6100
VHF radio telephone	2x Sailor Compact 6222, 25 W
VHF hand-held	2x Jotron TRON TR-20, GMDSS approved
Inmarsat	Furuno Felcom 18
AIS	Furuno FA-150
Navtex	Furuno NX-700A
EPIRB	Jotron Tron-60S
Sart	Jotron Tron Sart 20

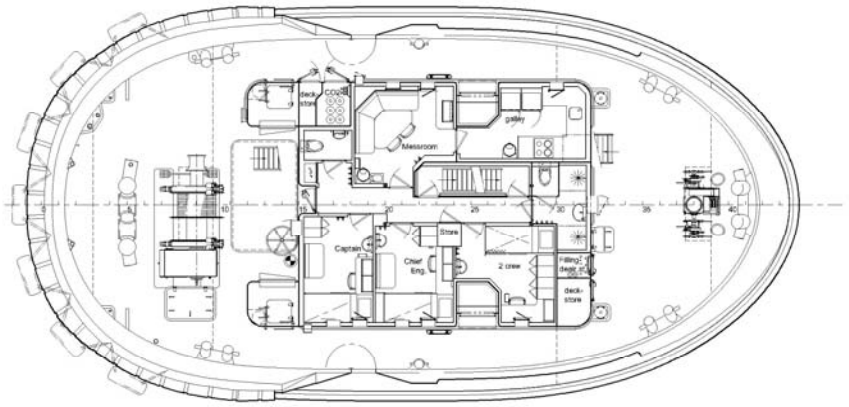
DAMEN

AZIMUTH TRACTOR DRIVE TUG 2412 TWIN FIN

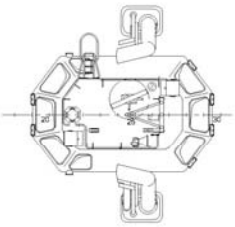
"CAPE LEEUWIN"



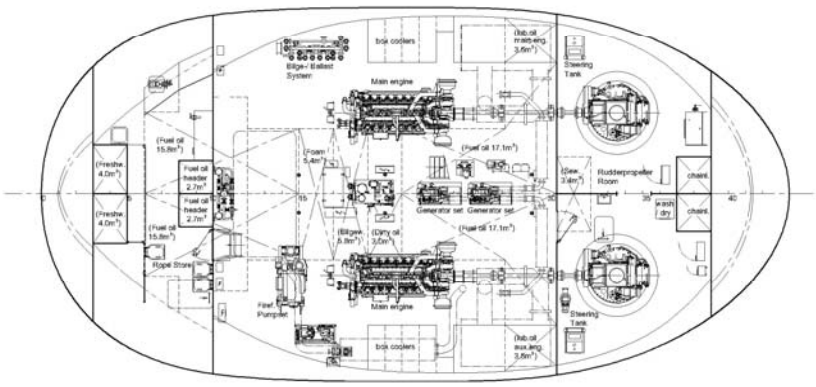
Main deck



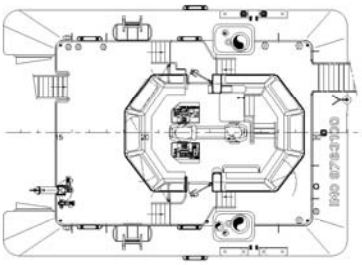
Top deck



Below Main deck



Bridge deck



DAMEN

DAMEN SHIPYARDS GROUP

Avelingen-West 20
4202 MS Gorinchem
The Netherlands

P.O. Box 1
4200 AA Gorinchem
The Netherlands

phone +31 (0)183 63 99 22
fax +31 (0)183 63 21 89

info@damen.com
www.damen.com

© No part of the leaflet may be reproduced in any form, by print, photo print, microfilm, or any other means, without written permission from Damen Shipyards Group

AZIMUTH STERN DRIVE TUG 3212

"MARS"

GENERAL

Yard number	512531
Delivery date	February 2017
Basic functions	Push-pull, escorting, towing and fire-fighting operations
Classification	I ✠ HULL • MACH Escort Tug Unrestricted Navigation AUT UMS IWS Fire Fighting Ship 1 (2400 m^3/h)
Flag	The Netherlands
Owner	Sleepdienst B. Iskes & ZN B.V.

DIMENSIONS

Length overall	32.70 m
Beam overall	12.82 m
Depth at sides	5.35 m
Draught aft	5.53 m
Displacement	793 t

TANK CAPACITIES

Fuel oil	132.6 m^3
Fresh water	15.2 m^3
Sewage	5.2 m^3
Lubrication oil	8.2 m^3
Dirty oil	4.8 m^3
Sludge	2.5 m^3
Bilge water	6.8 m^3
Foam	10.4 m^3

PERFORMANCES

Bollard pull ahead	82.5 t
Bollard pull astern	76.1 t
Speed ahead	14.1 kn
Speed astern	14.0 kn

PROPULSION SYSTEM

Main engines	2x Caterpillar 3516C HD+ TA/D
Total Power	5050 bkW (6772 bhp) at 1800 rpm
Thrusters	2x Rolls Royce US 255 P30 FP Special
Propeller	2800 mm Fixed Pitch
Forced ventilation	20.000/40.000 m^3/h

AUXILIARY EQUIPMENT

Generator sets	2x Caterpillar C6.6 TA, 230/400 V, 125 kVA, 50 Hz
Bilge pumps	2x Sterling AKHA 6101, each 34 m^3/h
Fuel pumps	Sterling AKHA 5101 and AOHA 3101
Cooling system	Box cooling + anti-growth system
Fresh water pressure set	Sterling HBK 111 / AOHA 3101
Hydraulic system	Main engine driven pumps
Fifi set	Fire-fighting pump (FIFI 1 2400 m^3/h) driven by independent fixed mounted diesel engine combined with foam mixer
Fifi monitor	2x 1200 m^3/h water and 2x 300 m^3/h foam

DECK LAY-OUT

Anchor	2x 495 kg Pool (High Holding Power)
Anchor/towing winch	Hydraulically driven double drum winch, two speed winch, pull 38 ton at 12 m/min at second layer, 200 ton brake
Capstan	5 ton at 15 m/min, electrically driven
Crane	Heila HLRM 20-3S + winch MW 22
Towing hook aft	Mampaey SWL 100 ton
Towing winch aft	Hydraulically driven single drum winch with spooling device and warping head, pull 38 ton at 12 m/min at second layer and 200 ton brake
Fendering	D-fender at sides, cylinder fender at transom corners, cylinder bow fender with waterspray

ACCOMMODATION

For 10 persons, insulated and finished with durable modern linings, acoustical Dampa ceiling in the wheelhouse, floating floors and air-conditioned. With 6 cabins, galley, mess/dayroom, switchboard room, dry store and sanitary facilities.

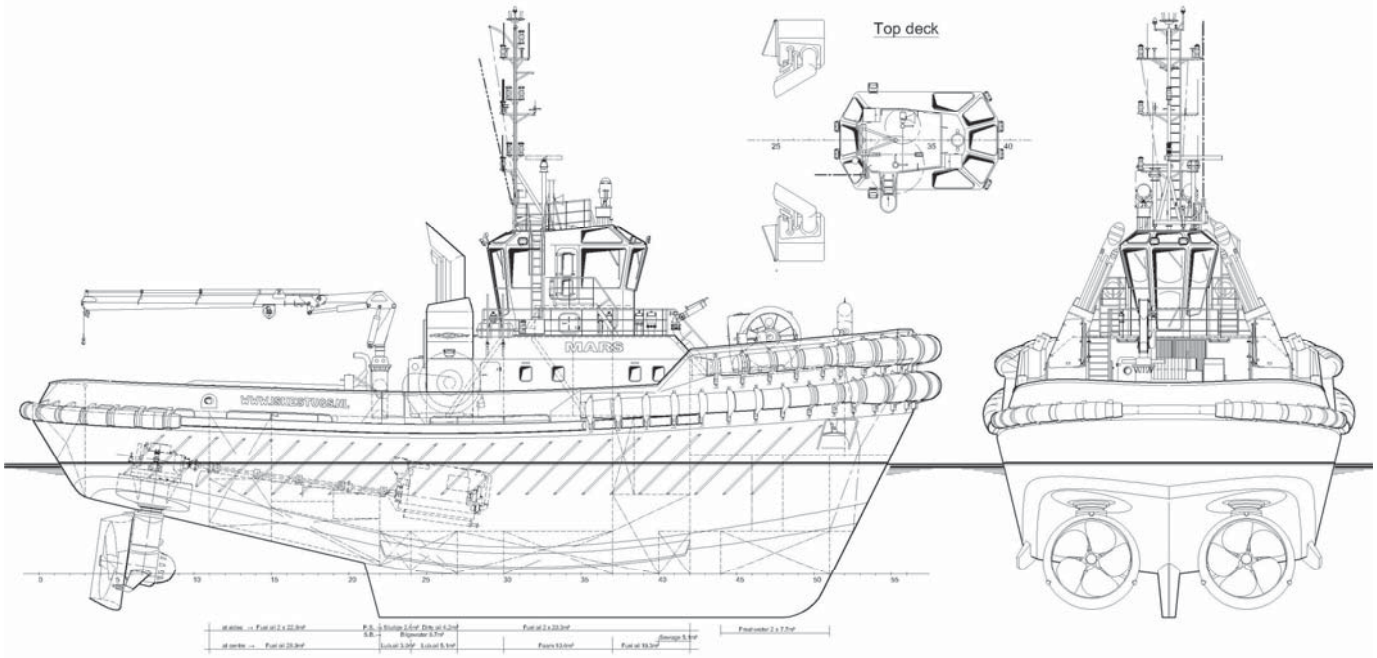
NAUTICAL AND COMMUNICATION EQUIPMENT

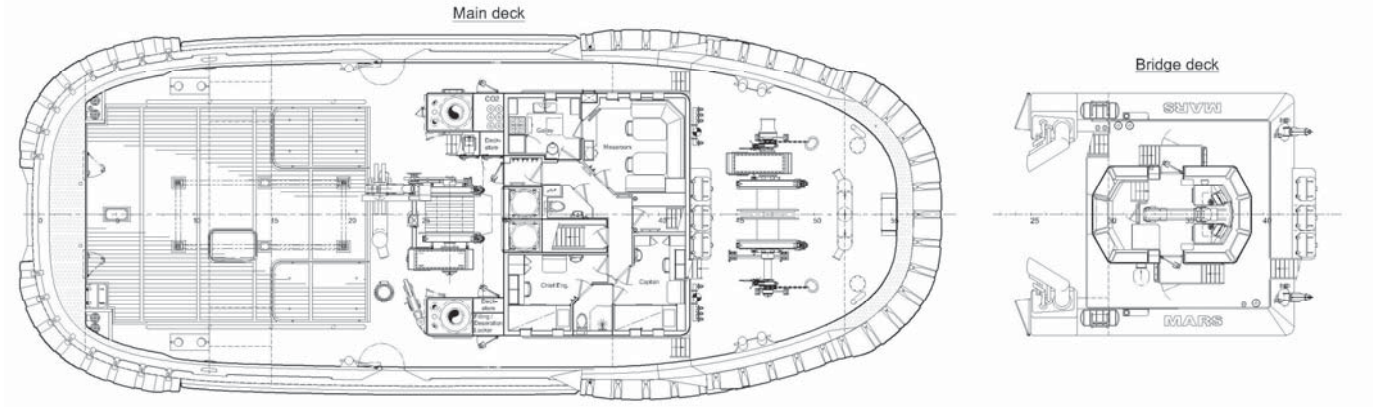
Searchlights	2x 450 W Xenon
Radar system	1x Furuno FAR-2117 with 19" screen and 4 ft scanner 1x Furuno FAR 2117 with 19" screen and 6.5 ft scanner
Compass	Magnetic Kotter
Satellite compass	Furuno SC-50
Autopilot	Robertson AP-70
GPS	Furuno GP-150
Echosounder	Furuno FE-800
VHF	2x Sailor Compact 6222
VHF hand-held	2x Jotron Tron TR-20
VHF	Motorola DM4401
UHF hand-held	2x Motorola DP4401 DP
Navtex	Furuno NX-700A
Speed log	Furuno DS-80
AIS	Furuno FA-150
Inmarsat	2 Furuno Felcom 18 (one with DSC)
SSB	Furuno FS-1575
EPIRB	Jotron Tron-40S
Sart	Jotron Tron Sart 20
GSM telephone booster	Rosenvelt RF EW 13-F

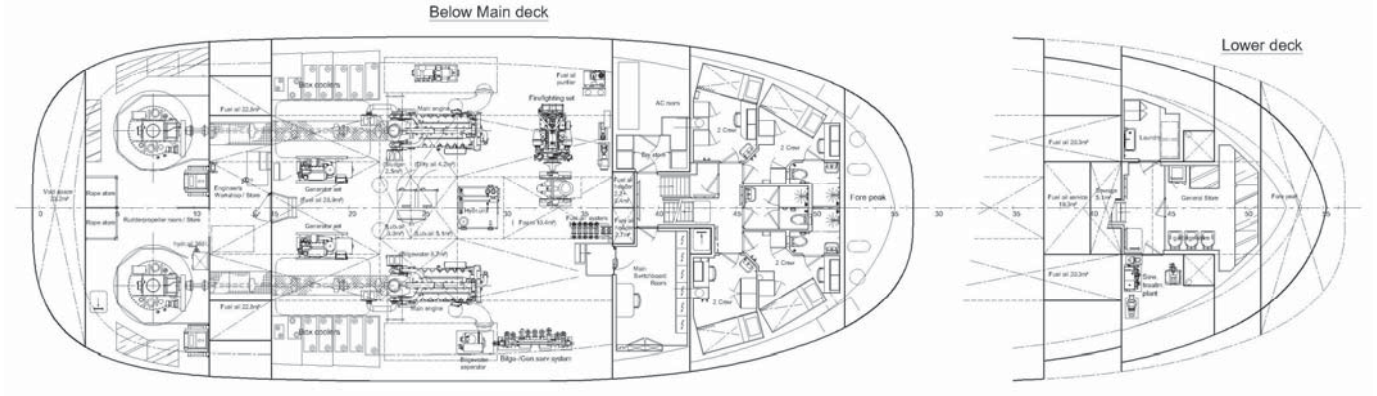
DAMEN

AZIMUTH STERN DRIVE TUG 3212

"MARS"







DAMEN

DAMEN SHIPYARDS GROUP

Avelingen-West 20
4202 MS Gorinchem
The Netherlands

P.O. Box 1
4200 AA Gorinchem
The Netherlands

phone +31 (0)183 63 99 22
fax +31 (0)183 63 21 89

info@damen.com
www.damen.com

© No part of the leaflet may be reproduced in any form, by print, photo print, microfilm, or any other means, without written permission from Damen Shipyards Group

B.3.8

Bateau patrouilleur

M/V SANCO CHASER

YOUR PARTNER IN MARINE SEISMIC OPERATIONS

TECHNICAL SPECIFICATION FOR M/V SANCO CHASER

Built:	2002
Length:	51,30 M
Breadth:	12,00 M
Gross Tonnage:	1346 T
Fuel oil capacity:	1100 m3
Accommodation:	28 persons sleeping / 40 persons for 24 hrs trip

Sanco Shipping AS | Industriparken | N-6083 Gjerdsvika | Norway | Tel +47 70 02 63 90 | E-mail: office@sanco.no

TECHNICAL SPECIFICATION
M/V SANCO CHASER

MAIN DIMENSIONS	
Length O.A (LOA):	51,30 M
Length P.P.:	43,80 M
Breadth:	12,00 M
Draft loaded:	5,50 M
Draft in ballast:	3,2 M
Moulded depth:	6,20 M
Air draft:	23,0M
Gross Tonnage	1346 T
Deadweight:	1223 T
Net Tonnage:	404 T

PROPULSION MACHINERY	
Main engines:	2x1800 BHp, ABC Diesel 6 MDZC, 1000 RPM
Main Gear:	2 x Scana Volda CP/564 ACG 450/PF565/1
Shaft generators:	2 x Stamford Type.HC.M734 F2,1000kW each
Propeller:	2 x 4 bladed Scana Volda, Ø= 3100, 220 RPM

AUXILLIARY MACHINERY	
Aux. 1:	1 x Scania, 170kW
Emergency Gen:	1 x Moes, 6,4kW
Bow thruster:	1 x Brunvoll, 500 kW
Stern thruster:	1 x Brunvoll, 300 kW
Rudder:	2 x Volda highlift rudders
Steering Gear:	2 x Ulstein Tenfjord SR 622

CAPACITIES	
Fuel Oil (MGO):	MGO 1050 m3 + Autodiesel 17 m3
Fresh water:	35,4 m3
Ballast water:	440,5 m3
Fuel pump capacity:	200 m3/h at 8 bar

NAVIGATION & COMMUNICATION EQUIPMENT	
Sat C:	Skanti TT3020C
HF/MF/DSC:	Skanti TRP1250, TCU1000
VHF:	4 x Sailor RT2048 / RT4822
VHF, portable:	3 x Simrad SRH50
UHF:	4 x Entel HT783
Radar 10 cm:	Furuno FR 2137 S –BB, Arpa
Radar 3 cm:	Furuno FR 2117 -BB, Arpa
Gyro:	Simrad GC-80 / Furuno SC 50
GPS:	Furuno GP 80 + Furuno GP 36
Auto. Id. System:	Furuno FA-100 AIS
El.Chart:	Dual-Tecdis T-2138 A
Navtex:	Mc Murdo Nav7
Epirb:	Jotron, Tron 40S
Sart:	2 x Tron sart
Pos.control:	Joystick, Simrad
Autopilot:	Simrad AP-70
Echo sounder:	Furuno FE-700 & FCV-611
E-mail to use:	bridge.chaser@sanco.no

CLASS	
DNV + 1A1, SPS IMO A. 534 (13), EO	
Built:	Larsnes Mek.Verksted, Norway, build no. 38, Year 2002
Call sign:	ZDHH 3
Flag:	GIBRALTAR
Port of register:	GIBRALTAR
IMO Number:	9250206
DNV ID Number:	23264
MMSI Number:	236317000

SPEED & CONSUMPTION	
Max speed:	13 knots = 12 m3/ day
Service speed:	11 knots = 10 m3/ day
Chasing speed:	4,5 knots = 3,5 m3/ day
Bollard pull:	31 tons (Tested by 75% pitch)

DECK MACHINERY	
Deck crane:	Dreggen folded jib crane, SWL 10 tonnes at 14 meter
Streamer winch:	Capacity 3000 m. of Ø= 64 mm cable
Fuel winch:	Capacity 210 m with 5" hose
Auxiliary winch:	Capacity 50 m with 16 mm rope
Rope storage winch:	Capacity 200m with 100mm rope
Towing hook:	Strainstall, SWL 45 tonnes
Incinerator:	Teamtec Golar OG120
Workboat davit:	Vestdavit, SWL: 15 tonns

ELECTRIC POWER
440 V, 230 V all 60 Hz

RESCUE EQUIPMENT	
MOB-boat:	DSB 3.9 SR/IRB with 25 Hp outboard, approved for 6 persons
Liferafts:	4 x 25 persons
Liferafts:	2x10 persons
Lifesaving capacity:	40 persons

ACCOMMODATIONS
4 x 1 bed cabin with bathroom
6 x 2 bed cabin with bathroom
2 x 6 bed with bathroom

MANAGEMENT COMPANY	
Sanco Shipping AS Industriparken N-6083 Gjerdsvika, NORWAY	
Telephone:	+47 700 26 390 Mobile: + 47 95706032 / + 47 90976808
E-mail:	office@sanco.no
Internet:	www.sanco.no

ALL SPECIFICATIONS GIVEN WITHOUT GUARANTEE AND SUBJECT TO CHANGES
Updated: March 2016

B.3.9

Navire de réserve

THOR

M/V Thor Modi

www.thor.fo

SPECIFICATIONS

Name:
M/V Thor Modi

Call sign:
C6BI4

Home port:
Nassau

Flag:
Bahamas

MMSI:
311 000 271

IMO no:
967 9036

Class:
DNV *1A1, EO, SF, SPS, CLEAN DESIGN, NAUT-AW, ICE-1A, RP, BWM-T,TMON, RECYCLABLE

Built:
2015 Besiktas Shipyard

DW:
About 1750

Light ship weight:
1810 tons

LOA:
64.40 m

LBP:
57.60 m

Beam:
14.50 m

Breadth Moulded:

Cargo on deck:
- Deck cargo: 5 T/M2
- Deck area:: 25.8 x 12.1 m, Ca. 300 m2 Cargo Space

Bollard pull:
50 TONNES

Accommodation:
- Crew: 8 x 1 man
- Extra berths: 2 x 2 men, + 48 berths
- Extra people allowed on board: 52 (Total 60 persons incl, crew)

Deck equipment:
- Deck crane: A-BUS LIFTING 12T SWL 2,3-10M - 10T SWL 2,3-17M
- Rope winch: DMT 200M /6 LAYER 10 KN
- Capstan: DMT 50 KN (3 PIECES)
- Anchor winches: DMT 61.5 KN 101-H36K3 (2 PIECES)
- Towing hook: MAMPAEY 50/65 T
- Davits: VESTDAVIT - MOB PLR7000- PLR 15000
- Gypsies: Ø36
- Bow anchors: YAPAS 2850KG SPEK TYPE ANCHOR
- Chains: 27.5 x 8 m, same length both side

Rescue boat:
- MARITIME PARTNER -ALUSAFE 770 MK II TWIN

Sewage Treatment plant:
- JETS VACUUM - ECOMOTIVE for 60 persons

14.50 m

Depth Moulded:

7.20 m

Depth boat deck:

9.90 m

Depth main deck:

7.20 m

Draft:

5.70 m max

Main engine:

4 x 1000 kW Yanmar, 6EY22ALW

Aux. engine:

260 kW, Scania DI12 62 M

Generators:

4 x 1250 KVA Hyundai 1250. AC 690 V, 1045.6 Amp, 60 HZ

Speed:

- Max: 19.56 m3/ 24h @13.7 knots
- Economy: 9.6 m3/ 24h @ 10.8 knots
- Chase: 3.5 m3/ 24h @ 4.5 knots

Propellers:

BERG PROPULSION BCP760 F (2 PIECES)

Rudder:

ROLLS ROYCE FM (2 PIECES)

Steering gear:

ROLLS ROYCE SR622 FCP (2 PIECES)

Thruster:

SCHOTTEL PUMP JET TYP SPJ 132 RD-L

Water generator:

ENWA MT 20 TSRH

Bunkers:

- Heavy Fuel 1104 Cbm, Diesel 437 Cbm
- Lubes: 19 Cbm
- Fresh water: 75 Cbm

All specifications given without guarantee and subject to changes!

Copyright © 1998-2015
THOR Ltd

- Liferafts: VIKING MODEL DK 7x25 PERSON , 1x16 PERSON
- Life-jackets: VIKING SOLAS RIGID LIFE JACKET 64 ADULT, 2 CHILD
- Immersion suits: VIKING PS 5002 64 Suits

FRC safety equipment:

- FRC working suits: Viking PS 4170 4 Suits
- Inflatable lifejackets: Viking PV 9320 8 Lifejackets

Firefighting equipment:

- Water Mist Fire Suppression System

Radio and Navigation equipment:

GMDSS equipment:

- FURUNO, RC 1800T

Radar:

- FURUNO, FCR 2119-BB

Echosounder and speed-log:

- FURUNO, FE-700

Gyro / autopilot:

- ANSCHUTZ, 108-010 (2PIECES)

Bridge alarm:

- ULSTEIN

Pumps:

- Fuel Oil: ALLWEILLER, IEC 250M-2, 189M3/H 5 BAR (2 FOR HFO + 1 FOR MDO)
- Fresh Water: ALLWEILLER, NB20-160 IEC80, 5M3/H 2.5 BAR
- Seawater ballast pump: ALLWEILLER, NB65-160IEC132M,80M3/H 2.5 BAR

Communication:

- Email Sat: thormodi@thor.fo
- E-Mail Captain: thormodi.captain@thor.fo
- E-Mail Engine: thormodi.engine@thor.fo
- Tel. IP Bridge: +44 203 695 5265
- Tel. IP Engine: +44 203 695 5266
- Tel. FBB: +870 773 233 052
- InmarsatC: 431102468 / 431102469

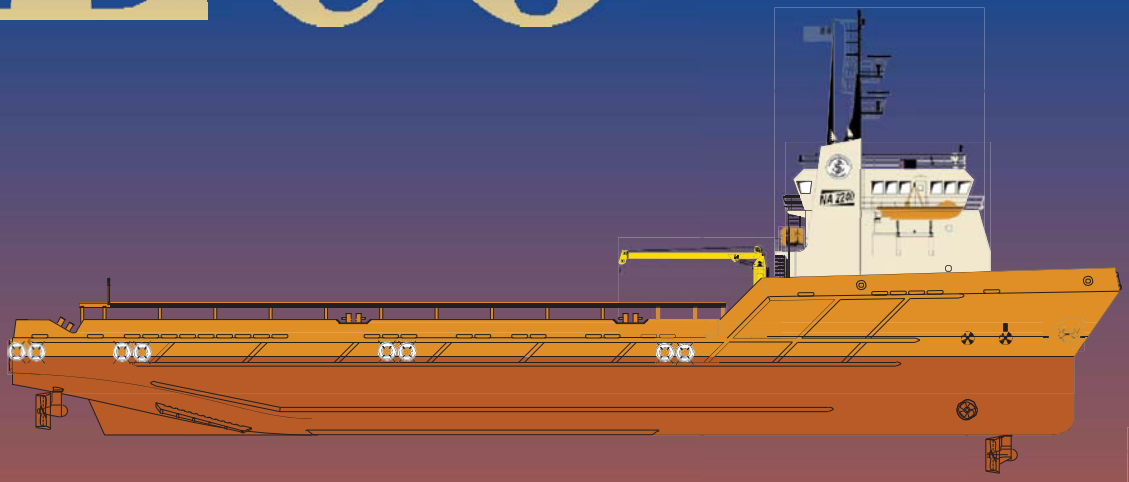
B.3.10

Navire d’approvisionnement

ECO

240' OFFSHORE SUPPLY VESSEL

EDISON CHOUEST OFFSHORE



M/V C-EMPRESS

EDISON CHOUEST OFFSHORE

M/V C-EMPRESS

Specifications 01/12

REGISTRATION: Hull #179 | Vessel Type: Offshore Supply Vessel | Year Built: 1998, North American Fabricators

	U.S. MEASUREMENTS	METRIC EQUIVALENTS
DIMENSIONS	240' X 56' X 21'	73.15 m X 17.07 m X 6.40 m
Draft (Loadline):	18'	5.49 m
Draft (Lightship):	6'6"	1.98 m
Clear Deck:	165' x 46'	50.29 m x 14.02 m
Clear Deck Area:	7,672 sq. ft.	712.75 m^2
Deck Cargo Capacity:	1,750 LT	1,778.08 MT
Deadweight Tonnage:	3,220 LT	3,271.67 MT
CAPACITIES		
Fuel Oil:	309,826.4 gals.	1,172.82 m^3
Ballast:	234,153.1 gals.	886.36 m^3
Potable Water:	24,031.6 gals.	90.97 m^3
Dry Bulk:	8,103.5 cu. ft. @ 80 psi	229.47 m^3 @ 5.5 bars
Liquid Mud:	6,063 barrels	963.94 m^3

MACHINERY	
Main Engines:	Two (2) 3516 CAT Diesels, 1,710 BHP
Bow Thrusters:	One (1) 340 HP CP Tunnel
	One (1) 1,200 HP Dropdown
Stern Thrusters:	Two (2) Ulstein 1,350H Azimuthing, 1,600 HP
Speed:	14.2 knots
Generators:	Two (2) x 500 kW, One (1) x 170 kW

CLASSIFICATION	
ABS	Maltese Cross A1 (Hull)
ABS	Loadline
ABS	Maltese Cross AMS (Machinery)
USCG	Subchapter L (OSV)
MARPOL	
SOLAS	

SPECIAL FEATURES	
Ship Motion:	Two (2) Passive Type Anti-Roll Tanks, Bilge Keels
Positioning:	DP 2
Tuggers:	Two (2) x 8,000 lb (3.63 MT)
Crane:	One (1) 3,100 lb SWL Hydraulic Deck Crane
Firefighting:	Two (2) x 8,000 GPM Monitors (Two CAT 3508 1,150 HP Drive Engines)

ACCOMMODATIONS: 29

LIFESAVING EQUIPMENT

Two (2) x 25-Man Inflatable Life Rafts
Two (2) x 20-Man Inflatable Life Rafts
Two (2) x 10-Man Inflatable Life Rafts
One (1) x 5.8 m Rescue Boat
Other gear as required by USCG and SOLAS

ECO

304' PLATFORM SUPPLY VESSEL

EDISON CHOUEST OFFSHORE

MMC 887 L

M/V BONGO · M/V ELAND · M/V GEMSBOK · M/V KUDU
M/V ORYX · M/V SABLE · M/V SPRINGBOK · M/V WILDEBEEST

M/V MMC 887 L

Specifications 04/14

Vessel Type: Platform Supply Vessel

Year Built: 2013, Remontowa Shipbuilding S.A., Poland

U.S. MEASUREMENTS		METRIC EQUIVALENTS
DIMENSIONS	304' X 62' X 24'	92.65 m X 18.80 m X 7.40 m
Work Deck Area:	11,302 sq. ft.	1,050 m^2
Deadweight Tonnage:	5,186.77 LT @ 19.85 ft max draught	5,270 MT @ 6.05 m max draught
Gross Tonnage (Convention):	3,825 GT	1,802 GT

CAPACITIES		
Fuel Oil:	329,702.9 gals.	1,248.06 m^3
Ballast/Drill Water:	539,949.7 gals.	2,043.93 m^3
Potable Water:	44,224.2 gals.	167.41 m^3
Fresh Water:	134,926.1 gals.	510.75 m^3
Dry Bulk:	14,683.84 cu. ft. @ 84.12 psi	415.8 m^3 @ 5.8 bars
Liquid Mud/Methanol/Brine/Oil Recovery:	2,700.86 barrels	429.40 m^3
Liquid Mud/Oil Recovery:	12,357.89 barrels	1,964.75 m^3
Methanol:	113,436.2 gals.	429.4 m^3

MACHINERY

Bow Thrusters:	One (1) x 800 kW Retractable, 1,072 HP
	One (1) x 1,250 kW CP, 1,676 HP
	(ELAND, GEMSBOK, SPRINGBOK and WILDEBEEST)
	or One (1) x 910 kW CP, 1,220 HP
	(BONGO, KUDO, ORYX and SABLE)
Z-Drives:	Two (2) x 2,000 kW, 2,680 HP
	RR US255FP, FPP without nozzle
Speed:	14.3 knots
Generators:	Four (4) x 1,700 ekW CAT 3512;
	One (1) x 400 ekW CAT C18 emergency and harbor

SPECIAL FEATURES

Positioning:	DP 2
Tuggers:	Two (2) x 10 MT
Crane:	One (1) x 3 MT @ 10 m (straight arm) Noreq
Windlasses:	Two (2) x combined windlass/mooring winch
Capstans:	Two (2) x 8.6 MT NDM

PUMPS WITH DISCHARGE RATES

Fuel Oil:	One (1) x 150/20 m^3/h @ 9 bar, electric driven
Ballast/Drill Water:	One (1) x 150/80 m^3/h @ 9 bar, electric driven
Fresh Water:	One (1) x 150 m^3/h @ 9 bar, electric driven
Liquid Mud Transfer:	Three (3) x 150 m^3/h @ 14 bar
Liquid Mud Recirculation:	Four (4) x 75 m^3/h @ 6 bar
Liquid Mud/ORO:	Two (2) x 75 m^3/h @ 14 bar
	with safety valve @ 17.5 bar
Methanol Pump:	One (1) x 75 m^3/h @ 0.9 MPa
Dry Bulk:	Two (2) x compressors 1,134 m^3/h 5.6 bar
Firefighting Pumps:	Two (2) x 1,770 m^3/h @ 1.22 MPa
Firefighting Monitors:	Two (2) x 1,200 m^3/h

CLASSIFICATION

ABS	✠ +A1(E) Offshore Support Vessel
ABS	✠ AMS
ABS	✠ ACCU
ABS	✠ DPS-2
ABS	✠ FFV Class 1
ABS	✠ Oil Recovery Capability Class 2
	2008 SPS Code of Safety (Special Purpose Ships)

ACCOMMODATIONS: 52

LIFESAVING EQUIPMENT

6-Person SOLAS-type MOB

Single Arm Rescue Boat Crane

NAVIGATION/COMMUNICATION EQUIPMENT

ARPA S-Band Radar

ARPA X-Band Radar

Inmarsat-C

Three (3) Gyro Compasses

GPS

GMDSS A3 Radio Installation

AIS (Automatic Identification System)

VDR (Voyage Data Recorder)

SSAS Distress Alarm

Three (3) Wind Sensors

VSAT

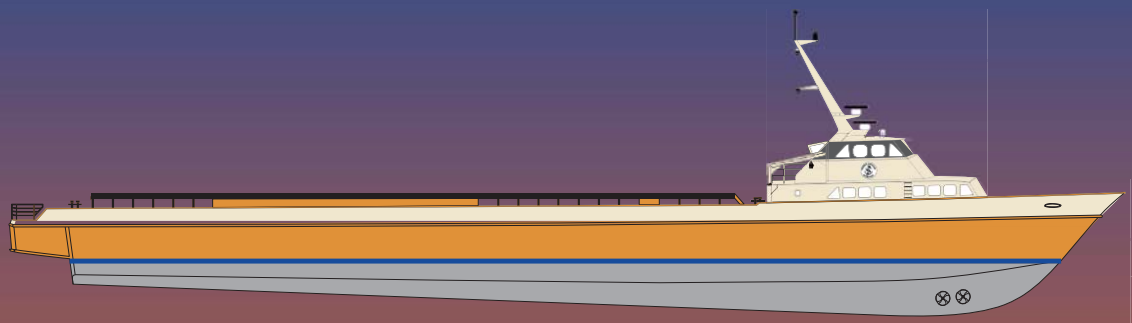
All specifications subject to change.

B.3.11

Bateau d’équipage

ECO

194' FAST SUPPLY VESSEL



M/V FAST HAULER

EDISON CHOUEST OFFSHORE

M/V FAST HAULER

Specifications 07/14

REGISTRATION: Hull #60 | Vessel Type: Fast Supply Vessel | Year Built: 2013, Breaux Brothers Enterprises

	U.S. MEASUREMENTS	METRIC EQUIVALENTS
DIMENSIONS	194' X 30' X 14'	59.13 m X 9.14 m X 4.27 m
Clear Deck:	132' x 24'6"	40.23 m x 7.62 m
Clear Deck Area:	3,234 sq. ft.	300.45 m^2
Deck Cargo Capacity:	380 LT	386.10 MT
Deadweight Tonnage:	455 LT	462.30 MT
CAPACITIES		
Fuel Oil:	34,000 gals.	128.7 m^3
Ballast:	63,500 gals.	240.37 m^3
Potable Water:	900 gals.	3.41 m^3
Lube Oil:	350 gals.	1.32 m^3

MACHINERY	
Main Engines:	Four (4) 3512C-HD CAT Diesels, 7,240 BHP
Auxiliary Engine:	One (1) CAT C9, 503 BHP
Bow Thrusters:	Two (2) 200 HP Thrustmaster 30TT175H Tunnels
Speed:	28 knots
Generators:	Two (2) x 80 kW

SPECIAL FEATURES	
Positioning:	DP 2
Steering and Controls:	Four (4) IMS 5 HP Electro/Hydraulic Steering Units, Three (3) Stations
Firefighting:	One (1) Monitor @ 2,500 GPM

CLASSIFICATION	
ABS	Loadline
ABS	A1 Class
ABS	AMS (HSC Crewboat)
ABS	DP2
USCG	

ACCOMMODATIONS:	12
Passengers:	58

LIFESAVING EQUIPMENT

- Four (4) x 25-Man Life Rafts
- Personnel Rescue Davit
- Other gear as required by USCG

ELECTRONICS

- Two (2) Furuno FAR-2117 Radars
- Furuno GP150D DGPS Navigator
- Furuno FA150 AIS Transponder
- Furuno FM-8800S VHF Radiotelephone
- SEA 235 SSB Radio
- Icom IC-M504 VHF Radio
- Depth Recorder
- Furuno NX700P Navtex Receiver
- Color Video Sounder
- RLB-32 EPIRB
- RC1815 GMDSS
- Furuno LH3000 Loud Hailer
- Two (2) Furuno GC10 Gyro Converters
- Marine Technologies DP 2 Integrated Vessel Control System

All specifications subject to change.

B.3.12

Flotel

ELISA

Accommodation Barge - Self propelled / 8P - mooring
138 persons / 914 mt deadweight
2006

NAME : ELISA

TYPE : Accommodation Barge self-propelled
Diesel electric propulsion

OWNER : Elisa Shipping Ltd. (IMO: 5215460)

FLAG : St Vincent & The Grenadines

PORT OF REGISTRY : Kingstown

BUILDER'S YARD : Gelibolu Shipyard / Turkey

KEEL LAID / YEAR : May 2006

OFFICIAL NO. : 9900

CALL SIGN : J8B3428

HULL NO. : 029

IMO NO. : 9381689

CLASS SOCIETY : Bureau Veritas

CLASS ID NUMBER : 08142C

CLASS NOTATION : I ✠Hull ✠Mach, Offshore service ship Accommodation, Costal area

DIMENSIONS

LOA	70 m
LBP	65.88 m
MOULDED BREADTH	20 m
MOULDED DEPTH	4.30 m
MAX. DRAUGHT	2.30 m
CLEAR DECK AREA	Abt 300 m^2

TONNAGE

GT	2956
NT	886
DECK CARGO	150 mT
DECK STRENGTH	220 m^2 @ 5 mT / m^2
DECK STRENGTH FWD	80 m^2 @ 10 mT / m^2 (option crawler crane)
DEADWEIGHT	914 mT
LIGHT WEIGHT	1834 mT

MACHINERY / PERFORMANCE

SERVICE SPEED / CONSUMPTION	Abt 6 knots at 6 m^3 /day gasoil at sea, without boat landing fitted.
	Abt 1.3 m^3/day at anchor.
MAIN PROPULSION	Diesel electric, 2 x 525 kW HRP Azimut propellers
GENERATORS	4 x 571 kW, Baudouin 12M26SR V-type
	1 x 175 kW Emrg. DG
	A.C. 3-ph, 400 V, 50 hz
BOW THRUSTER	1 x 270 kW
CARGO FO-PUMP	65 m^3 / hr
CARGO FW-PUMP	50 m^3 / hr

ABC Maritime AG
Rue Perdtemps 1
1260 Nyon Switzerland

Phone: +41 (0)22 365 71 00
Email: info@abcmaritime.ch
Website: www.abcmaritime.ch

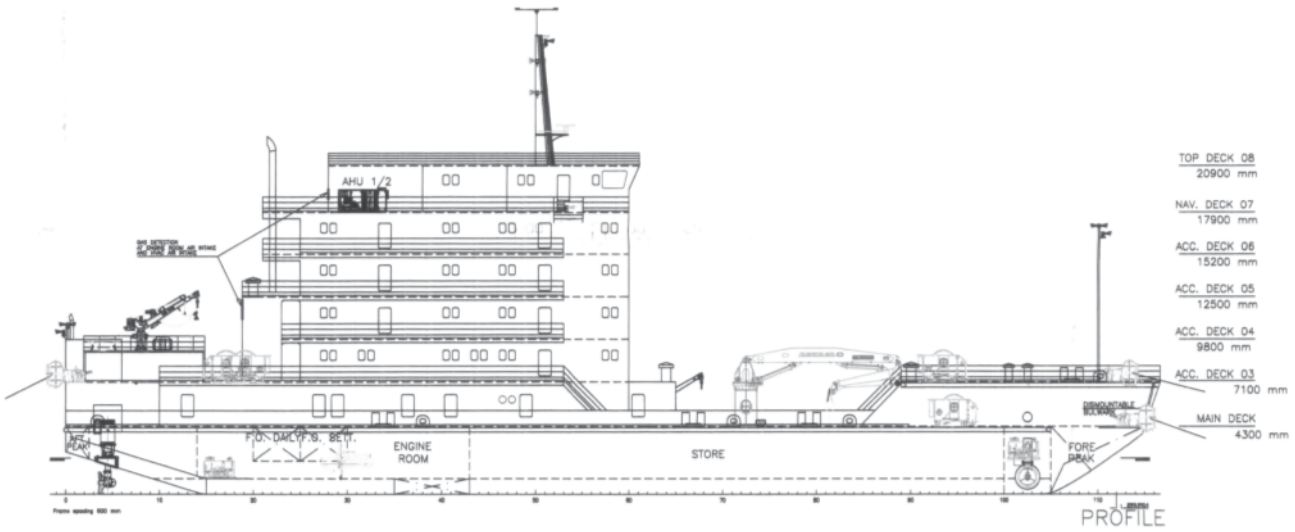
TANK	VOLUME
FUEL OIL (MGO)	277 m^3
BALLAST (F.W.)	810 mT
FRESH WATER	500 m^3
FRESH WATER PRODUCTION	max 22 tons/day
DIRTY OIL	7 m^3
ENGINE LO	NIL
HYDRAULIC OIL	NIL
FOAM	NIL
DETERGENT	NIL

ACCOMMODATION

PASSENGERS		112
CREW		14
CATERING STAFF		12
CABINS	8 x single, 7 x double, 20 x 4 beds, 6 x 6 beds = 41	
PEOPLE CAPACITY	Total:	138

ADDITIONAL INFORMATION

ANCHORS	8 x 5 tons Flipper-Delta
MOORING GEAR	8-point mooring: 8 X 1600 m, 38 mm ø, 90 tons, 1st layer
BOW RAMP	Open - manual operated N/A
DECK CRANE	9.3 tons outreach 13.3 m (stb side)
RESCUE BOATS	2 x 10 knots, 6 persons each
FIFI	N/A but deluge fitted for accommodation & main deck
STORE ROOM UNDER DECK	CO^2 / Sprinkler / Bilge suction
BOAT LANDINGS	2 x Surfer landings



www.abcmaritime.ch

ABC Maritime AG
Rue Perdtemps 1
1260 Nyon Switzerland

Phone: +41 (0)22 365 71 00
Email: info@abcmaritime.ch
Website: www.abcmaritime.ch

ABC Maritime AG
Rue Pertemps 1
1260 Nyon - Switzerland

Phone: +41 (0)22 365 71 00
Email: info@abcmaritime.ch
Website: www.abcmaritime.ch

N.B.: all particulars are given in good faith, but are not guaranteed.

B.3.13

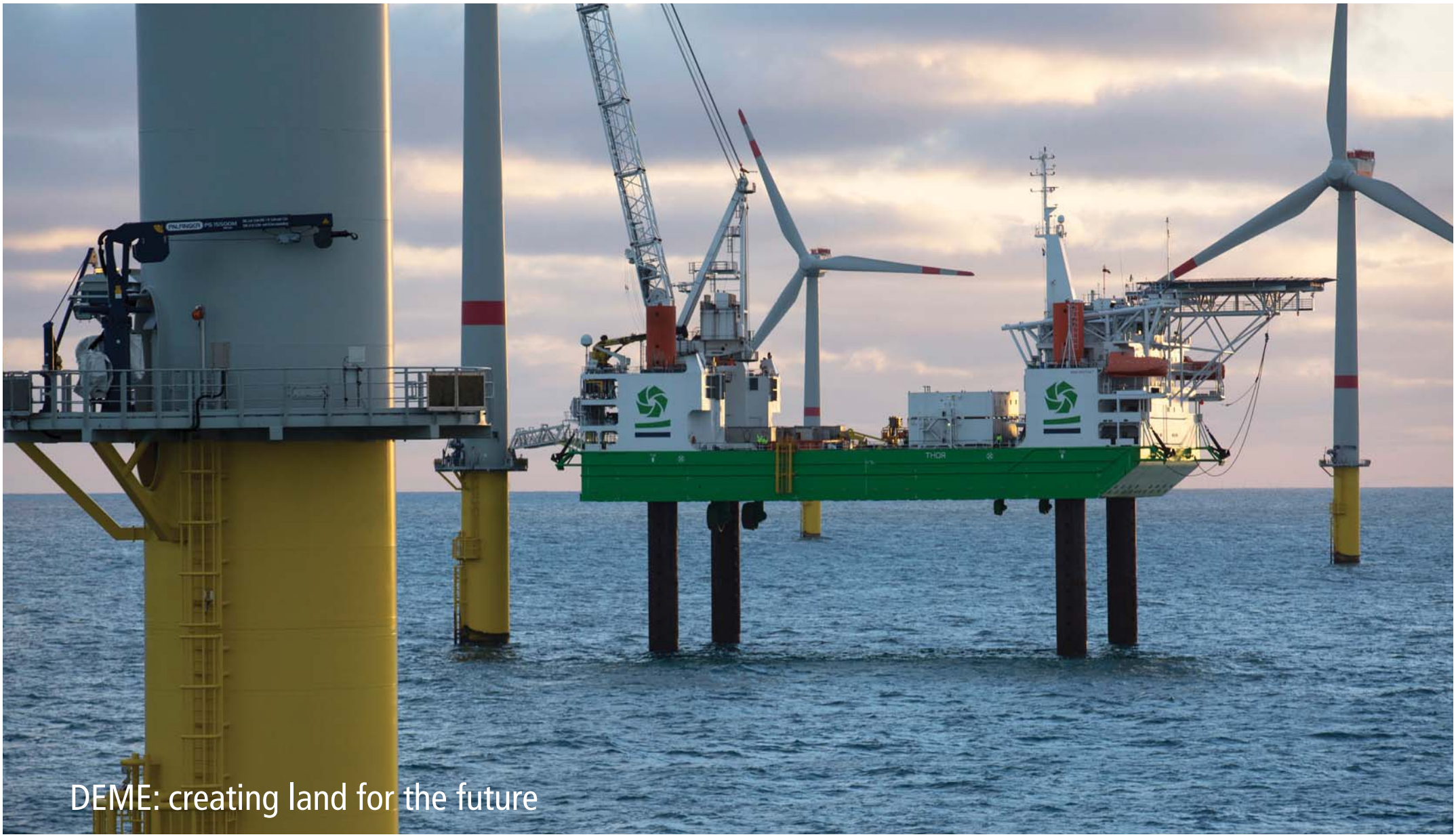
Navire de pieux

GeoSea

Geotechnical & Offshore Solutions

Thor

OFFSHORE HEAVY LIFT DP2 JACK-UP VESSEL



DEME: creating land for the future

Thor

OFFSHORE HEAVY LIFT DP2 JACK-UP VESSEL

CONSTRUCTION YEAR	2010
TYPE	Offshore Heavy Lift DP2 Jack-Up Vessel
CLASSIFICATION	Germanischer Lloyd

MAIN DIMENSIONS	length breadth depth	70.00 m 40.00 m 6.00 m
JACKING SYSTEM	type capacity pre load speed leg length	Hydraulic Positive Engagement 10,000 ton 4 x 4,350 ton 1.2 m/min 82.00 m
CRANE	capacity	500 ton
POWER & PROPULSION	dynamic positioning propulsion installed power	Kongsberg DP2 2 x 2,560 kW Azimuth Thrusters 2 x 750 kW Azimuth Thrusters 10,530 kW
OPERATIONAL CONDITIONS	pay load (max) free deck area operating draft (max)	2,700 ton 1,850 m^2 8.46 m
OTHER	accommodation helideck moonpools auxiliary crane other	56 persons installed 2 x 900 mm 6.5 ton, manriding 4 points mooring system

GeoSea

Geotechnical & Offshore Solutions

MEMBER OF THE DEME GROUP
GEOSEA NV Haven 1025 - Scheldedijk 30 I B-2070 Zwijndrecht, Belgium I T +32 3 250 53 12 I F +32 3 250 55 41
www.deme-group.com/geosea I info.geosea@deme-group.com

B.3.14

Barge-derrick

Derrick Barge 30

Derrick/lay barge with heavy-lift and pipelay capabilities

Derrick Barge 30

Official Flag: Malaysia
Built/Year: Japan - 1975, Conversion - 1999
Class: ABS + A1, Barge

HULL
Dimensions:
LOA: 420 ft [128 m]
Beam: 158 ft [48.2 m]
Depth: 28 ft [8.5 m]
Operating Draft: 12 ft [3.65 m] minimum / 19 ft maximum [5.79 m]

TOWING
Storm Anchor: 1 to meet regulatory body approval
Anchor System: 12 @ 35,714 lb [11,339.8 kg] anchor; 5,500 ft [1,676.4 m] of 2.5 in wire

COMMUNICATION & NAVIGATION
Communication: data / fax / phone / VSAT
Radio: VHF, GMDSS, SSB
Radar: 1
Gyro Compass: 1
Echo Sounder: 1

ACCOMMODATION
Berths (air conditioned & heated): 302
Medical: clinic with two beds
Other Facilities: galley, mess room, laundry, movie room, conference room, exercise room, internet café, customer offices

POWER
Distribution: 440 V, 220 V, 110 V, 60 Hz
Main Generator: 3 @ 910 kW + 1 @ 1,360 kW
Emergency Generator: 1 @ 320 kW
Speed: Towing Speed: 6 kts

SAFETY
Life Raft: 38 @ 25-person
Rescue Boat: 2
Safety System: Meets flag and regulatory body requirements

TANKS
Fuel: 423,521 usg [1,603,214 L]
Ballast Water: 3,550,375 usg [13,439,734 L]
Potable Water: 147,748 usg [521,437 L]
Fresh Water: 557,273 usg [2,109,523 L]
Lube Oil: 10,000 usg [37,854 L]

CRANES
Crane: Clyde Model 76
Boom Length Main: 235 ft [71.6 m]
Boom Length Aux: 270 ft [82.3 m]
Boom Length Whip: 300 ft [91.4 m]
Main Hook Capacity Fixed: 3,080 ST [2,794.1 MT]
Main Hook Cap Revolving: 2,450 ST [2,222.6 MT]
Aux Capacity: 750 ST [680.4 MT]
Aux Whip: 250 ST [226.8 MT]
Deck Crane: 2 AH&D 203 gantry cranes; 110-ft [33.5 m] boom

PIPELAY EQUIPMENT
Min OD: 4 in
Max OD: 60 in
Tension Machine: 2 @ 275 kip [124.74 MT]
Tension Capacity: 550 kip [249.5 MT]
A & R Hoist: 700 kip [317.5 MT]
Wire Rope: 2,500 ft [975.4 m] @ 3.0 in
Ramp Station: welding (5); repair/x-ray (1); field joint (3)
Davits: Portable (installed as required)
Max Water Depth: Case-by-case Min Water Depth: 17 ft [5.2 m]
AWE: Manual or automatic per project requirement

EQUIPMENT
Air Compressor: 2 @ 670 cfm, 120 psi, 1 @ 600 cfm, 120 psi [2 @ 19 m^3/min, 8.3 bar; 1 @ 17 m^3/min, 8.3 bar]
Jet Pump: 1 @ 1,250 gpm, 250 psi [1 @ 4,731.8 L/min, 17.2 bar]
Welding Machine: manual and automatic
Boilers: 2,000 hp; 69,000 lb steam/hr @ 275 psi [2,000 hp; 31,297.9 kg steam/hr @ 19 bar]
Anti Pollution: oil spill response kit
Water Maker: 2 @ 18,492 usg/day [70,000 L/day]
Helideck: 72 ft x 72 ft [22 m x 22 m], suitable for Sikorsky S61 & S92
Construction Equipment:The DB30 spread is outfitted with assisting tugs, material barges, survey equipment, diving systems, x-ray, NDT, and hammer equipment as required on a project-specific basis.

170727—15 | Universal | © 2017 McDermott International, Inc. All Rights Reserved. The information con-tained herein is provided for general information purposes only and is not intended or to be construed as a warranty, an offer, or any representation of contractual or other legal responsibility. McDermott has apolicy of continuous improvement of its products and services and reserves the right to change information including specifications and processes without notice.

B.3.15

Navire polyvalent

M/V SANCO SEA

YOUR PARTNER IN MARINE SEISMIC OPERATIONS

TECHNICAL SPECIFICATION FOR M/V SANCO SEA

Built:	1999
Length:	51,30 M
Breadth:	12,00 M
Gross Tonnage:	1129 T
Fuel oil capacity:	1038 m3
Accommodation:	24 persons

TECHNICAL SPECIFICATION M/V SANCO SEA

MAIN DIMENSIONS	
Length O.A (LOA):	51,30 M
Length P.P.:	43,80 M
Breadth:	12,00 M
Draft loaded:	5,20 M
Draft in ballast:	4,00 M
Moulded depth:	6,20 M
Air draft:	27,50 M
Gross Tonnage	1129 T
Deadweight:	1127 T
Net Tonnage:	339 T

PROPULSION MACHINERY	
Main engines:	2 x 1800 BHp, ABC Diesel 6MDZC, 1000 RPM
Main Gear:	2 x Scana Volda CP/54 ACG 450/PF565/1
Shaft generators:	2 x Stamford Type.HC.M634H2,700 kw each.
Propeller:	2 x 4 bladed Scana Volda, Ø= 2500, 200RPM

AUXILLIARY MACHINERY	
Aux. 1:	1 x Caterpillar 3306, 184 kw
Bow thruster:	1 x Schottel water/jet, 550kw
Rudder:	2 x Volda high lift rudders
Steering Gear:	2 x Ulstein Tenfjord SR 622

CAPACITIES	
Fuel Oil (MGO)	1038 m3
Fresh water:	32 m3
Ballast water:	485 m3
Fuel pump capacity:	90 m3/h at 3,5 bar

NAVIGATION & COMMUNICATION EQUIPMENT	
HF/MF/DSC:	Skanti TRP1000, TT3020C and TT 3617A
VHF:	2 x Sailor 1 x Sailor DSC 1 x Skanti DSC
VHF, portable:	3 x Jotron
UHF:	4 x Motorola
Radar:	3 cm Furuno FAR-2117, Arpa
Radar:	10 cm Furuno FAR-2137S, Arpa
Gyro:	Anschutz STD 20 / Furuno SC-60
DGPS:	Furuno GP 80
GPS Compass:	Furuno GP 35
El.Chart:	Telchart 2026
Navtex:	ICS Nav 5
Auto. Id. System:	Furuno FA-100. AIS
Epirb:	Tron 40S MK II
Sart:	2 x Tron sart
Autopilot:	Robertson AP9MK III
Sat C:	Skanti
Echo Sounder:	Skipper GDS 101
E-mail in spare:	bridge.sea@sanco.no
E-mail to use:	captain.sea@sanco.no

CLASS	
DNV + 1A1, EO	
Built:	Voldnes Skipsverft AS, Norway, build no. 57, Year 1999
Call sign:	ZDHF 4
Flag:	GIBRALTAR
Port of register:	GIBRALTAR
IMO Number:	IMO 9204295
DNV ID Number:	21819
MMSI Number:	236310000

SPEED & CONSUMPTION	
Max speed:	13 knots = 12 m3/ day
Service speed:	11 knots= 10m3/ day
Chasing speed:	4,5 knots = 4 m3/ day
Bollard pull:	31 tons

DECK MACHINERY	
Deck crane:	Dreggen folded jib crane, SWL 8 tonnes Max outreach: 12m
Streamer winch:	Capacity 6000m. of Ø = 63mm cable
Fuel winch:	Capacity 210 m with 5" hose
Auxiliary winch:	Capacity 75m with 14m. rope, 3 tons
TS-Dip winch:	High speed testing winch, 2400m.rope
Towing hook:	Strainstall, SWL 45 tonnes
Incinerator:	Teamtec Golar OG120
Workboat davit:	Vestdavit, SWL: 15 tonns

ELECTRIC POWER
440 V, 230 V all 60 Hz

RESCUE EQUIPMENT	
MOB-boat:	Narwhale SV-400 with 25 Hp outboard, approved for 6 persons.
Liferafts:	4 x 25 persons
Lifesaving capacity:	46 persons

ACCOMMODATIONS
4 x 1 bed cabin with bathroom
4 x 2 bed cabin with bathroom
2 x 6 bed with bathroom

MANAGEMENT COMPANY	
Sanco Shipping AS Industriparken N-6083 Gjerdsvika, NORWAY	
Telephone:	+ 47 700 26 390 Mobile: + 47 95706032 / + 47 90976808
Telefax:	+47 700 26 399
E-mail:	office@sanco.no
Internet:	www.sanco.no

ALL SPECIFICATIONS GIVEN WITHOUT GUARANTEE AND SUBJECT TO CHANGES

Updated: August 2014

B.3.16

Navire poseur de conduites en S

DLV 2000

Combination heavy lift and pipelay vessel with efficient transit speeds to effectively execute projects in all major oil and gas basins around the globe

DLV 2000

Official Flag: Panama
Built/Year: 2016
Class: ABS

HULL
Dimensions:
LOA: 604 ft [184 m]
LWL: 591 ft [180 m]
Beam: 127 ft [38.6 m]
Min/Max Operating Draft: 18 ft / 26 ft [5.5 m / 7.9 m]
Deck Area: Approximately 40,000 sq ft [4,000 m^2]

COMMUNICATION & NAVIGATION
Radio: GMDSS radio system suitable for sea area A1, A2 and A3 service UHF, VHF, NAVTEX, EPIRB, SSAS, SART and Vessel LAN systems

ACCOMMODATION
Berths: 341 persons (2-man rooms), or 401 persons (4-man rooms)
Medical: 2 clinics with 5 beds total

POWER
Main Generator: 33 MW (6 @ 5.5 MW in two engine rooms)
Emergency Generator: 1.5 MW (Cummins)
Distribution: 6.6 kV (switchboard in "Ring Main" configuration to minimize worst case failure loss of thrusters)

DYNAMIC POSITIONING
DP Class: DP3
System: Kongsberg (Power management and Vessel Automation System)

PROPULSION
Total Power: 25.5 MW
Main Propulsion: 2 @ 5,500 kW
Thrusters:
Drop Down: 6 @ 2,000 kW
Tunnel: 2 @ 1,250 kW
Transit Speed:
Maximum:13.5 knots
Economical: 12 knots

SAFETY
Life Boat: 6 @ 106-man
Life Raft: 6 @ 35-man and 2 @ 20-man
Rescue Boat: 2 @ 10-man capacity FRC
Safety System: In accordance with SOLAS and other regulatory body requirements

CRANES
Main Crane: 2,200 ST [2,000 MT] (NOV / Am Clyde) on stern
Auxiliary: 660 ST [600 MT]
Whip: 275 ST [250 MT]
Secondary Cranes: 275-ST [250-MT] knuckle boom Active Heave Compensation boom crane on starboard side, 10,000-ft [3,000-meter] water depth rated. 110 ST [100 MT] SWL fixed boom deck crane.
Lowering System: Large A&R wire can also be used for lowering with a capacity of 465 ST [425 MT] at the surface.

PIPELAY EQUIPMENT
Tension Capacity: 496 ST (3 @ 165 ST) [450 MT (3 @ 150 MT)]
A & R Winch: 550 ST/275 ST (cable length to suit 9,800 ft water depth) [500 MT/250 MT (cable length to suit 3,000 m water depth)]
Bottom Tension: 193 ST [175 MT] (DP2 rating in worst case failure)
Single Work Stations: 12
Double Joint Work Stations: 6 (prefabricated double joints)
Stinger length: ~328 ft [~100 m]
Min and Max OD: 4.5 inches to 60 inches [114.3 mm to 1,524 mm]

170727—15 | Universal | © 2017 McDermott International, Inc. All Rights Reserved. The information con-tained herein is provided for general information purposes only and is not intended or to be construed as a warranty, an offer, or any representation of contractual or other legal responsibility. McDermott has apolicy of continuous improvement of its products and services and reserves the right to change information including specifications and processes without notice.

B.3.17

Navire poseur de conduites en J

Amazon

Fast-transit, dynamically positioned (DP2) construction vessel with two 440 ST [400 MT] Offshore Mast Cranes (OMC) and a 625 ST [570 MT] Vertical Lay System (VLS) for installation of flexible pipe and umbilicals.

Highlights

- Two 440 ST [400 MT] Offshore Mast Cranes for crane operations up to 9,840 ft [3,000 m] water depth complete with Active Heave Compensation and Tandem Operations Capability
- 625 ST [570 MT] Dual (Retractable) Tensioner Lay System over moon pool for installation of umbilicals and flexible pipe in water depths up to 9,840 ft [3,000 m]
- Large storage capacity in two below deck holds and a 49,514 ft² [4,600 m²] deck area with deck load capacity up to 1.64 ST/ft² [16 MT/m²]

Amazon

Official Flag: Gibraltar Built/Year: 2014
Class: DNV-GL, ✠ 100A5, BWM(D2), HC(3), NAV, SPS, OFFSHORE SERVICE VESSEL, ✠ MC, AUT, HELIL, DP2
Helideck: compatible with EH-101, S-92, or similar
IMO Number: 9698094

HULL
Dimensions:
LOA: 654.2 ft [199.4 m]
Beam: 105.6 ft [32.2 m]
Depth: 48.2 ft [14.7 m]
Max. Draft: 31.16 ft [9.5 m]
Typ. Operating Draft: 26.25 ft [8.0 m]
Deck Area: 49,514 ft² @ 1.024 - 1.64 ST/ft² [4,600 m² @ 10-16 MT/m²]

DYNAMIC POSITIONING
System: Kongsberg K-Pos DP 21
DP Class: IMO Class 2
DP Reference System: 2x HiPAP, 4x DGPS, 1x Taut Wire, 1x Radius

COMMUNICATION & NAVIGATION
Navigation System: NACOS Platinum Communication: email / fax/ phone (VSAT) Radio: GMDSS, UHF, VHF, VSat
Radar: 2 (X,S Band)
Gyro Compass: 3
GPS: 2
Echo Sounder: 1
Doppler Speed Log: 1
Autopilot: 1
NAVTEX: 1
ECDIS: 2
AIS: 1
Weather Fax: 1
VDR: 1

ACCOMMODATION
Berths (air conditioned & heated): 200 overall POB, 1 & 2 man cabins Medical: hospital treatment room & office, 2 sick bay rooms Other Facilities: gymnasium, game room, conference rooms, library, internet room, sauna, construction, customer offices

POWER
Distribution: 28 MW, 37,500 HP, 60Hz Main Generator: 3 x MAN 9L 32/44 @ 5,040 kW 4 x MAN 8L 32/44 @ 4,480 kW
Emergency Generator: 1 @ 1,250 kVa Shore Connection: 440V, 400A, 60Hz

PROPULSION
Stern: 3 @ 3,500 kW Azimuth Steerprop SP 50 D
Forward: 3 @ 2,400 kW Retractable Azimuth, Brunvoll AR-100-LNC-2600
Bow: 1 @ 1,800 kW Tunnel, Brunvoll FU-93-LTC-2500 Max. Transit Speed: 13 knots

SAFETY
Life Boat: 4 x 100 man each, 2 each side
Life Raft: 8 x 25 man each, 4 each side
Fast Rescue Boat: 2, 1 each side

TANKS
Fuel: 964,228 usg [3,650 m³], 45 day endurance

CRANES
Main Crane: 2 x Huisman Offshore Mast Crane, 440 ST [400 MT] at 67.25 ft [20.5 m] (double fall), 220 ST [200 MT] at 120 ft [36.6 m] (single fall), AHC, Tandem mode, PS

LAY EQUIPMENT
Maximum Line Pull Including Dynamics: 490 ST [445 MT]
Min. Product OD (2-track): 1.96 in [50 mm]
Min. Product OD (4-track): 3.9 in [100 mm]
Max. Product OD: 24.8 in [630 mm]
Max. Lay Speed: 52.5 ft/min [16 m/min] @ full load, 78.7 ft/min [24 m/min] @ red. load
Tower Lay Angle: 90 degrees (vertical) – 60 degrees
A&R Winches: 1 x 660 ST [600 MT] traction, 1 x 137 ST [125 MT] drum

PRODUCT STORAGE
Reel Drive System: mobilized as per project requirements
Carousel On-Deck: mobilized as per project requirements
Carousel In-Hold: mobilized as per project requirements

MOON POOL
Dimensions: 44.95 ft [13.5 m] (l) x 27.23 ft [8.3 m] (w)

REMOTE OPERATED VEHICLES
Deck mounted, mobilized as per project requirements

B.3.18

Navire transporteur de charges lourdes

Specifications

Name	Stanislav Yudin		
Operator	Seaway Heavy Lifting		
Flag state	Cyprus		
Classification	1A1 Crane Vessel Ice-1C DK+		
Accommodation	151 people		
Helicopter deck	Equipped for S61-N		
Dimensions	Length overall	m	183.3
	Length of vessel	m	173.2
	Breadth	m	36.0
	Depth from deck	m	13.0
	Draught	m	5.5-8.9
Propulsion/	Main engines (three)	kW	4,095
Power	Main thrusters (two)	kW	2,800, fixed pitch, 360°
	Bow thrusters (two)	kW	1,335, tunneled
	Maximum transit speed	knot	9
Ballast system	Ballasting tanks	m^3	24,100
	Anti-heeling tanks	m^3	11,800
	Ballast pumps (six)	m^3/h	850
	Anti-heeling pumps (two)	m^3/h	12,800
Positioning system	Eight-point system		
	Anchors	t	10
	Maximum pull winches	kN	1,800
	Brake holding capacity	kN	2,590
Crane	Make	Gusto	
	Main hoist		
	- Maximum revolving capacity	mt	2,500
	- Maximum lift height above Water level	m	78,04
	Auxiliary hoist		
	- Maximum capacity	mt	660
	- Maximum lift height above Water level	m	97,82

Seaway Heavy Lifting
Albert Einsteinlaan 50
2719 ER Zoetermeer
The Netherlands
Tel: +31 (0)79 363 77 00
Fax: +31 (0)79 363 77 99
E-mail: info@shl.nl
www.seawayheavylifting.com

All specifications are subject to change without notice. No rights can be derived from this information. October 2014.

B.3.19

Navire de reconnaissance avec ROV

Normand Subsea

IMR, Survey & Light Construction

Normand Subsea, with its module handling system and extensive moonpool deployed ROV suite is an enclosed hangar, is specifically designed for inspection, maintenance and repairwork.

- Length 113m x breadth 24m
- Deck area 705m²
- 140t AHC crane
- 2 x work-class / 4 x observation class ROVs
- Module handling tower
- Well treatment system

Deeper Challenges,
Wider Horizons

Normand Subsea

i-Tech Services is a Subsea 7 company.

General Information

Classification	DNV+1A1, ICE-1C, SF, COMF-V(2) C(2), HELDK-SH, Crane, Deice, E0, Dynpos-Autr, NAUT-OSV(A), Clean Design, DK(+), Well Stimulation
Built	Flekkefjord, Norway 2009
Flag State Authority	Isle of Man Government
Port of Registry	Douglas

Dimensions

Length	113.05m
Breadth	24m
Depth	11m
Draught (summer)	6.75m
Deadweight	6,300t

Dynamic Positioning Systems

The vessel has DNV notation DYNPOS-AUTR, equivalent with DP Class II, with dual redundant DP system.

The vessel has 3 DP operator stations. 1 main station aft with 2 operator stations and all position reference systems. 1 station forw. with 1 operator station.

Full DP capability operation is also available from port and starboard bridgewing.

DP System	Kongsberg K-Pos
Reference Systems	2 x Seatex DPS 200 GPS 1 x Seapath 200 GPS 2 x Taut wire 2 x HiPaP 500 (Dual) 1 x RadaScan

Tank Capacities (100%)

Fuel Oil (approx)	2,315m^3
Fresh Water (approx)	1,020m^3
Ballast Water (approx)	5,720m^3
Lub. Oil (approx)	30m^3

Manoeuvring & Propulsion Systems

Main Engines / Generators	4 x Wärtsila 8L32 engines with generators, each 3690 kW (Diesel Electric)
Propulsion	2 x Rolls Royce azipull, each 3500kW
Thrusters	1x tunnel forw. Rolls Royce 2000kW 2 x Rolls Royce retractable azimuth thrusters forw., each 1500kW 1 x tunnel aft Rolls Royce, 1500kW

Speed / Consumptions

Economical Speed (approx)	12 knots

Cargo Deck

Deckspace (approx)	705m^2
Deck Strength	10mt/m^2 on maindeck 5mt/m^2 inside hangar

Deck Cranes

Main Winch	150t at 11m (double fall) 140t at 11m (single fall) 40t at 30m (single)
Whip Line	24t at 32m (slip to slip) 12t at 32m

ROV Systems

The vessel has 6 ROV handling system - 2 work-class and 4 eyeball - fully integrated and with active heave compensation. 4 ROV systems deployed from enclosed hanger via moonpools and 2 cursor guided ROV systems deployed from port side.

Module Handling System

Module handling tower for 35t (upgradeable to 60t) deployment/ recovery in 5 mHs via enclosed moonpool.

Module handling and ROV support to 1,200m depth.

Well Treatment Equipment

Chemical / Acid Storage Tanks	5 tanks, each 20,000L capacity
Chemical / Acid Mixing Tanks	2 tanks, each 10,000L capacity
Injection Pump 1200hp	1000 l/min 345bar
Injection Pump 600hp	320 l/min 345bar

Life Saving Appliances

Lifeboats	2 lifeboats, Norsafe, each 90 persons
Liferafts	6 life rafts, Viking, total capacity 170 persons
MOB / FRC	1 Norsafe

Accommodation

90 persons

State Cabins	8
Single Cabins	34
Double Cabins	24
Hospital	1

Helideck

The vessel is fitted with an approved and certified helideck. The helideck has a D value of 22.20 and is approved for Sikorsky S-61 and Sikorsky S-92 operations.

Communications

The ship is equipped with all necessary installation and systems for communication onboard a vessel, according to rules, regulations and Buyer requirement. Radio installation according to GMDSS-requirements is provided.

February 2017

www.i-tech7.com

© i-Tech Services, 2017
Information correct at time of going to press

B.3.20

Navire transporteur de conduites

TIDEWATER®

Vessel Characteristics

Length, Overall:	285.8 ft	87.1 m
Beam:	61.8 ft	18.8 m
Depth:	24.3 ft	7.4 m
Maximum Draft:	19.8 ft	6.1 m
Light Draft:	7.6 ft	2.3 m
Minimum Height:	91.2 ft	27.8 m
Freeboard:	4.6 ft	1.4 m
Displacement:	7,600 lt	7,720 mt
Deadweight:	5,050 lt	5,130 mt
Clear Deck Space:	200 x 52 ft	59.7 x 16 m
Clear Deck Area:	9,980 ft^2	930 m^2
Deck Strength:	1,020 lb/ft^2	5 t/m^2
Class Notations: ABS: +A1, (E), +AMS, +DPS-2, FFV-1, OSV, UWILD		

TIDEWATER®
HART TIDE

MMC-887 PLATFORM SUPPLY VESSEL

Last update: 1/21/2016

TIDEWATER® HART TIDE

Capacities

Deck Cargo:	2,800 lt	2,840 t
Fuel Oil:	240,000 gal	910 m^3
Potable Water:	44,300 gal	170 m^3
Fresh Water:	530,000 gal	170 m^3
Drill/Ballast Water:	86,700 gal	330 m^3
Bulk Tanks (5 tanks):	14,700 ft^3	420 m^3
Liquid Mud (20 lbs/gal):	15,200 bbl	2,410 m^3
Methanol:	2,700 bbl	430 m^3

Machinery

Diesel Electric Vessel			
Propulsive/Total HP:			5,360 / 10,200
Z-Drives:			Yes
Propellers (2):			4-Blade FP Rolls-Royce
Kort Nozzles:			Yes
Primary Generators (4):	1,820 kw	480 v	60 hz
Driven by:			Cummins QSK60-D(M)
Emergency Generators (1):	150 kw	480 v	60 hz
Driven by:			Cummins 6CTA8.3-D(M)
Bow Thruster (2):			1220 Hp CPP TT, 1073 Hp CPP DD
Driven by:			Electric Motor Driven
Total Thrust:		28.7 st	26 mt

Deck. Equip.

Anchors (2):	5458 lbs HHP
Anchor Chain:	250 m of 50 mm chain per side
Crane:	2 t @ 10.1 m
Capstans (2):	7.5 t Electric, 328 ft. of .5 in.
Tugger (2):	10 t Electric, Plimsoll

Accommodations

Nº of Berths:	52
1-man cabins:	16
2-man cabins:	10
4-man cabins:	4
Certified to Carry:	52
Hospital:	Yes

Performance

(Approximate values assuming Ideal Conditions)		
Fuel Consumption Vs Speed		
Maximum:		30 m^3/day (330 gph) @ 14 knots
Cruising:		25 m^3/day (280 gph) @ 13 knots
Economical:		16 m^3/day (180 gph) @ 11 knots
Range @ 11 Knots:		15,200 nm
Transfer Rates		
Fuel Oil:	660 gpm @ 300 ft	150 m^3/h @ 92 m
Fresh Water:	660 gpm @ 300 ft	150 m^3/h @ 92 m
Drill/Ballast Water:	660 gpm @ 300 ft	150 m^3/h @ 92 m
Bulk:	49 cfm @ 180 ft	83 m^3/h @ 56 m
Liquid Mud:	660 gpm @ 470 ft	150 m^3/h @ 140 m
Methanol:	330 gpm @ 300 ft	74.9 m^3/h @ 92 m

Nav/Comms Equip.

Radar(s):	2
Depth Sounder:	1
Gyro Compass:	3
Doppler Log:	1
Radio:	3 x VHF; 1 x SSB

Special Equip.

Firefighting:	FiFi-1
Dynamic Positioning:	DPS-2
Ref. Systems:	2 x MRU; 2 x DGPS 1 x Laser-based; 1 x Radar-based
Tank Cleaning:	YES
Rescue Boat:	Solas Approved

Registration

Flag:		VANUATU
IMO Nº:		9533579
Year Built:		2011
Builder:		FUJIAN MAWEI
Call Sign:		YJQW3
Tonnage (ITC):	3601 GT	1429 NT

NOTICE: The data contained herein is provided for convenience of reference to allow users to determine the suitability of the Company's equipment. The data may vary from the current condition of equipment which can only be determined by physical inspection. Company has exercised due diligence to insure that the data contained herein is reasonably accurate. However, Company does not warrant the accuracy or completeness of the data. In no event shall Company be liable for any damages whatsoever arising out of the use or inability to use the data contained herein. Fuel consumption figures are historically conservative approximations.

Last update: 1/21/2016

B.3.21

Navire de soutien aux opérations de plongée

Seven Atlantic

Diving

Seven Atlantic is one of the most advanced diving vessels in the world.

- Length 145m x breadth 26m
- Deck area 1,200m^2
- Accommodation for 150 persons
- Heave compensated 120t crane
- 2 x air diving systems
- 2 x eyeball ROV systems
- Equipped for well treatment operations
- 24-man twin-bell saturation diving system rated to 350m with two hyperbaric lifeboats.

seabed-to-surface

Seven Atlantic

subsea 7

General Information

Classification	Lloyds Register, +100A1 DSV, UD strength for load of 10 t/m^2, Heli Landing Area, +LMC, UMS, DP(AAA), CAC(2), EP, ICC
Built	Merwede, Holland 2009
Flag State Authority	Isle of Man Government

Dimensions

Length Overall	144.79m
Breadth (moulded)	26m
Depth to maindeck	12m
Draught design	7m
Deadweight	8,700t

Manoeuvring and Propulsion Systems

Main Engines / Generators	6 x 3,360kW (Diesel Electric)
Propulsion	3 x 2,950kW stern azimuth thrusters 2 x 2,400kW retractable bow azimuth thrusters 1 x 2,200kW bow tunnel thruster

Dynamic Positioning Systems

DP Classification	DP (AAA) - Class III
DP System	Kongsberg K-pos 22 + as back-up system for Class III, Kongsberg K-pos 12
Reference Systems	3 x DGPS 2 x HiPAP 2 x taut wire 2 x Cyscan Radascan HPR interface Fanbeam interface

Speed / Consumptions

DP	17-20m^3/day
Full transit speed	15.5 knots (55-60m^3/day)
Normal transit speed	13.0-13.5 knots (45m^3/day)
Economical Speed	12 knots (35m^3/day)
In port consumption	8m^3/day

Tank Capacities

Marine Gas Oil	2,289.733m^3
Fresh Water	1,051.592m^3
Ballast Water	4,736.674m^3
Heeling tanks (55%)	663.80m^3
Stabilising tanks (operational	600m^3
Technical fw/ waterballast	135m^3
Low sulphur diesel oil	135m^3

Well Treatment Equipment

Chemical/Acid Tanks (5)	20,000 ltr each
Injection pumps (1)	1800HP
Injection pumps (1)	600HP

Cargo Deck

Deck Area (main deck)	1,200m^2
Deck Strength	10t/m^2

Deck Cranes

Main Deck heave compensated Crane	120t
Whip Line	24t
Two provision cranes.	2.5t
Auxiliary Deck Crane I & II	10t

ROV Systems

The vessel is fitted with two permanently installed moonpools launching eyeball ROV heave compensated systems rated to 1,200 metres.

Diving System

The 24-person saturation diving system includes four 3-man twin lock living chambers, two 6-man twin lock decompression chambers and two horizontal transfer under pressure chambers, (chambers are 2.4m internal diameter) 54,000m^3 of gas storage and up to six split levels of saturation storage. The system is designed for compliance with Norwegian NORSOK requirements, and features much improved living conditions compared to previous systems. Two Hyperbaric Life Boats are provided (one port and one starboard). The bells have 7m^3 internal capacity and are launched through two athwartships moonpools, positioned near the minimum motion point of the vessel. There are two fully integrated air diving systems, including chambers, one port and one starboard.

A comprehensive system of mechanical handling aids is fitted to support saturation and air diving operations, including port and starboard T bars, A-frames, hose reels, tugger winches and umbilical management hoop booms (20m reach from ship side).

Accommodation

150 persons

Captain Class Cabins	6
Officer	5
Single Cabins	9
Double Cabins	65

All cabins with own private facilities
One 2-berth sick bay

Helideck

Helideck of aluminium construction suitable for regular operations of S61 and S92 helicopters and equipped with a fixed foam fire fighting system in accordance with CAP 437.

Communications Systems

The vessel is fitted with Inmarsat Fleet 77 and KU Band systems. The KU Band system has the option to be converted to C Band as operational requirements demand.

Extensively equipped operations and client office suites; IT network and facilities / video conferencing. The vessel also has dedicated crew WiFi internet access.

Life Saving Appliances

Four davit launched lifeboats	75 persons each
Twelve life rafts	25 persons each
One life raft	10 person
Two hyperbaric lifeboats	18 persons each

February 2017

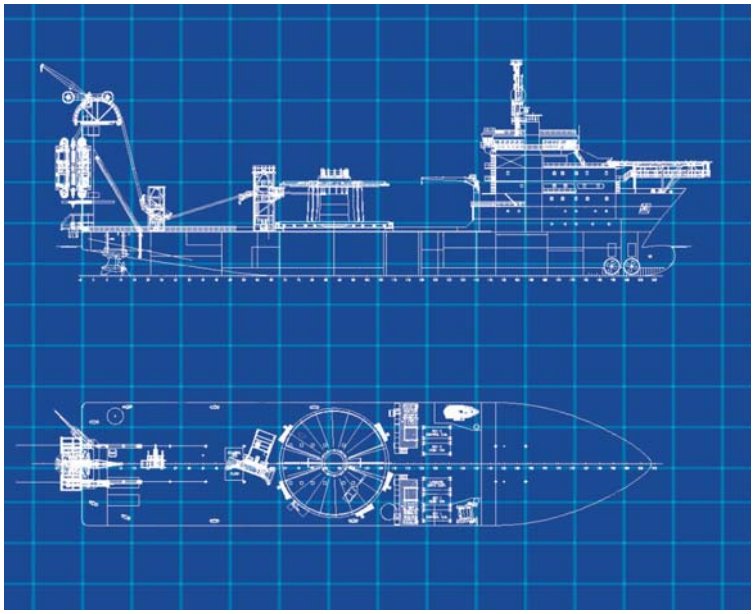
www.subsea7.com

© Subsea 7, 2017
Information correct at time of going to press

B.3.22

Navire poseur d’ombilicaux

Lay Vessel North Ocean 102



Official Flag: Malta
Built/Year: Spain - 2009
Class: DNV 1A1 HELIDK, DYNPOS-AUTR, EO, DK (+), CLEAN, COMF-(V3), NAUT-OSV(A)

HULL

Dimensions:
- LOA: 438 ft [133.6 m]
- Beam: 89 ft [27 m]
- Depth: 32 ft [9.7 m]

Max. Operating Draft: 22.5 ft [5-6 m]
Deck Area: 25,833 ft² @ 11 ST/ft² [2,400 m² @ 10 MT/m²]

DYNAMIC POSITIONING

System: Kongsberg, K-Pos Dual Dynamic Operating System
DP Class: Class 2, DNV Dynpos AUTR, also compliant with NMD
DP Reference System: 1 @ HIPAP 500; 2 @ DGPS; 1 @ Tautwire; 1 @ Fanbeam

POWER

Distribution: 690 V, 440 V, 230 V, 60 Hz
Main Generator: 4 @ 3,330 kW
Emergency Generator: 1 @ 600 kW
Shore Connection: 440 V, 3 @ 250 A

COMMUNICATION & NAVIGATION

Communication: email / fax / phone
Radio: Inmarsat C- complies with DNV NAUT OSV (A). Radio area A1, A2, A3, worldwide
Radar: 2
Gyro Compass: 3
Echo Sounder: 1
Doppler Speed Log: 1

ACCOMMODATION
Berths (air conditioned & heated): 199 persons total - 81 berths with private bathroom, CD/DVD player, TV and fridge
Medical: clinic with four beds
Other Facilities: galley, mess room, gym, sauna, recreation room, movie room, conference room, internet cafe, reception rooms, customer offices, survey offices, dedicated diving project office, workshops

PROPULSION
Main Propeller: 2 @ 3,500 kW Azipull thrusters
Bow Thrusters: 1 @ 1,500 kW swing up azimuth; 2 @ 1,500 kW tunnel
Speed: 12 kts (economical); 15 kts (max)

SAFETY
Life Boat: 2 @ 106-person
Life Raft: 8 @ 25-person
MOB: 1
Rescue Boat: 1
Safety System: meets flag and regulatory body requirements

TANKS
Fuel: 528,344 usg [2,000 m^3]
Ballast Water: 1,408,037 usg [5,330 m^3]
Potable Water: 366,143 usg [1,386 m^3]

Lay Vessel North Ocean 102

CRANES
Knuckle Boom Crane: 1 @ 110 ST AHC 7,283 ft wire [1 @ 100 MT AHC 2,220 m wire]
Provision Crane: 2 @ 2.2 ST @ 39 ft reach, 275 ST AHC Port aft crane (knuckle boom), max radius 118 ft (Main Hoist), 131 ft (Whip Line) 9,840 ft wire [2 @ 2 MT @ 12 m reach 250 MT AHC Port aft crane (knuckle boom), max radius 36 m (Main Hoist), 40 m (Whip Line) 3,000 m wire]

PIPELAY EQUIPMENT
Control Systems: fully integrated central control room for all lay components with local remote intervention
Lay System: Flex-Lay tower consisting of 330 ST [300 MT] single tensioner and 386 ST [350 MT] hang-off clamp, work platform complete with 2 @ 5.5 ST [2 @ 5 MT] winches, 2 @ 5.5 ST [2 @ 5 MT] gantry cranes
Horizontal Carousel Reel: 6,600 ST [6,000 MT] capacity; Level wind tower with 22 ST [20 MT] spooling tensioner and spooling platform
Min OD: 2 in
Max OD: 16.5 in
Compensator: product tension 1 to 22 ST [1 to 20 MT] with 9.5 ft [3 m] stroke HC
Winchs: 33 ST; 22 ST and 11 ST winch, 2 @ 5.5 ST tugger winches mounted on work platform, workshop container [30 MT; 20 MT and 10 MT winch, 2 @ 5 MT tugger winches mounted on work platform, workshop container]
Min Water Depth: 33 ft [10 m]
Max Water Depth: 10,000 ft [3,000 m]

EQUIPMENT
Water Maker: 2 @ 18,756 usg / day max fresh water [2 @ 25 m^3 / day max fresh water]
Helideck: compatible with Super Puma AS 332/Sikorsky S 92A
Anti-pollution Equipment: per class requirement
Deck Equipment: Including deck chute, tools/ spares container, compensated underbender and deck HPU

170727—15 | Universal | © 2017 McDermott International, Inc. All Rights Reserved. The information con-tained herein is provided for general information purposes only and is not intended or to be construed as a warranty, an offer, or any representation of contractual or other legal responsibility. McDermott has apolicy of continuous improvement of its products and services and reserves the right to change information including specifications and processes without notice.

B.3.23

Navire de forage

Ensco Middle East & Africa
Al Moosa Tower 2, Suite 2601
Sheikh Zayed Road
Dubai U.A.E.
Phone: +971 4 403 7300 Fax: +971 4 403 7305
E-mail: marketing.ap@enscoplc.com
www.enscoplc.com

ENSCO DS-12 (formerly Atwood Achiever)

GENERAL INFORMATION

Flag:	Marshall Islands
Previous Name(s):	Atwood Achiever
Year Built:	2013
Builder:	DSME Okpo Shipyard - Geoje, South Korea
Upgrade:	N/A
Design:	DSME 12000 Double-Hull DP Drillship
Classification:	DNV, @ 1A1 Ship Shaped Drilling Unit, DYNPOSAUTRO, CRANE, E0, HELDK-SH, DRILL, BIS, BWMT, DPS-3

MAIN DIMENSIONS

Length:	780 ft (238 m)
Breadth:	137 ft (42 m)
Depth:	62 ft (19 m)
Moon Pool:	22.15 m x 9.75 m

DRAFT AND DISPLACEMENT

Operating Draft:	39 ft (12m)
Displacement:	104,000 mT @ 12 m draft

MACHINERY

Main Power:	Six (6) HHI 14H32/40V 14 cylinder engines rated 7,000 kW each, driving six (6) Siemens HSJ71209-10P generators rated at 6,750 kW each
Power Distribution:	Three (3) Siemens Switchboard 11 kV for generator control and distribution
Emergency Power:	One (1) Caterpillar, 3516B 16 cylinder emergency diesel engine rated 1,889.2 kW driving One (1) Leroy Somer, Brushless/Revolving Field generator rated at 1,765 kW

OPERATING PARAMETERS

Water Depth:	maximum 12,000 ft (3,657 m); outfitted for 10,000 ft (3,048 m)
Drilling Depth:	40,000 ft (12,192 m)
Transit Speed:	12.5 knots at transit draft
Survival Conditions:	48,201 kips (21,863 mT)

DRILLING EQUIPMENT

Derrick:	One (1) NOV Galvanized Derrick, 18m x 24m x 64m (approx. 59ft x 80ft x 210ft) working height static hook load 2,500 kips
Drawworks:	One (1) Main Well, NOV 1,250 sTon, 6 motor, AHD-1250 Active Heave Drawworks System Continuous rating is 1,120 kW (1,500 HP), 690 VAC
Rotary:	One (1) Main, NOV Rotary table 75.5", hydraulic drive, 5 rpm continuous/15 rpm intermittent, 1,375 sTon load capacity One (1) Aux, NOV Rotary table 60.5", hydraulic drive, 5 rpm continuous/15 rpm intermittent, 1,000 sT on load capacity
Top Drive:	One (1) Main, NOV TDX – 1250 top drive (1,250 sTon Capacity One (1) Aux, NOV TDX – 1000 top drive (1,000 sTon Capacity)
Mud Pumps:	Four (4) NOV 14P-220 HP mud pumps, 2,200 HP, 7,500 psi
Handling:	Two (2) NOV Hydra-Racker IV-ER Automated pipe handling/racking system Two (2) NOV ST-160 Iron Roughnecks (one Main and one Aux well)
Cementing:	Schlumberger – 3.75"=15K / 5"-10K (3rd party)
Drill Pipe:	5 7/8" x 4,572 m (15,000 ft) V-150 R3 uGPDS55 6 5/8" x 3,048 m (10,000 ft) V-150 R3 uGPDS65 6 5/8" x 2,438 m (8,000 ft) V-150 R3 uGPDS65
Landing String:	6 5/8" x 3,048 m (10,000 ft) V-150 R3 6-5/8 FH
HWDP:	5 7/8" x 32 standard R2 uGPDS55 6 5/8" x 32 standard R2 uGPDS65
Drill Collars:	7" x 32 spiral, NC50 8 ¼" x 24 spiral, 6 5/8 Reg 9 ½" x 8 spiral, 7 5/8 Reg

HOISTING EQUIPMENT

Cranage:	Three (3) NOV Knuckle boom crane 100 mT lifting capacity at 20 m One (1) NOV Active Heave Crane for subsea lifts, 165 mT deck load at 18.2 m radius to 600 m water depth, 103 mT deck load at 3,000 m water depth

CAPACITIES

Variable Deck Load:	23,000 mT
Tubulars in Pipe Rack:	One (1) NOV Pipe Catwalk Machine 15 mT x 50' length c/w tail-in arm One (1) NOV Riser Catwalk Machine with tail in arm and flat bed service cart
Liquid Mud:	2,991.1m³ (includes slug tanks but not processing tanks)
Barite/Bentonite:	480 m³
Bulk Cement:	320 m³
Drill water:	3,190 m³
Potable Water:	1,634.3 m³
Brine Storage:	1,033.4 m³
Base Oil Capacity:	815 m³
Fuel:	8,415.6 m³
Sacks:	10,000 sacks

WELL CONTROL SYSTEMS

BOP:	Two (2) GE/Hydril 18-3/4" 15 ksi 7 ram BOP stack c/w two (2) 10 Ksi annulars and an 18-3/4" Super HD-H4 wellhead connector
BOP Handling:	One (1) NOV BOP bridge crane 2 x 250 mT c/w 2 ea. 30 mT auxiliary winches One (1) NOV bulkhead guidance system for capturing BOP movement
Control System:	Hydril Control System 3,000/5,000 psi One (1) Hydril BOP Test Pump One (1) Hydril Diverter closing unit c/w pumps, accumulator, and operator/test panel
Choke and Kill:	One (1) Techdrill 15k x 10k choke and kill manifold with glycol injection
Diverter:	One (1) GE/Hydril CSO type 75.5" diverter housing with 18" flowline, 16" divert line One (1) GE/Hydril full closure diverter assy c/w 20" thru bore and rated to 500 psi

HELIDECK

Size:	Octagonal 22.8 x 22.8; D-Value 22.8
Capacity:	14.6 mT
Design:	Designed for S-61N, S-92, EH101

ACCOMMODATION

Total Beds:	200 persons

ADDITIONAL DATA

Thrusters:	Six (6) Rolls Royce thrusters with steering motors, control panel and Hydraulic power unit, c/w Siemens 5,500 kW drive motors @ 750 rpm

B.3.24

Navire-citerne de condensat

M/T Kirkeholmen

KIRKEHOLMEN

IMO number	9553402
MMSI	355320000
Name of the ship	KIRKEHOLMEN
Former names	KIRKEHOLMEN BB (2012) CF SOPHIA (2012)
Vessel type	Chemical/Oil tanker
Operating status	Active
Flag	Panama
Gross tonnage	11908 tons
Deadweight	17136 tons
Length	144 m
Breadth	23 m
Draft	9 m
Engine type	MAN-B&W
Engine model	6K80MCC
Engine power	5180 KW
Year of build	2010
Builder	ZHEJIANG JINGANG SHIPBUILDING - WENLING, CHINA
Class society	BUREAU VERITAS
Owner	KIRKEHOLMEN SHIPPING - TORTOLA, BRITISH VIRGIN ISLANDS
Manager	NORBULK UK - GLASGOW, United Kingdom (UK)

Copyright © 2018 BalticShipping.com. All rights reserved.

B.3.25

Navire transporteur de lignes d’amarrage

DAMEN ANCHOR HANDLING TUG SUPPLY 180

AHTS 18000

GENERAL

Basic functions	Offshore supply, towing and anchor handling operations
Classification	Lloyds Register ✠100 A1 Anchor Handler, Offshore Supply Ship, Tug, *IWS, ✠ LMC UMS DP(AM)

DIMENSIONS

Length o.a.	79.20	m
Length b.p.p.	73.50	m
Beam mld.	20.00	m
Depth mld.	8.40	m
Draught summer (base)	6.80	m
Draught summer (keel)	7.40	m
Deadweight (summer)	2700	t
Cargo deck area	545	m^2
Deck load (at 1 m above deck)	800	t

TANK CAPACITIES

Ballast water	900	m^3
Fuel oil	1045	m^3
Potable water (service)	220	m^3
Potable water (cargo)	540	m^3
Chain lockers	280	m^3

PERFORMANCES (APPROX.)

Speed (at summer draught)	15.4	kn
Bollard pull	180	t

PROPULSION SYSTEM

Main engines	4x	MAN 7L27/38
Propulsion power	4x	2555 bkW
Propellers	2x	4300 mm, CPP in optima nozzels
Bow thruster	2x	750 kW, 1740mm, FPP
Stern thruster	1x	820 kW,1740mm, FPP

AUXILIARY EQUIPMENT

Networks	690 V, 440 V and 230 V	
Shaft generators	2x	1500 ekW at 1800rpm
Main generator sets	2x	Caterpillar C18, 550 ekW each at 1800 rpm, 690 V, 60 Hz
Emerg./ harbour generator set	1x	Caterpillar C9, 238 ekW at 1800 rpm, 440 V, 60 Hz

DECK LAY-OUT

Deck crane	1x	5 t @ 10 m
	1x	2.9 t @ 9m / 1.6 t @ 16.4 m
Anchor mooring winch	1x	Electric-hydraulic, with rope drum and two warping heads
AH/Towing winch	1x	electric, double drum, 410 t pull, 450 t brake, 5600 m of 86 mm wire
Secondary winch	2x	electric, 130 t pull, 130 t brake, 1100 m of 203 mm rope
Towing pins	4x	SWL, 180 t, hydraulic
Chain fork	2x	SWL, 500 t, hydraulic
Stern roller	1x	SWL, 500 t, split drum, ø 3.0 m, 6 m length
Tugger winches	2x	electric, each 15 t pull
Capstans	2x	electric-hydraulic, each 10 t pull

CARGO HANDLING SYSTEM

Ballast pump	2x	100 m³/hr at 3 bar
Fuel oil pump	1x	100 m³/hr at 9 bar
Fresh water pump	1x	100 m³/hr at 9 bar

ACCOMMODATION

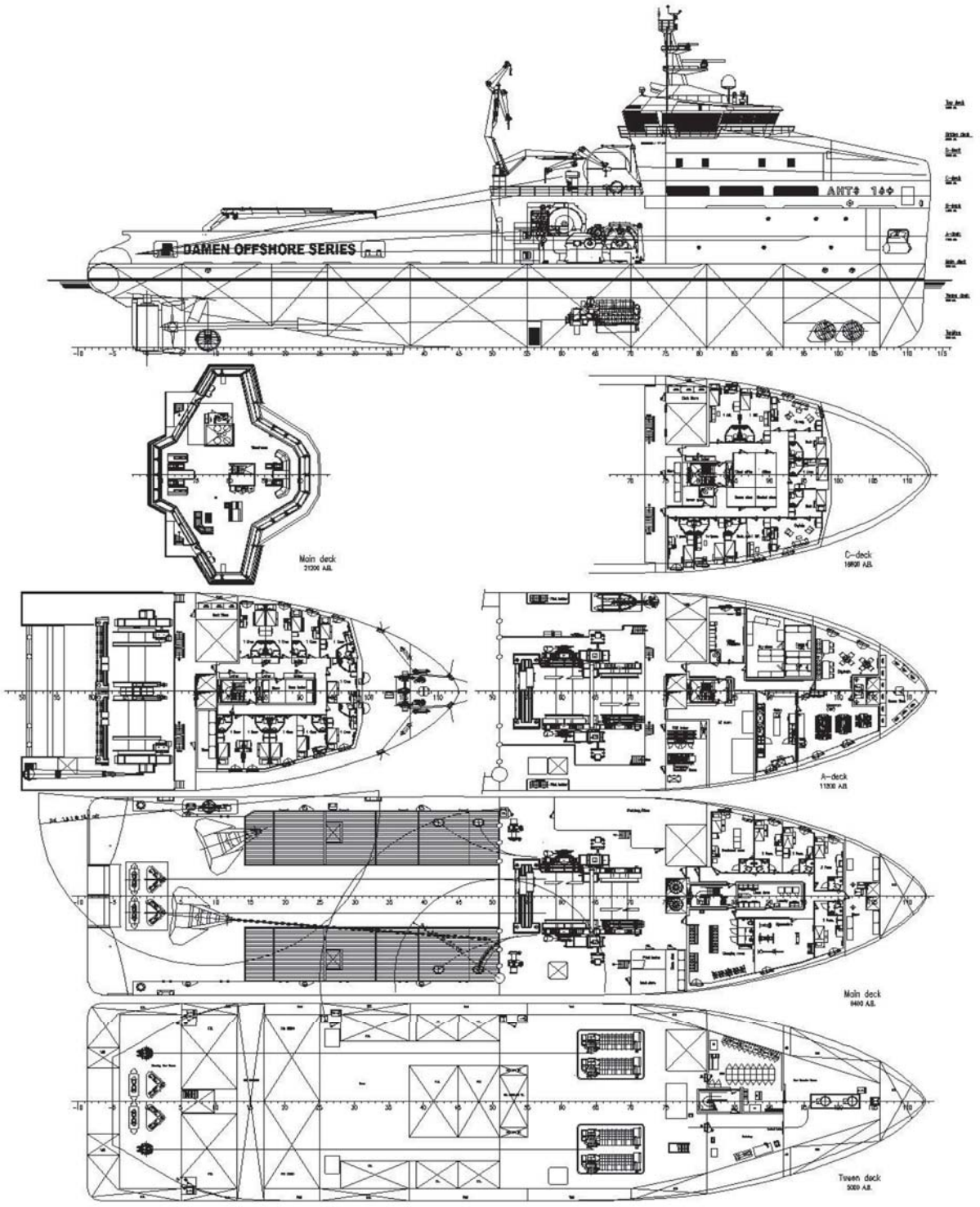
Crew	16	persons
Passengers	11	persons

NAUTICAL AND COMMUNICATION EQUIPMENT

Radar systems	1x X- band + S-band
DP – system	DP 1
GMDSS	Area A3

OPTIONS

Fire Fighting Ship 1 or 2
IMO DP Class 2
Travelling cranes
Hybrid propulsion
Hydraulic AHT Winch
Extended accomodation



DAMEN ANCHOR HANDLING TUG SUPPLY 180

AHTS 18000

DAMEN SHIPYARDS GORINCHEM

Member of the DAMEN SHIPYARDS GROUP

Industrieterrein Avelingen West 20
4202 MS Gorinchem

P.O. Box 1
4200 AA Gorinchem
The Netherlands

phone +31 (0)183 63 99 11
fax +31 (0)183 63 21 89

info@damen.nl
www.damen.nl

Registered at the Chamber of Commerce, no. 23036357, under the name BV Scheepswerf Damen Gorinchem.
All our offers are without engagement unless stated otherwise.
All activities carried out in accordance with the VNSI General Yard Conditions (Netherlands Shipbuilding Industry Association).

DSGo-D&P-3.0-0612

B.4

Caractéristiques techniques des hélicoptères

B.4.1

AgustaWestland AW 139

OFFSHORE IN SAFE HANDS

- Payload / Range - new generation of capability; long range tank available to extend reach
- Maximised all weather operation, with capability for flight into known ice conditions
- Vertical CAT A perfomance at Sea Level up to 40°C at MGW
- Spacious and bright cabin
- Ease of access and egress
- Low operating costs
- Modern equipment optimises TBO and Retirement Lives
- High useful load and high speed for increased productivity
- Next generation Safety - design, construction, operability and crashworthiness.

WORLWIDE SUPPORT

AW139 is designed to maximise operational capability and minimise cost. Maintenance operations have been minimized by design, as have components subject to overhaul and replacement; reducing downtime for flight-intensive Offshore schedules. A worldwide network of service and support centres is already serving the Offshore industry, worldwide. Four full Level-D flight simulators are available for pilot training and maximised safety.

AW139 OFFSHORE CHARACTERISTICS

Dimensions		
Overall length (1)	16.66 m	54 ft 8 in
Overall height (1)	4.98 m	16 ft 4 in
Rotor diameter	13.8 m	45 ft 3 in
Propulsion		
Powerplant	(2) Pratt & Witney PT6C-67C Turboshafts with FADEC	
Engine Ratings		
AEO Take off power	2 x 1,252 kW	2 x 1,679 shp
OEI 2.5 min contingency power	1,396 kW	1,872 shp
Weights (MTOW)		
Max ramp weight	6,450 kg	14,219 lb
Internal load (2)	6,400/6,800 kg	14,110/14,991 lb
External Load	6,800 kg	14,991 lb
Typical mission equipped weight	4,400 kg	9,700 lb
Capacity		
Crew	1-2	
Passenger seating	Up to 15	
Stretchers	4 stretchers (up to 5 attendants)	
Baggage compartment	3.4 m^3	120 ft^3
Performance (ISA, S.L., MTOW)		
VNE (IAS)	310 km/h	167 kt
Cruise Speed	306 km/h	165 kt
Max Rate of Climb	10.9 m/s	2,140 ft/min
HOGE	2,478 m	8,130 ft
Service Ceiling	6,096 m	20,000 ft
OEI service ceiling	3,536 m	11,600 ft
VTOL cat. A	945 m	3,100 ft
Maximum range (3)	1,250 km	675 nm
Maximum endurance (3)	5 h 56 min	

(1) Rotors turning
(2) An optional MTOW (internal) of 7,000 kg (15,430 lb) is available as a kit
(3) at 6,000 ft, No reserve, with Auxiliary fuel

B.5

Documents de support

B.5.1

Émissions atmosphériques totales — Préparation, construction et installation

Sommaire des émissions attribuables aux activités de construction et d'installation (raccordement et mise en service)

	CO_2 t/a	CH_4 t/a	N_2O t/a	NO_x t/a	CO t/a	COV t/a	SO_2 t/a	GES t/a
FPSO	20 480	1,28	0,60	403	107,52	10,37	128	20 691
Installations sous-marines	62 163	3,89	1,83	1 224	326	31,47	389	62 805
Hub	174 027	10,88	5,11	3 426	914	88,10	1 088	175 822

Source : MS002-EV-REP-010-01002, Rev A01

Abréviations:	
CH_4	Méthane
CO	Monoxyde de carbone
CO_2	Dioxyde de carbone
GES	Gaz à effet de serre
N_2O	Oxyde nitreux
NO_x	Oxydes d'azote
SO_2	Dioxyde de soufre
t/a	Tonnes par année
COV	Composés organiques volatils

B.5.2

Émissions atmosphériques totales — Opérations

Sommaire des émissions attribuables aux activités des opérations

	CO_2 t/a	CH_4 t/a	N_2O t/a	NO_x t/a	CO t/a	COV t/a	SO_2 t/a	GES t/a
FPSO	178 051	13	5	700	182	10	98	179 780
Hub	9 429	14	6	1 033	418	67	132	739 940
FLNG	548 919	-	-	119	178	51	-	-
TOTAL	736 400	14	6	1 033	418	67	132	739 940

Source : MS002-EV-REP-010-01002, Rev A01

Abréviations:	
CH_4	Méthane
CO	Monoxyde de carbone
CO_2	Dioxyde de carbone
GES	Gaz à effet de serre
N_2O	Oxyde nitreux
NO_x	Oxydes d'azote
SO_2	Dioxyde de soufre
t/a	Tonnes par année
COV	Composés organiques volatils

B.5.3

Émissions atmosphériques totales — Fermeture

Sommaire des émissions attribuables aux activités de fermeture (projetées*)

	CO_2 t/a	CH_4 t/a	N_2O t/a	NO_x t/a	CO t/a	COV t/a	SO_2 t/a	GES t/a
FPSO	2 867	0,18	0,08	56,42	15,05	1,45	18	2 897
Installations sous-marines	8 703	0,54	0,26	171,36	45,64	4,41	54	8 793
Hub	24 364	1,52	0,72	479,64	127,96	12,33	15	24 615

Adapté de : MS002-EV-REP-010-01002, Rev A01

* - Basé sur l'hypothèse que les émissions associées à la fermeture seront équivalentes à 14% des émissions projetées pour les activités de construction et d'installation (c.-à-d. 406 jours pour la fermeture et 2 915 jours pour la construction et l'installation)

Abréviations:	
CH_4	Méthane
CO	Monoxyde de carbone
CO_2	Dioxyde de carbone
GES	Gaz à effet de serre
N_2O	Oxyde nitreux
NO_x	Oxydes d'azote
SO_2	Dioxyde de soufre
t/a	Tonnes par année
COV	Composés organiques volatils

ANNEXE C : POLITIQUE DE SANTÉ, SÉCURITÉ, SÛRETÉ ET ENVIRONNEMENT ET POLITIQUE OPÉRATIONNELLE DE BP POUR LA RÉGION DE LA MAURITANIE ET DU SÉNÉGAL

Politique de santé, sécurité, sûreté et environnement (HSSE) et politique opérationnelle pour la région de la Mauritanie et du Sénégal

BP a clairement défini ses objectifs : aucun accident, aucun dommage corporel et aucune atteinte à l'environnement. Nous sommes pleinement engagés à assurer la santé, la sécurité et la sûreté de notre personnel et des communautés ainsi qu'à protéger l'environnement naturel dans lequel nous exerçons nos activités. L'atteinte de ces objectifs s'inscrit dans notre vision d'être un bon opérateur qui réalise ses activités de production, ses puits et ses projets invariablement de manière sécuritaire, conforme et fiable. Nous travaillons de façon systématique et disciplinée comme une seule équipe dans la région. Nous nous engageons à :

- Faire preuve de leadership en matière de santé, de sécurité, de sûreté et de protection de l'environnement et de poursuivre nos activités commerciales avec intégrité et conformément au code de conduite de BP.
- Protéger nos employés, nos clients, les communautés, l'environnement et les actifs de BP contre les risques de blessures, de pollution, de pertes ou de dommages. La sécurité opérationnelle est notre priorité absolue, et nos cadres opérationnels sont responsables de la sécurité et de la protection de l'environnement.
- Mettre systématiquement en œuvre le Système de gestion opérationnelle (OMS) de BP dans nos activités afin de fournir des opérations, des puits et des projets sécuritaires, conformes et fiables.
- Nous assurer que nos employés et nos sous-traitants sont compétents et formés pour faire leur travail en toute sécurité et en respectant l'environnement.
- Se conformer aux lois et règlements applicables et respecter les autres exigences telles que définies dans le OMS et les politiques, pratiques et procédures de l'entreprise en relation avec nos activités, nos produits et nos services.
- Tenir à jour des plans de mesures d'urgence et les ressources y afférant, faire des exercices de situations d'urgence et gérer lesdites situations liées à nos activités.
- Définir des objectifs, des cibles et des programmes de gestion annuels en matière de HSSE et faire connaitre ouvertement notre performance dans ce domaine, qu'elle soit bonne ou mauvaise.
- Consulter, écouter et répondre ouvertement à nos employés, nos sous-traitants et à ceux qui travaillent avec nous — nos partenaires, fournisseurs, concurrents et organismes de réglementation — partager avec eux les meilleures pratiques afin d'élever les normes en vigueur dans nos opérations et dans notre industrie.
- Reconnaître ceux qui contribuent à améliorer les performances HSE et opérationnelle et soutenir ceux qui stoppent le travail qu'ils jugent dangereux ou susceptible de causer une perte d'un confinement primaire ou des dommages à l'environnement.
- Sans cesse améliorer nos performances HSSE et opérationnelle en renforçant le leadership, les aptitudes et les capacités de notre organisation, ainsi qu'en faisant des enquêtes exhaustives sur les incidents et en mettant en œuvre les leçons apprises.
- Utiliser des audits pour vérifier la conformité au Système de gestion opérationnelle (OMS) de BP, à ses politiques, à ses pratiques et à ses procédures, ainsi qu'aux normes externes applicables (p. ex. : norme ISO 14001 – Système de management environnemental) et prendre des mesures correctives lorsque nécessaire.

Travailler en toute sécurité est une exigence légale et une condition d'emploi. Nous attendons de tous les employés et sous-traitants travaillant dans la région qu'ils comprennent la présente politique et s'y conforment.

Nous attendons de tous nos employés et sous-traitants qu'ils stoppent le travail lorsqu'ils sont témoins d'un geste ou d'un comportement dangereux ou d'une non-conformité aux lois ou règlements en vigueur ou lorsqu'il est impossible d'atteindre les exigences de BP ou ses engagements envers l'a HSSE. Nous attendons de tous les superviseurs qu'ils vérifient que leur personnel et leurs sous-traitants soient au courant de ce qui est attendu d'eux. Ces attentes existent pour protéger nos employés, nos sous-traitants et l'environnement, ainsi que pour préserver l'intégrité de nos activités de production, de nos puits et de nos projets. Le non-respect de ces attentes peut conduire à des mesures disciplinaires pouvant aller jusqu'au congédiement.

Aucune activité n'est suffisamment importante pour ne pas être faite de manière saine, sécuritaire, sûre et écologiquement responsable.

Emma Delaney, Présidente Régionale – Novembre 2017

Politique de santé, sécurité, sûreté et environnement (HSSE) et politique opérationnelle pour la région de la Mauritanie et du Sénégal

BP a clairement défini ses objectifs : aucun accident, aucun dommage corporel et aucune atteinte à l'environnement. Nous sommes pleinement engagés à assurer la santé, la sécurité et la sûreté de notre personnel et des communautés ainsi qu'à protéger l'environnement naturel dans lequel nous exerçons nos activités. L'atteinte de ces objectifs s'inscrit dans notre vision d'être un bon opérateur qui réalise ses activités de production, ses puits et ses projets invariablement de manière sécuritaire, conforme et fiable. Nous travaillons de façon systématique et disciplinée comme une seule équipe dans la région. Nous nous engageons à :

- Faire preuve de leadership en matière de santé, de sécurité, de sûreté et de protection de l'environnement et de poursuivre nos activités commerciales avec intégrité et conformément au code de conduite de BP.
- Protéger nos employés, nos clients, les communautés, l'environnement et les actifs de BP contre les risques de blessures, de pollution, de pertes ou de dommages. La sécurité opérationnelle est notre priorité absolue, et nos cadres opérationnels sont responsables de la sécurité et de la protection de l'environnement.
- Mettre systématiquement en œuvre le Système de gestion opérationnelle (OMS) de BP dans nos activités afin de fournir des opérations, des puits et des projets sécuritaires, conformes et fiables.
- Nous assurer que nos employés et nos sous-traitants sont compétents et formés pour faire leur travail en toute sécurité et en respectant l'environnement.
- Se conformer aux lois et règlements applicables et respecter les autres exigences telles que définies dans le OMS et les politiques, pratiques et procédures de l'entreprise en relation avec nos activités, nos produits et nos services.
- Tenir à jour des plans de mesures d'urgence et les ressources y afférant, faire des exercices de situations d'urgence et gérer lesdites situations liées à nos activités.
- Définir des objectifs, des cibles et des programmes de gestion annuels en matière de HSSE et faire connaitre ouvertement notre performance dans ce domaine, qu'elle soit bonne ou mauvaise.
- Consulter, écouter et répondre ouvertement à nos employés, nos sous-traitants et à ceux qui travaillent avec nous — nos partenaires, fournisseurs, concurrents et organismes de réglementation — partager avec eux les meilleures pratiques afin d'élever les normes en vigueur dans nos opérations et dans notre industrie.
- Reconnaître ceux qui contribuent à améliorer les performances HSE et opérationnelle et soutenir ceux qui stoppent le travail qu'ils jugent dangereux ou susceptible de causer une perte d'un confinement primaire ou des dommages à l'environnement.
- Sans cesse améliorer nos performances HSSE et opérationnelle en renforçant le leadership, les aptitudes et les capacités de notre organisation, ainsi qu'en faisant des enquêtes exhaustives sur les incidents et en mettant en œuvre les leçons apprises.
- Utiliser des audits pour vérifier la conformité au Système de gestion opérationnelle (OMS) de BP, à ses politiques, à ses pratiques et à ses procédures, ainsi qu'aux normes externes applicables (p. ex. : norme ISO 14001 – Système de management environnemental) et prendre des mesures correctives lorsque nécessaire.

Travailler en toute sécurité est une exigence légale et une condition d'emploi. Nous attendons de tous les employés et sous-traitants travaillant dans la région qu'ils comprennent la présente politique et s'y conforment.

Nous attendons de tous nos employés et sous-traitants qu'ils stoppent le travail lorsqu'ils sont témoins d'un geste ou d'un comportement dangereux ou d'une non-conformité aux lois ou règlements en vigueur ou lorsqu'il est impossible d'atteindre les exigences de BP ou ses engagements envers l'a HSSE. Nous attendons de tous les superviseurs qu'ils vérifient que leur personnel et leurs sous-traitants soient au courant de ce qui est attendu d'eux. Ces attentes existent pour protéger nos employés, nos sous-traitants et l'environnement, ainsi que pour préserver l'intégrité de nos activités de production, de nos puits et de nos projets. Le non-respect de ces attentes peut conduire à des mesures disciplinaires pouvant aller jusqu'au congédiement.

Aucune activité n'est suffisamment importante pour ne pas être faite de manière saine, sécuritaire, sûre et écologiquement responsable.

Emma Delaney, Présidente Régionale – Novembre 2017

ANNEXE D : RAPPORT DE L'ÉTUDE DE RÉFÉRENCE ENVIRONNEMENTALE OCÉANOGRAPHIQUE

ÉTUDE DE RÉFÉRENCE ENVIRONNEMENTALE OCÉANOGRAPHIQUE POUR LE PROJET AHMEYIM/GUEMBEUL DE PRODUCTION DE GAZ

Novembre 2017

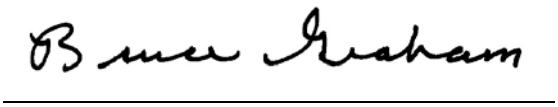
Préparé pour :

Kosmos Energy LLC
8176 Park Lane, Suite 500
Dallas, Texas, États-Unis 75231
Téléphone : 214-445-9600

Préparé par :

CSA Ocean Sciences Inc.
8502 SW Kansas Avenue
Stuart, Floride, États-Unis 34997

Signature d'attestation de l'auteur



Bruce Graham
Scientifique principal /
spécialiste en environnement marin
CSA Ocean Sciences Inc.
Courriel : bgraham@conshelf.com

ÉTUDE DE RÉFÉRENCE ENVIRONNEMENTALE OCÉANOGRAPHIQUE POUR LE PROJET AHMEYIM/GUEMBEUL DE PRODUCTION DE GAZ

N^{O} DE DOCUMENT CSA-KOSMOS-FL-17-80098-3047/3048-07-REP-01-FIN

Version	Date	Description	Préparé par :	Révisé par :	Approuvé par :
01	2017-03-28	Ébauche initiale pour révision	B. Graham/ D. Snyder	B. Balcom B. Graham	B. Balcom
02	2017-04-04	Révision post-ébauche	B. Graham/ D. Snyder	M. Cahill	B. Balcom
03	2017-04-21	Révision du client	B. Graham/ D. Snyder	B. Balcom	B. Balcom
VERSION FINALE	2017-11-15	Version finale	B. Graham/ D. Snyder	B. Graham	B. Balcom

Table des matières

Page

Liste des tableaux ..... **v**

Liste des figures ..... **vii**

Liste des images ..... **ix**

Acronymes et abréviations ..... **x**

1.0 Introduction **1**
1.1 OBJECTIFS 2
1.2 CONCEPTION DES TRAVAUX DE TERRAIN 3

2.0 Méthodes **7**
2.1 OPÉRATIONS DES NAVIRES, BESOINS EN PERSONNEL ET NAVIGATION 7
2.2 MÉTHODES D'ÉCHANTILLONNAGE SUR LE TERRAIN 7
2.2.1 Prélèvement d'échantillons de sédiments 7
2.2.2 Prélèvement d'échantillons d'eau 12
2.2.3 Prélèvement d'échantillons d'ichtyoplancton 13
2.3 ASSURANCE-QUALITÉ/CONTRÔLE DE LA QUALITÉ 14
2.3.1 Assurance-qualité 14
2.3.2 Contrôle de la qualité 15
2.3.3 Manutention et transport des échantillons 15
2.3.4 Sécurité des documents et des données 16
2.4 MÉTHODES DE TRAITEMENT DES DONNÉES ET D'ANALYSE EN LABORATOIRE 16
2.4.1 Sédiments et eau de mer 16
2.4.2 Profils hydrographiques 20
2.4.3 Endofaune 20
2.4.4 Analyse de l'ichtyoplancton 21

3.0 Résultats et discussion **23**
3.1 ANALYSE DES SÉDIMENTS ET DE L'EAU DE MER 23
3.1.1 Sédiments 26
3.1.2 Eau de mer 39
3.2 PROFILS HYDROGRAPHIQUES 45
3.3 ENDOFAUNE 49
3.4 ICHTYOPLANCTON 61

4.0 Références **71**

Annexes **73**
Annexe A .....
Fiche signalétique du M/V Acamar A-1
Annexe B .....
Emplacement des stations d'échantillonnage B-1
Annexe C .....
Polluants prioritaires définis par l'USEPA C-1

Liste des tableaux

Tableaux **Page**

Tableau 1 Résumé des exigences en matière de traitement et d'entreposage pour les échantillons d'eau de mer et de sédiments 11

Tableau 2 Paramètres d'échantillonnage hydrographique et unités de mesure 13

Tableau 3 Paramètres d'analyse, méthodes d'analyse, unités de rapport et mesures/limites de quantification pour l'eau de mer et les échantillons de sédiments 17

Tableau 4 Contenu en carbone organique total, granulométrie et classification des sédiments selon Shepard (1954) pour les échantillons prélevés lors des travaux de terrain de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique 27

Tableau 5 Concentrations de métaux (mg kg^{-1} ou %) dans les sédiments prélevés aux stations d'échantillonnage de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique, avec leur moyenne ± leur écart-type, pour plusieurs strates de profondeurs au sein de la zone de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique 30

Tableau 6 Concentrations d'hydrocarbures dans les sédiments, avec leur moyenne ± leur écart-type, pour plusieurs strates de profondeur dans la zone d'étude de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique 38

Tableau 7 Mesures des matières en suspension (MES) 40

Tableau 8 Concentrations de métaux dissous dans l'eau de mer par profondeur d'échantillonnage, par comparaison aux valeurs de référence de toxicité des critères de concentration continue (CCC). 42

Tableau 9 Concentrations de métaux totaux dans l'eau de mer par profondeur d'échantillonnage, par comparaison aux valeurs de référence de toxicité des critères de concentration continue (CCC). 43

Tableau 10 Concentrations d'hydrocarbures dans l'eau de mer, par profondeur d'échantillonnage. 44

Tableau 11 Indices de diversité et contribution en pourcentage des grands embranchements pour la zone côtière (<25 m) et les strates de profondeur dans la zone du pipeline. 50

Tableau 12 Dix taxa les plus abondants pour la zone côtière (<25 m) et sept strates de profondeur au sein de la zone du pipeline. 52

Tableau 13 Taxa présentant des valeurs significatives d'espèces indicatrices ($p<0,05$) pour les cinq groupes de stations (tous les échantillons ont été tamisés dans un filet à mailles de 0,5 mm). 57

Tableau 14 Indices de diversité propre à la zone offshore (tamisés dans un filet à mailles de 0,3 mm) 59

Tableau 15 Dix taxa les plus abondants prélevés dans la zone offshore (n=5) et tamisés à l'aide d'un filet à mailles de 0,3 mm 61

Tableau 16 Liste phylogénique des taxa de larves de poissons prélevés dans la zone côtière. 63

Liste des tableaux (suite)

Tableaux **Page**

Tableau 17 Moyenne et écart-type des nombres totaux de larves de poissons et des densités d'œufs (n 100 m^{-3}) dans les échantillons prélevés dans la zone côtière 65

Tableau 18 Résultats de l'analyse de variance à deux critères pour la densité des larves de poissons prélevées dans la zone côtière 65

Tableau 19 Résultats de l'analyse de variance à deux critères pour la densité des larves de poissons prélevées dans la zone côtière 65

Tableau 20 Liste phylogénique des taxa de larves de poissons prélevés dans la zone offshore 66

Tableau 21 Moyenne et écart-type des nombres totaux de larves de poissons et des densités d'œufs (n 100 m^{-3}) dans les échantillons prélevés dans la zone offshore 69

Tableau 22 Résultats de l'analyse de variance à deux critères pour la densité des larves de poissons prélevées dans la zone offshore 69

Tableau 23 Résultats de l'analyse de variance à deux critères pour la densité des œufs de poissons prélevée dans la zone offshore 69

Liste des figures

Figures **Page**

Figure 1 Emplacement du gisement Ahmeyim/Guembeul par rapport aux côtes de la Mauritanie et du Sénégal (carte fournie par Kosmos Energy LLC) 1

Figure 2 Zone des travaux de terrain de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique, montrant les lieux d'échantillonnage généraux par rapport à la ligne côtière de la Mauritanie et du Sénégal 4

Figure 5 Emplacement des stations d'échantillonnage de sédiments dans la zone offshore et dans la zone du pipeline à une profondeur de >2 500 m 25

Figure 6 Diagramme ternaire des caractéristiques de la granulométrie de sédiments provenant des zones côtière et offshore 28

Figure 7 Diagramme ternaire de la granulométrie de sédiments provenant de la zone du pipeline 28

Figure 8 Régression linéaire de la relation entre la concentration d'aluminium (Al) en pourcentage et les concentrations en parties par million (ppm) d'arsenic (As), de baryum (Ba) et de cadmium (Cd). 34

Figure 9 Régression linéaire de la relation entre la concentration d'aluminium (Al) en pourcentage et les concentrations en parties par million (ppm) de chrome (Cr), de cuivre (Cu) et de fer (Fe). 35

Figure 10 Régression linéaire de la relation entre la concentration d'aluminium (Al) en pourcentage et les concentrations en parties par million (ppm) de plomb (Pb), de mercure (Hg) et de nickel (Ni). 36

Figure 11 Régression linéaire de la relation entre la concentration d'aluminium (Al) en pourcentage et les concentrations en parties par million (ppm) de vanadium (V) et de zinc (Zn). 37

Figure 12 Profils de la colonne d'eau relativement à la température, la salinité, le pH, la fluorescence, la turbidité et l'oxygène dissous (concentration et saturation) pour la zone côtière à des profondeurs de <25 m 46

Figure 13 Profils de la colonne d'eau relativement à la température, la salinité, le pH, la fluorescence, la turbidité et l'oxygène dissous (concentration et saturation) pour la zone du pipeline à des profondeurs de <1 000 m 47

Figure 14 Profils de la colonne d'eau relativement à la température, la salinité, le pH, la fluorescence, la turbidité et l'oxygène dissous (concentration et saturation) pour la zone offshore à des profondeurs de <2 500 m 48

Figure 15 Abondance en pourcentage par classe phylogénique pour les échantillons de la zone côtière et des strates de la zone du pipeline 51

Figure 16 Analyse topologique des échantillons provenant de la zone côtière (<25 m) et des strates de la zone du pipeline. 55

Figure 17 Diagramme d'ordination des échantillons provenant de la zone côtière et des strates de profondeur de la zone du pipeline 56

Figure 18 Relations entre les variables environnementales et les axes d'ordination, montrées par les flèches de double projection 58

Liste des figures (suite)

Figures **Page**

Figure 19 Contribution d'abondance relative de la classe phylogénique dans les échantillons de la zone offshore 60
Figure 20 Emplacement des stations d'échantillonnage du plancton (c.-à-d. des zones de remorquage) dans la zone côtière 64
Figure 21 Emplacement des stations d'échantillonnage du plancton (c.-à-d. des zones de remorquage) dans la zone offshore 68

Liste des images

Images **Page**

Image 1 La boîte de forage Gray O'Hara utilisée pour le prélèvement des échantillons fournissait suffisamment de sédiments pour prélever, de manière simultanée, des échantillons physicochimiques et biologiques. 8

Image 2 Le traitement des échantillons prélevés par la boîte de forage Gray O'Hara comprenait la mise en place d'une pièce interne de 0,35 m sur 0,35 m en acier inoxydable visant à séparer les échantillons physicochimiques et les échantillons d'endofaune. 8

Image 3 Les sédiments destinés à l'analyse de l'endofaune ont été traités à l'aide d'un appareil de tamisage formé d'un baril supérieur de rétention/de flottaison et d'un tamis. 9

Image 4 Les échantillons d'eau ont été amassés dans des bouteilles de prélèvement prénettoyées de 5 L, de marque Niskin et GO-Flo, fixées à une rosette d'échantillonnage. 12

Image 5 L'équipement de prélèvement d'ichtyoplancton consistait en un filet à planton à mailles de 500 µ fixé à un cadre standard circulaire en acier inoxydable d'un mètre (1 m) de diamètre. 13

Acronymes et abréviations

A/G	Ahmeyim/Guembeul
ACOV	Analyse des composés organiques volatils (fiole)
AD	Ancrage dynamique
Al	Aluminium
ALS	ALS Environmental
AQ	Assurance-qualité
As	Arsenic
ASTM	American Society for Testing and Materials
Ba	Baryum
BPL	Bonne pratique de laboratoire
BUC	Base ultracourte
CCC	Critère de concentration continue
Cd	Cadmium
CdP	Chaîne de possession
COT	Carbone organique total
CPG-FID	Chromatographie en phase gazeuse, détecteur à ionisation de flamme
CPG-SM	Chromatographie en phase gazeuse, spectrométrie de masse
CQ	Contrôle de la qualité
Cr	Chrome
CSA	CSA Ocean Sciences Inc.
CTP	Conductivité, température, profondeur (profileur)
Cu	Cuivre
DGPS	Système de localisation GPS différentiel
DPR	Différence en pourcentage relatif
EIES	Évaluation d'impacts environnementaux et sociaux
ERL	Effects range low
ERM	Effects range median
Fe	Fer
GPS	Système de localisation GPS
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
HCl	Acide chlorhydrique
HF	Acide fluorhydrique (digestion)
Hg	Mercure
HNO_3	Acide nitrique
HPT	Hydrocarbures pétroliers totaux
ICP-MS	Spectrométrie de masse à source à plasma inductif
IEC	Commission électrotechnique internationale
IPCF	Indice de pollution par combustibles fossiles
ISO	Organisation internationale de normalisation
LPIL	Niveau d'identification pratique le plus bas
MES	Matières en suspension
MODD	Matières organiques dérivées du diesel
MODE	Matières organiques dérivées de l'essence
MOE	Matières organiques extractibles
MOOR	Matières organiques d'origine résiduelle
MRS	Matières résiduelles solides
NA	Zone côtière
NELAP	National Environmental Laboratory Accreditation Program (programme national d'accréditation des laboratoires)

Ni	Nickel
NMDS	Non-metric multidimensional scaling (mise à l'échelle multidimensionnelle non métrique)
NOAA	(U.S.) National Oceanic and Atmospheric Administration
NPD	Naphtalène, phénanthrène, dibenzothiophène
NQECE	Nomes de qualité environnementale de la Commission européenne
OA	Zone offshore
OD	Oxygène dissous
OSPAR/CIEM	Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique Nord-Est/Conseil international pour l'exploration de la mer
PA	Zone du pipeline
PAE	Plan d'analyse et d'échantillonnage
Pb	Plomb
PEHD	Polyéthylène haute densité
PON	Procédure opérationnelle normalisée
ppb	Parties par milliard
ppm	Parties par million
ppt	Paries par billion
S	Siemens
SBE	Sea-Bird Electronics
SSE	Santé, sécurité et environnement
SIG	Système d'information géographique
µ	Micron
USEPA	U.S. Environmental Protection Agency
usp	Unité de salinité pratique
uTN	Unité de turbidité néphélémétrique
V	Vanadium
Zn	Zinc

1.0 Introduction

Kosmos Energy LLC (Kosmos) est l'opérateur du gisement gazier Ahmeyim/Guembeul (gisement A/G), anciennement appelé le gisement Greater Tortue, qui se situe le long de la frontière maritime offshore entre la Mauritanie et le Sénégal (**figure 1**).

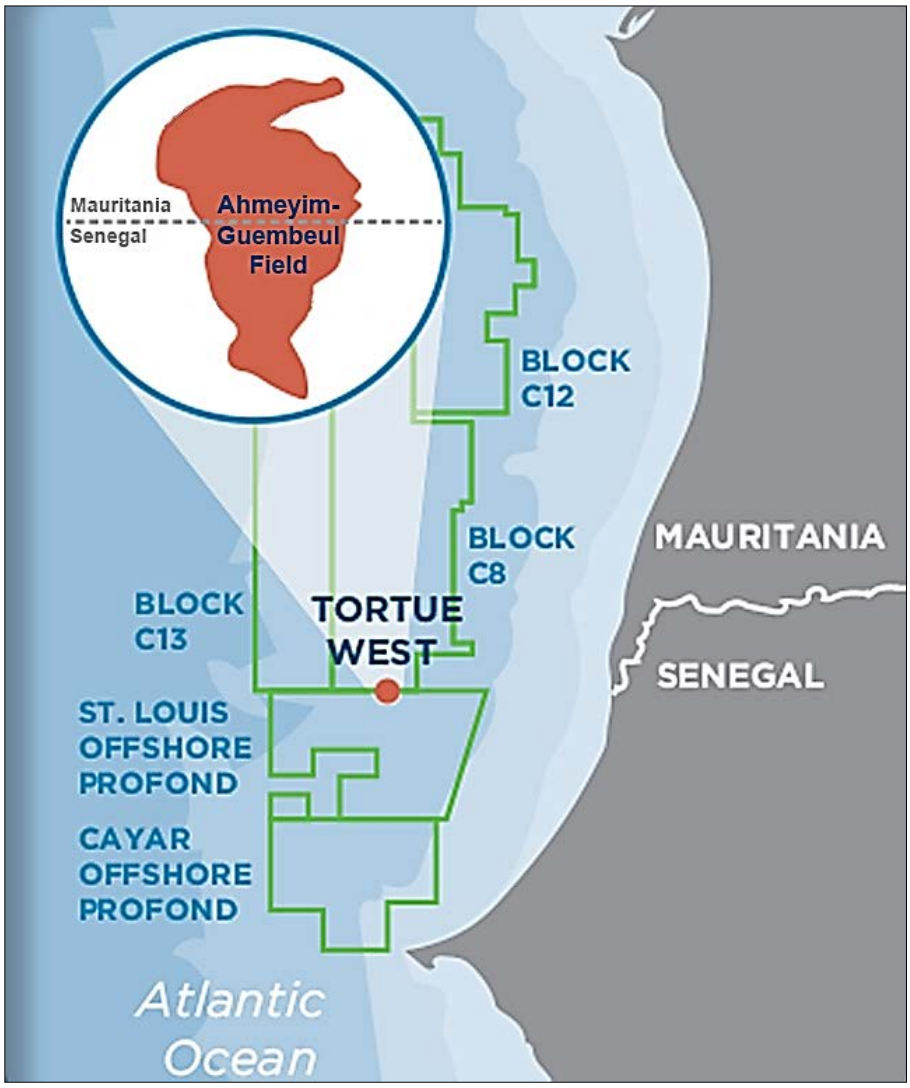


Figure 1 Emplacement du gisement Ahmeyim/Guembeul par rapport aux côtes de la Mauritanie et du Sénégal (carte fournie par Kosmos Energy LLC)

Dans le cadre des efforts qu'elle déploie pour maintenir des normes rigoureuses de gérance environnementale, Kosmos a mandaté CSA Ocean Sciences Inc. (CSA) pour qu'elle effectue une étude de l'état de référence du milieu biophysique pour les activités liées au développement du gisement gazier A/G; la portée du développement, appelée la « zone du projet », comprend le gisement offshore (zone offshore), un corridor de pipeline près des côtes (zone du pipeline) et un brise-lames près des côtes ainsi que les installations connexes de traitement du gaz (zone côtière). L'étude de l'état de référence du milieu biophysique a été conçue de manière à caractériser de façon générale le milieu de référence de la zone des installations proposées de développement offshore et pour fournir des renseignements propres au site qui seront utilisés pour créer l'EIES pour le projet A/G de production de gaz (en attente). L'étude de l'état de référence du milieu biophysique a été

réalisée du 25 novembre au 4 décembre 2016, et les travaux d'échantillonnage ont eu pour but de caractériser les conditions de référence de l'eau de mer et la qualité des sédiments, l'ichtyoplancton (œufs et larves de poissons) et les communautés benthiques macrofaunales.

1.1 OBJECTIFS

L'étude de l'état de référence du milieu biophysique avait pour objectif de fournir une description fondamentale des conditions environnementales existantes au sein de la zone de développement du gisement A/G. Les données recueillies pendant l'étude de l'état de référence du milieu biophysique seront utilisées pour caractériser des composantes particulières de l'environnement biologique, physique et chimique de la zone du projet, et pourraient aussi être utilisées pour évaluer et, éventuellement, surveiller les effets des opérations futures. La portée des travaux (PT) de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique est applicable à l'échelle régionale afin d'encadrer la collecte de données de référence, dans le but d'atteindre les objectifs suivants :

- Déterminer les conditions environnementales de référence (c.-à-d. biologiques, chimiques et physiques) avant que les activités de développement n'aient lieu;
- Fournir des conditions environnementales de référence auxquelles les effets des opérations futures pourraient être comparés; et
- Identifier les paramètres, au sein de l'écosystème, qui pourraient être susceptibles de changer, et fournir une référence pour l'évaluation de revendications futures d'impacts.

Les objectifs précis de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique sont les suivants :

- Déterminer les caractéristiques de la colonne d'eau grâce à la collecte de données de profilage hydrographique et d'échantillons en profondeur à l'échelle d'une zone d'étude désignée où les activités de développement gazier et pétrolier se dérouleront;

- Définir les caractéristiques des sédiments du plancher océanique, plus précisément en matière de granulométrie, de teneur en carbone organique total (COT), de concentrations de métaux (aluminium [Al], arsenic [As], baryum [Ba], cadmium [Cd], chrome [Cr], cuivre [Cu], fer [Fe], plomb [Pb], mercure [Hg], nickel [Ni], vanadium [V], et zinc [Zn]), de teneur en hydrocarbures (hydrocarbures pétroliers totaux [TPH]) et en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et d'analyse faunale (endofaune); et

- Caractériser les communautés d'ichtyoplancton.

Le rapport de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique a pour but de fournir des renseignements sur les conditions de référence au sein de la zone d'étude. Les travaux de terrain de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique ont été spécialement conçus pour permettre de repérer les gradients spatiaux, et les données sont présentées en fonction de la stratification définie des échantillons prélevés (voir la **section 1.2**). Les données de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique seront utilisées dans l'EIES, au besoin, afin de pallier les lacunes en matière de données relatives à l'environnement de référence ainsi que pour étayer l'évaluation des impacts. Il y a une pénurie de données historiques propres à la région pour les paramètres d'échantillonnage de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique. Afin de fournir un contexte propre aux résultats d'analyse de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique, le rapport fera appel à des données pertinentes provenant d'anciens programmes internationaux, à des valeurs repères et à des analyses régressives afin d'appuyer l'interprétation des données présentées.

1.2 CONCEPTION DES TRAVAUX DE TERRAIN

La zone d'étude propre à l'étude de l'état de référence du milieu biophysique, montrée à la **figure 2**, est formée des trois emplacements contigus ci-dessous :

- La zone offshore, soit la région de 16,7 km sur 10 km englobant le navire de production, de stockage et de déchargement en mer (FPSO), les installations de mouillage et les conduites d'écoulement sous-marines;
- La zone du pipeline, soit le corridor de pipeline d'une longueur de 102 km qui relie le FPSO aux installations côtières de production et de traitement; et
- La zone côtière de 2,4 km sur 6,4 km, qui comprend le brise-lames, l'équipement et les navires de traitement du gaz et les installations d'accostage et de stockage.

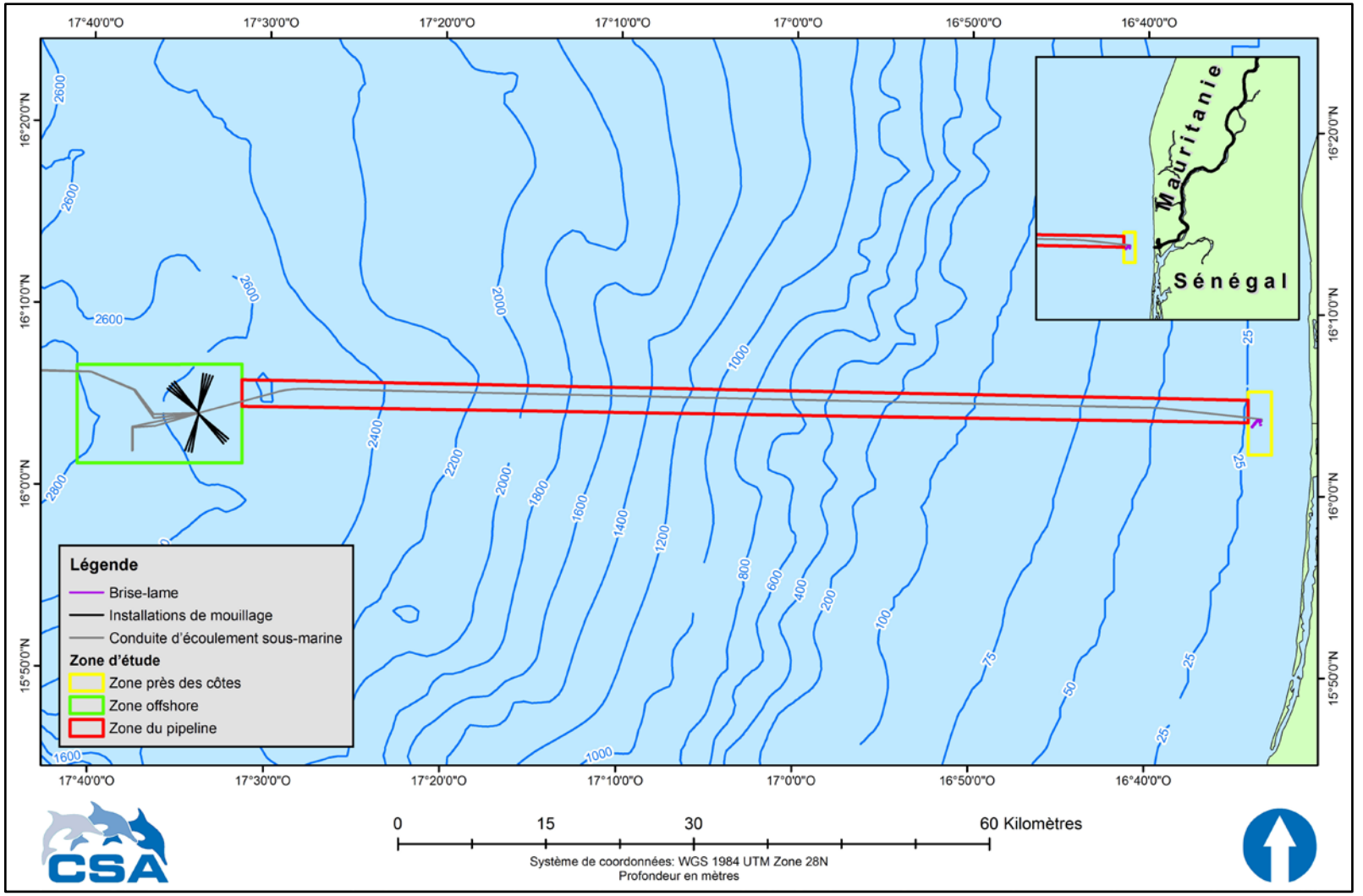


Figure 2 Zone des travaux de terrain de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique, montrant les lieux d'échantillonnage généraux par rapport à la ligne côtière de la Mauritanie et du Sénégal

La conception des travaux de terrain visant à caractériser la colonne d'eau est fondée sur une caractérisation générale à un moment précis (un « instantané ») des conditions en vigueur au sein de la colonne d'eau au moment où l'étude de l'état de référence du milieu biophysique a été effectuée. Les travaux d'échantillonnage comprenaient des prélèvements à deux ou trois endroits au sein de la colonne d'eau, selon la profondeur de la station de prélèvement. Les stations situées à une profondeur de $\leq$ 20 m ont fait l'objet de prélèvements d'échantillons près de la surface (soit environ 10 % de la profondeur de l'eau) et près du fond de l'océan (soit à environ 90 % de la profondeur de l'eau); les stations situées à une profondeur de $\geq$ 20 m ont fait l'objet de prélèvements près de la surface, en mi-profondeur (soit à environ 50 % de la profondeur de l'eau) et près du plancher océanique. Les échantillons d'eau ont été analysés pour déterminer leur teneur en matières en suspension (MES), en 10 métaux (concentrations totales et dissoutes) et en certains hydrocarbures. Pour chacune des stations d'échantillonnage, un profil de la colonne d'eau a été dressé relativement à la conductivité (salinité), à la température, au pH, à l'oxygène dissous, à la turbidité et à la fluorescence chlorophyllienne. Ce degré d'efforts pour l'échantillonnage de la colonne d'eau est considéré adéquat pour caractériser de manière générale la masse d'eau présente dans la zone d'étude de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique.

La conception des travaux de terrain pour la caractérisation des sédiments fournit des données sur les conditions physiques, chimiques et biologiques existantes de la matrice de substrat. Les échantillons de sédiments ont été analysés pour déterminer la granulométrie, le COT, la teneur en 12 métaux, des hydrocarbures sélectionnés, et l'endofaune. Ces analyses permettent une caractérisation exhaustive de l'environnement benthique de la zone d'étude de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique.

La conception des travaux de terrain visant à caractériser l'ichtyoplancton fournit un « instantané » de la présence des œufs et des larves de poissons et de leur abondance relative au sein de ces masses d'eau. Les données de distribution de l'ichtyoplancton en fonction de la profondeur sont d'un intérêt particulier; des échantillons ont été prélevés à deux profondeurs différentes, à la fois le jour et la nuit, ce qui a permis de mieux comprendre la distribution des œufs et larves de poissons selon le moment de la journée et la profondeur de l'eau.

Les détails relatifs à la conception des travaux de terrain pour chacun des lieux d'échantillonnage sont présentés ci-dessous.

Zone offshore :

La zone offshore a une superficie de 167 km^2 et est délimitée par un rectangle de 16,7 km sur 10 km (la longueur étant orientée d'est en ouest); elle se situe à une plage de profondeurs d'eau d'environ 2 500 à 2 800 m. Les stations d'échantillonnage des sédiments ont été placées à 5 endroits choisis au hasard dans la zone de 167 km^2 et à proximité étroite de celle-ci, à des profondeurs généralement supérieures à 2 500 m. Le prélèvement d'échantillons dans la colonne d'eau de la zone offshore a été effectué chaque jour pendant les travaux de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique au sein du rectangle de 167 km^2. Des échantillons d'ichtyoplancton ont été prélevés dans les 30 m supérieurs de la colonne d'eau, à 3 endroits choisis au hasard dans le rectangle de 167 km^2. Ces échantillons d'ichtyoplancton ont été prélevés le jour et la nuit, à des strates de profondeur de 0 à 15 m et de 15 à 30 m dans la colonne d'eau.

Zone du pipeline :

La zone du pipeline est le corridor de pipeline d'une longueur de 102 km qui relie la zone offshore à la zone côtière. Le positionnement des lieux d'échantillonnage des sédiments dans la zone du pipeline a été fondé sur la profondeur de l'eau (c.-à-d. sur des strates de profondeur). Dans la zone du pipeline (**figure 2**), trois stations d'échantillonnage ont été placées au hasard dans chacune des strates de profondeur ci-dessous :

- De 25 m à 100 m;
- De 100 m à 200 m;
- De 200 m à 500 m;
- De 500 m à 1 000 m;
- De 1 000 m à 1 500 m;
- De 1 500 m à 2 000 m; et
- De 2 000 m à 2 500 m.

Le prélèvement des échantillons de sédiments dans la strate de profondeur de 200 à 500 m a tenu compte de la présence possible d'amoncellements de carbonate entre 450 et 500 m de profondeur; de manière délibérée, aucune collecte de sédiments n'a été tentée dans cette strate de profondeur. Une station d'échantillonnage d'eau unique au sein de la zone du pipeline a été placée dans les strates de profondeur de 25 à 200 m, de 200 à 1 000 m et de 1 000 à 2 000 m. Aucun échantillon d'ichtyoplancton n'a été prélevé dans la zone du pipeline.

Zone côtière :

La zone côtière a une superficie d'environ 15,4 km^2; elle est délimitée par un rectangle de 2,4 km sur 6,4 km (la longueur étant orientée du nord au sud, parallèlement à la ligne côtière), et se situe à une profondeur d'eau de 0 à 25 m. Des stations d'échantillonnage de sédiments ont été placées à 5 endroits choisis au hasard au sein du rectangle de 15,4 km^2. Des échantillons ont été prélevés dans la colonne d'eau de la zone côtière à 3 des 5 lieux d'échantillonnage de sédiments positionnés au hasard. Des échantillons d'ichtyoplancton ont été prélevés dans les 20 m supérieurs de la colonne d'eau, à 3 endroits choisis au hasard dans le rectangle de 15,4 km^2. Ces échantillons d'ichtyoplancton ont été prélevés le jour et la nuit, à des strates de profondeur de 0 à 10 m et de 10 m à 20 m dans la colonne d'eau.

2.1 OPÉRATIONS DES NAVIRES, BESOINS EN PERSONNEL ET NAVIGATION

Le M/V *Acamar*, un navire à positionnement dynamique, a été utilisé à titre de plateforme de travail pendant les travaux de terrain. Le M/V *Acamar* a offert une stabilité et un maintien en termes de positionnement dans des conditions environnementales de travail contrôlées. Les caractéristiques techniques du M/C *Acamar* sont fournies à l'*annexe A*. Le navire d'échantillonnage a été doté de personnel et d'équipement à Dakar, au Sénégal.

Des opérations ont été effectuées en continu (24 heures par jour) pendant les travaux d'échantillonnage sur le terrain. Une équipe d'opérations de 6 personnes, soit 3 personnes travaillant chacune pendant un quart de 12 heures, a été nécessaire pour répondre aux besoins en matière de santé, de sécurité et d'environnement (SSE). CSA a fourni six employés expérimentés, soit un responsable scientifique, des scientifiques œuvrant sur le terrain, un superviseur des opérations maritimes et des spécialistes des opérations.

Des méthodes permettant un positionnement exact ont été utilisées pendant la collecte de l'ensemble des données par le navire. Un logiciel modulaire et un ensemble de matériel informatique ont mis en interface diverses sondes de collecte de données avec un récepteur de système de localisation GPS différentiel. Avant que le navire ne se déplace, tous les lieux d'échantillonnage ont été entrés et stockés à l'avance dans le programme de navigation. Un récepteur de système de localisation GPS différentiel a été utilisé pour mener le navire d'échantillonnage à toutes les stations d'échantillonnage. Une précision de positionnement de ±30 m a été visée pour les stations. Le système de localisation GPS différentiel et le sondeur à ultrasons du navire ont été connectés à un ordinateur de bord doté d'un logiciel de navigation Hypack et d'un logiciel de collecte de données.

2.2 MÉTHODES D'ÉCHANTILLONNAGE SUR LE TERRAIN

2.2.1 Prélèvement d'échantillons de sédiments

Des échantillons de sédiments ont été prélevés à l'aide d'une boîte de forage Gray O'Hara (**image 1**). La boîte de forage Gray O'Hara en acier inoxydable est parfaitement adaptée au prélèvement d'échantillons de sédiments boueux consolidés (c.-à-d. compactés) comme ceux généralement observés au sein de la zone d'étude de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique. La boîte de forage Gray O'Hara comporte une ouverture de 0,5 m sur 0,5 m (0,25 m^2) et fournit suffisamment de sédiments pour prélever, de manière simultanée, des échantillons physicochimiques et biologiques.

Les appareils d'échantillonnage de sédiments ont été déployés et récupérés à l'aide d'un système formé d'un support en A et d'un treuil. Chacun des échantillons prélevés par la boîte de forage a fait l'objet d'une inspection visuelle dès qu'il a été obtenu afin de déterminer s'il était acceptable. Les échantillons instantanés (ou carottes prélevées) présentant une perte importante de sédiments (soit un « effritement » dans les coins) et/ou une surpénétration ont été considérés comme inadéquats à des fins de traitement. Une fois qu'un échantillon instantané (ou carotte) était accepté, l'eau qui le recouvrait, le cas échéant, était siphonnée à l'aide d'un tuyau souple (p. ex., Tygin) afin d'exposer la surface des sédiments. Cette eau a été passée dans un tamis de 0,3 mm à 0,5 mm, selon la profondeur à laquelle l'échantillon avait été prélevé; les organismes restant dans le tamis ont été inclus dans l'échantillon d'endofaune benthique.

Le traitement des échantillons prélevés par la boîte de forage Gray O'Hara comprenait l'insertion d'une pièce interne de 0,35 m sur 0,35 m en acier inoxydable visant à séparer les échantillons physicochimiques et les échantillons d'endofaune (voir l'**image 2**). Les sédiments faisant l'objet d'un sous-échantillonnage physique et chimique ont été prélevés à l'extérieur de cette pièce interne de 0,35 m sur 0,35 m; les sédiments faisant l'objet d'un sous-échantillonnage d'endofaune ont été

prélevés dans les 12 à 15 cm supérieurs de sédiments se trouvant dans la pièce interne de 0,35 m sur 0,35 m.

Image 1 La boîte de forage Gray O'Hara utilisée pour le prélèvement des échantillons fournissait suffisamment de sédiments pour prélever, de manière simultanée, des échantillons physicochimiques et biologiques.

Image 2 Le traitement des échantillons prélevés par la boîte de forage Gray O'Hara comprenait la mise en place d'une pièce interne de 0,35 m sur 0,35 m en acier inoxydable visant à séparer les échantillons physicochimiques et les échantillons d'endofaune.

Les échantillons d'endofaune ont été séparés par décantation et tamisés par voie humide à bord du navire à l'aide d'un tamis de filet de 0,3 mm ou 0,5 mm et de faibles jets d'eau de mer, tout en utilisant une technique de flottaison qui minimisait les chocs subis par les organismes endofauniques et facilitait leur séparation des sédiments (**image 3**). La procédure de tamisage utilisée pour chacun des échantillons d'endofaune était la suivante :

- Un tamis doté d'un filet de mailles de 0,3 mm ou 0,5 mm, selon la profondeur de la station d'échantillonnage, a été placé au-dessus du baril de débordement de l'appareil de tamisage.
- Un tuyau d'eau de mer filtrée (c.-à-d. un tuyau d'alimentation) a été placé dans un baril de stockage supérieur, et l'eau de ce baril supérieur sortait par un tuyau de débordement afin de passer directement dans le tamis.
- Les matières endofauniques de l'échantillon de sédiments ont été placées dans le baril de stockage supérieur et brassées à la main afin de créer une boue où tous les sédiments, les organismes endofauniques et les débris étaient en suspension.
- Tout le matériel d'échantillonnage formé de sédiments endofauniques a été traité de cette façon, puis est sorti du baril de rétention supérieur pour ensuite être filtré par le tamis.
- L'échantillon tamisé (qui contenait l'endofaune, des sédiments résiduels et des débris) a été transféré à un ou plusieurs contenants d'échantillons afin d'être fixé et préservé à l'aide d'une solution de méthanediol tamponnée au moyen de borax à 10 %.

Les échantillons d'endofaune ont été entreposés dans des contenants de taille appropriée selon le volume de sédiments résiduels. Les pots d'échantillons ont été étiquetés, collés et correctement entreposés à bord du navire.

Image 3 Les sédiments destinés à l'analyse de l'endofaune ont été traités à l'aide d'un appareil de tamisage formé d'un baril supérieur de rétention/de flottaison et d'un tamis.

Tous les sous-échantillons chimiques et physiques (géologiques) ont été prélevés dans la strate supérieure des sédiments, d'une épaisseur de 2 à 3 cm, à l'aide d'une cuillère d'échantillonnage prénettoyée en acier inoxydable. Les échantillons ont été placés dans des contenants appropriés,

étiquetés et entreposés adéquatement à bord du navire. Des sous-échantillons granulométriques et chimiques ont été prélevés selon des protocoles appropriés, comme décrits dans les procédures opérationnelles normalisées (PON) de CSA. Le traitement et le stockage des sédiments sur le terrain étaient conformes aux lignes directrices et aux protocoles pertinents en matière d'échantillonnage (p.ex., lignes directrices de la U.S. Environmental Protection Agency [USEPA]; protocoles de la Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique Nord-Est/du Conseil international pour l'exploration de la mer [OSPAR/CIEM]). Le **tableau 1** résume les exigences en matière de traitement et d'entreposage des échantillons d'eau de mer et de sédiments à des fins d'analyse des paramètres physiques, chimiques et biologiques.

Tableau 1 Résumé des exigences en matière de traitement et d'entreposage pour les échantillons d'eau de mer et de sédiments

Analyte(s)	Type et taille du contenant	Manipulation, conditions d'entreposage et/ou méthode de conservation	Temps de conservation
Eau de mer			
Matières en suspension	Bouteille de plastique de 1 L	Réfrigérer à 4 °C; filtration sur place à l'aide d'un filtre de fibre de verre de 1,5 µm pour la rétention des particules; entreposer le filtre pesé au préalable et congelé; expédier avec de la glace	Indéfini lorsque filtré et congelé
Concentration totale en métaux (As, Ba, Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, V, Zn)	Bouteille de plastique de 1 L	HNO_3 (à un pH <2); expédier avec de la glace et entreposer à 4 °C	6 mois
Métaux dissous (As, Ba, Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, V, Zn)	Bouteille de plastique de 1 L	Filtration en ligne avec cartouche filtrante jetable à pores de 0,45 µm; HNO_3 (à un pH <2); expédier avec de la glace et entreposer à 4 °C	6 mois
Hg total	Bouteille de plastique de 250 L en PEHD	HCl (à un pH <2); expédier avec de la glace et entreposer à 4 °C	28 jours
Hg dissous	Bouteille de plastique de 250 L en PEHD	Filtration en ligne avec cartouche filtrante jetable à pores de 0,45 µm; HCl (à un pH <2); expédier avec de la glace et entreposer à 4 °C	28 jours
Hydrocarbures (HPT, HAP; comprend le NPD et les décahydronaphtalènes)	Bouteille de plastique ambre de 1 L	Conserver dans du dichlorométhane; expédier avec de la glace et entreposer à 4 °C	28 jours
Sédiments			
Granulométrie, COT	Pot en plastique à bec large de 250 ml	Congeler, expédier avec de la glace, et conserver sous forme congelée	Indéfini lorsque congelé
Concentration totale en métaux (Al, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, V, Zn)	Pot en plastique à bec large de 250 ml	Congeler, expédier avec de la glace, et conserver sous forme congelée	Indéterminé lorsque congelé
Hydrocarbures (HPT, HAP; comprend le NPD et les décahydronaphtalènes)	Pot de verre de 250 ml à bec large avec couvercle recouvert de Teflon	Congeler, expédier avec de la glace, et conserver sous forme congelée	28 jours
Endofaune	Pots de plastique à bec large et à couvercle vissé de 250 ml, 500 ml ou 1 L	Fixer avec une solution de méthanediol tamponnée à l'aide de borax à 10 %; expédier et entreposer à température ambiante. Transférer/conserver au laboratoire dans de l'éthanol	Indéfini
Plancton			
Ichtyoplancton	Bouteille de plastique de 1 L	Fixer avec une solution de méthanediol tamponnée à l'aide de borax à 7 %; expédier et entreposer à température ambiante. Transférer/conserver au laboratoire dans de l'éthanol	Indéfini

Al = aluminium; As = arsenic; Ba = baryum; Cd = cadmium; Cr = chrome; Cu = cuivre; Fe = fer; PEHD = polyéthylène haute densité; Hg = mercure; HNO3 = acide nitrique; Ni = nickel; NPD = naphtalène, phénanthrène, dibenzothiophène; HAP = hydrocarbures aromatiques polycycliques; Pb = plomb; COT = carbone organique total; HPT = hydrocarbures pétroliers totaux; V = vanadium; Zn = zinc.

2.2.2 Prélèvement d'échantillons d'eau

L'échantillonnage de l'eau comprenait le prélèvement direct d'eau de mer et le profilage de la colonne d'eau pour divers paramètres hydrographiques. Des échantillons d'eau de mer ont été prélevés à deux ou trois profondeurs différentes dans la colonne d'eau, selon la profondeur de la station d'échantillonnage. Les échantillons d'eau ont été collectés dans des bouteilles de prélèvement prénettoyées de 5 L, de marque Niskin ou GO-Flo, fixées à un carrousel ou une rosette d'échantillonnage (**image 4)**. Des échantillons de terrain et des échantillons de contrôle de la qualité (CQ) ont été prélevés dans des contenants appropriés et traités comme indiqué dans le **tableau 1**.

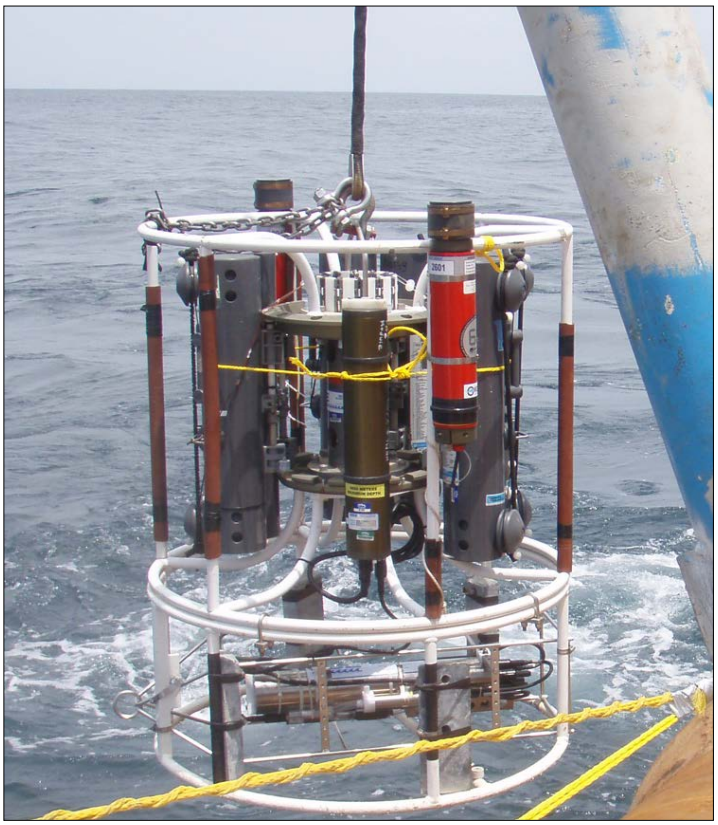


Image 4 Les échantillons d'eau ont été amassés dans des bouteilles de prélèvement prénettoyées de 5 L, de marque Niskin et GO-Flo, fixées à une rosette d'échantillonnage.
Un profileur conductivité, température, profondeur (CTP) pour la colonne d'eau a été fixé à la base de la rosette d'échantillonnage.

Des mesures hydrographiques ont été prises à l'aide d'un profileur conductivité, température, profondeur (CTP) de colonne d'eau étalonné en usine, de marque Sea-Bird Electronics (SBE) SBE 19*plus* V2 SeaCAT (ou l'équivalent) muni d'une sonde à oxygène dissous (concentration et saturation en pourcentage) et d'un ensemble standard de sondes afin de mesurer la profondeur, la température, la conductivité/la salinité, la turbidité, le pH et la fluorescence chlorophyllienne. Les instruments de CTP ont été entretenus et étalonnés selon les spécifications et l'échéancier recommandés par le fabricant. Le CTP a été installé sur un carrousel ou une rosette d'échantillonnage (**image 4**). Les paramètres hydrographiques (**tableau 2**) ont été mesurés et enregistrés à des intervalles de 0,5 s au fur et à mesure que le profileur était abaissé dans la colonne d'eau à une vitesse relativement constante.

Tableau 2 Paramètres d'échantillonnage hydrographique et unités de mesure

Paramètre	Unité
Profondeur	m
Température	ºC
Conductivité (salinité)	µS/cm (usp)
Oxygène dissous	mg/L/ pourcentage de saturation
pH	Unité standard
Chlorophylle (fluorescence)	mg/m^3
Turbidité	uTN

uTN = unité de turbidité néphélémétrique; usp = unité de salinité pratique; S = siemens

2.2.3 Prélèvement d'échantillons d'ichtyoplancton

L'équipement de prélèvement d'ichtyoplancton consistait en un filet à plancton à mailles de 500 µ fixé à un cadre standard circulaire en acier inoxydable d'un mètre (1 m) de diamètre (bolinche) (**image 5**). Un débitmètre était fixé à l'intérieur du bec du filet afin de mesurer le volume d'eau filtré pendant les remorquages. Un système à double déclenchement a été utilisé pour prélever des échantillons à des profondeurs distinctes à chacune des stations. Des échantillons distincts ont été prélevés dans la colonne d'eau supérieure (profondeurs de 0 à 10 m et de 0 à 15 m) et inférieure (profondeurs de 10 à 20 m et de 15 à 30 m) à chacune des stations; la plage de profondeur des strates de la colonne d'eau dépendait de la profondeur de l'eau pour chaque station.

Image 5 L'équipement de prélèvement d'ichtyoplancton consistait en un filet à planton à mailles de 500 µ fixé à un cadre standard circulaire en acier inoxydable d'un mètre (1 m) de diamètre.
Un système à double déclenchement (ouvert-fermé) a été utilisé pour prélever des échantillons à des profondeurs distinctes à chacune des stations.

Afin de recueillir des échantillons d'ichtyoplancton, un filet fermé a été abaissé à une vitesse constante de déroulement (~10 m/min) à partir de la surface jusqu'à la strate de profondeur appropriée. À cette profondeur appropriée pour l'échantillonnage, un messager (poids) a été descendu le long du câble de remorquage afin d'ouvrir le filet. Le navire a ensuite remorqué le filet pendant environ 10 minutes à basse vitesse. Une fois le remorquage terminé, le filet ouvert a été récupéré, dans la strate de profondeur de l'échantillonnage, en suivant une trajectoire oblique, avec le câble de remorquage placé à un angle de 45º (profondeurs déterminées avec le câble placé en angle et le câble sorti). À la limite supérieure de profondeur de la strate d'échantillonnage (c.-à-d. dans la strate d'eau supérieure et inférieure), un deuxième messager a été envoyé le long du câble pour fermer le filet. Des échantillons distincts ont été prélevés à chaque station, aux limites inférieures et supérieures de profondeur, la nuit et le jour.

Les matières amassées dans le filet ont été transférées dans les contenants d'échantillons appropriés. Tous les échantillons ont été fixés sur place avec du méthanediol à 5 %. Une étiquette indiquant la date de prélèvement et des codes d'échantillons propres au projet qui précisent la station, la profondeur de l'eau et l'heure du prélèvement a été apposée sur chacun des pots d'échantillons.

2.3 ASSURANCE-QUALITÉ/CONTRÔLE DE LA QUALITÉ

2.3.1 Assurance-qualité

Un programme d'assurance-qualité (AQ) a été entrepris afin de garantir que le projet produise des données scientifiquement défendables de qualité connue qui répondent aux objectifs du projet. Le programme d'AQ de CSA comprenait la sélection d'un ou plusieurs laboratoires d'analyse qualifiés, le déploiement d'une équipe expérimentée sur le terrain et une préparation détaillée pendant la phase de mobilisation.

Laboratoires d'analyse

Les laboratoires d'analyse proposés ont mis en place des programmes d'AQ et possèdent une expérience approfondie dans l'analyse d'échantillons marins. Les laboratoires d'analyse de sédiments et d'eau de mer et leurs accréditations sont présentés dans la **section 2.4.1.**

Personnel sur le terrain

L'équipe sur le terrain était formée d'employés de CSA hautement qualifiés et expérimentés. Faire appel à du personnel expérimenté qui prend les précautions nécessaires et a un souci du détail lorsqu'il effectue des travaux sur le terrain permet de minimiser les erreurs, d'améliorer la qualité et de maximiser l'efficacité pendant les travaux de terrain. L'étude de l'état de référence du milieu biophysique a été réalisée en continu (24 heures par jour) et les membres de l'équipe sur le terrain travaillaient selon des quarts de 12 heures; des échanges d'information avaient lieu entre les quarts afin d'assurer la continuité du programme.

Mobilisation

Avant les travaux de terrain, le programme de l'étude a été révisée par l'équipe du projet afin de s'assurer que tous soient au courant de son contenu et des responsabilités individuelles associées. Les travaux de terrain nécessitaient de s'assurer de fournir et d'avoir accès aux éléments suivants : une quantité et un type appropriés de contenants, de produits chimiques et d'autres fournitures de terrain; des méthodes et des procédures liées aux travaux sur le terrain; des étiquettes d'identification des échantillons; des listes de vérification; des formulaires de chaine de possession (CdP); des modalités d'élimination et d'expédition des échantillons; et des mesures de CQ. Dans le cadre de la mobilisation, les membres de l'équipe de terrain étaient responsables, lorsque requis, de la documentation associée aux différentes composantes des travaux de terrain.

2.3.2 Contrôle de la qualité

Le CQ mesure ce qui suit :

- La préparation de blancs d'équipement pour évaluer la possibilité de contamination des échantillons par l'équipement d'échantillonnage;
- La préparation de blancs de terrain pour évaluer la possibilité de contamination des échantillons par les contenants et la manipulation générale des échantillons;
- L'utilisation de duplicatas de terrain (p. ex. : fractions homogénéisées) afin de vérifier la reproductibilité des procédures de laboratoire et de terrain;
- La préparation et le remplissage de listes de vérification des échantillons et des données;
- Des vérifications de données et de la performance de l'équipement;
- L'utilisation de processus de CdP pour le transport des échantillons; et
- L'expédition et le suivi des échantillons après les travaux de terrain.

Des échantillons de CQ (p. ex. : blancs, duplicatas) ont été préparés pour les paramètres associés aux métaux et aux hydrocarbures dans l'eau et les sédiments. Un niveau approximatif de 10 % de CQ a été obtenu pour les paramètres d'échantillonnage pertinents. L'expédition et le suivi des échantillons après les travaux de terrain ont permis de garantir que les échantillons avaient été livrés aux laboratoires désignés selon les délais de conservation et les conditions recommandées.

Contrôle des données du profileur Sea-Bird Electronics

Pendant que le profilage de la colonne d'eau était fait ou peu après celui-ci, les données hydrographiques ont été examinées par un scientifique de CSA afin qu'il s'assure que les données recueillies se situaient dans les plages prévues (pour les conditions en vigueur dans la zone d'étude de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique), que l'équipement fonctionnait normalement et que la configuration des fichiers de données était appropriée et fonctionnelle.

Listes de vérification des données et du prélèvement des échantillons

Avant les travaux de terrain, des listes de vérification des données et des échantillons ont été préparées par le scientifique en chef et remplies sur le terrain de manière appropriée à des fins de CQ. Avant de quitter chacune des stations d'échantillonnage, le scientifique en chef ou son délégué a veillé à ce que les échantillons et les données adéquats soient prélevés et correctement stockés pour cette station.

Préservation et délais de conservation

Les échantillons ont été préservés selon les procédures recommandées par le laboratoire d'analyse approprié ou en fonction des bonnes pratiques de l'industrie. Les échantillons ont été transportés vers les divers laboratoires à des fins d'analyse dans des conditions de manutention appropriées.

2.3.3 Manutention et transport des échantillons

Après que les échantillons ont été prélevés, des procédures adéquates de manutention des échantillons ont été suivies afin de garantir que les échantillons expédiés soient livrés en toute sécurité. Le scientifique de terrain (ou son représentant désigné) était responsable de la manutention et du transport des échantillons en vertu d'un processus de CdP. Des méthodes appropriées de CdP ont été suivies pour tous les échantillons, et un registre de CdP a accompagné tous les échantillons. Chaque échantillon comportait un identifiant unique qui pouvait être directement retracé dans les registres de terrain. Les étiquettes étaient hydrofuges, solidement fixées au contenant d'échantillon, et présentaient des renseignements sur la date du prélèvement, le type d'échantillon et le lieu (c.-à-d. le nom de la station). Les contenants d'expédition étaient sécurisés afin de les rendre étanches, d'éviter la contamination croisée et de prévenir la perte d'échantillons pendant l'expédition. Des glacières de qualité supérieure ont été utilisées pour expédier les échantillons congelés, afin d'accroître la probabilité que les échantillons restent à la température requise pendant leur livraison.

Des demandes/directives relatives à l'analyse des échantillons ont été préparées par le scientifique de terrain et ont été jointes à tous les échantillons envoyés aux laboratoires. Les échantillons ont été expédiés au laboratoire approprié à des fins d'analyse le plus rapidement possible après avoir été prélevés. L'expédition a été coordonnée de manière à éviter ou minimiser les risques de dépasser les limites de temps de conservation.

2.3.4 Sécurité des documents et des données

Le nom de la station, son emplacement et la date du prélèvement ont été indiqués sur toutes les fiches techniques utilisées à titre de registres des échantillons et de fiches de CdP. Une fois les travaux de terrain terminés, les registres de terrain qui avaient été remplis ou obtenus sur le terrain ont été copiés, et les copies ont été archivées avec les dossiers du projet. Des copies des formulaires de CdP dûment remplis ont été demandées par les laboratoires respectifs et conservés avec les dossiers du projet.

Les données de navigation et de positionnement, ainsi que les fichiers de données de terrain, ont été régulièrement enregistrés sur un ordinateur et sauvegardés sur un support amovible distinct (p. ex. : mémoire flash, clé USB ou CD-R/RW). Les supports de copie de sauvegarde ont été entreposés et transportés séparément de l'ordinateur utilisé sur le terrain. Une fois de retour au siège social de CSA (en Floride), le scientifique responsable s'est assuré que toutes les données soient sauvegardées ou archivées sur le serveur de fichiers du réseau local de CSA.

Lorsqu'elle aura remis le rapport final de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique, CSA identifiera et compilera les fichiers de données importants et coordonnera leur soumission avec Kosmos et BP. Les données traitées seront fournies en format Excel. Parmi les notes de terrain, on trouvera des journaux de bord, la liste de vérification des échantillons et les formulaires de chaîne de possession; ces données seront numérisées et fournies en format Acrobat (PDF).

2.4 MÉTHODES DE TRAITEMENT DES DONNÉES ET D'ANALYSE EN LABORATOIRE

2.4.1 Sédiments et eau de mer

Paramètres d'échantillonnage

Le tableau 3 résume les limites de détection et les méthodes prévues associées aux paramètres d'échantillonnage de l'eau de mer et des sédiments.

Tableau 3 Paramètres d'analyse, méthodes d'analyse, unités de rapport et mesures/limites de quantification pour l'eau de mer et les échantillons de sédiments

Paramètre/analyte	Méthode de digestion/ d'extraction	Méthode d'analyse/de détection de quantification	Limite de quantification	Unités	Laboratoire d'analyse
Eau de mer					
Matières en suspension	S. O.	Balance analytique	0,01	ppm	CBL
As total et dissous	S. O.	ICP-MS	7	ppb	ALS Environmental–Kelso
Ba total et dissous	S. O.	ICP-MS	0,2	ppb	
Cd total et dissous	S. O.	ICP-MS	0,1	ppb	
Cr total et dissous	S. O.	ICP-MS	5	ppb	
Cu total et dissous	S. O.	ICP-MS	1	ppb	
Pb total et dissous	S. O.	ICP-MS	0,1	ppb	
Hg total et dissous	S. O.	Selon la norme 1631E de l'USEPA	0,01	ppb	
Ni total et dissous	S. O.	ICP-MS	0,1	ppb	
V total et dissous	S. O.	ICP-MS	2	ppb	
Zn total et dissous	S. O.	ICP-MS	2	ppb	
HPT	Dichlorométhane	Méthode SW-846 de l'USEPA; modifiée par 8100/8015C	13	ppb	TDI Brooks
HAP	Dichlorométhane	Méthodes SW-846/8260/GC-MS de l'USEPA	0,74 -2,91	ppt	
Sédiments					
Granulométrie	S. O.	Diffraction laser	0,02	µ	Weatherford
Carbone organique total	S. O.	Norme européenne 1484	5	ppm	
Aluminium	Digestion par HF	Selon la norme ISO 11885	25	ppm	ALS Environmental–Kelso
As, Zn	Digestion par HF	Selon la norme ISO 11885	8	ppm	
Ba, Cd	Digestion par HF	Selon la norme ISO 11885	0,16	ppm	
Cr, Ni, V	Digestion par HF	Selon la norme ISO 11885	3,2	ppm	
Cuivre (Cu)	Digestion par HF	Selon la norme ISO 11885	1,6	ppm	
Fer	Digestion par HF	Selon la norme ISO 11885	0,005	%	
Plomb (Pb)	Digestion par HF	Selon la norme ISO 11885	0,8	ppm	
Mercure (Hg)	Digestion par HF	Selon la norme ISO 11885	2,6	ppb	
HPT	Hexane	Méthodes 1664/8100/8015/GC-MS de l'USEPA	1,4	ppm	TDI Brooks
HAP	Hexane	Méthodes Sw -846/8260/GC-MS de l'USEPA	0,04 – 0,342	ppb	

As = arsenic; Ba = baryum; CBL = Chesapeake Biological Laboratory; Cd = cadmium; Cr = chrome; CPG-SM = chromatographie en phase gazeuse, spectrométrie de masse; HF = acide fluorhydrique; ICP--MS = spectrométrie de masse à source à plasma inductif; ISO = Organisation internationale de normalisation; mm = millimètres; µ = micron; S. O. = sans objet; Ni = nickel; HAP = hydrocarbures aromatiques polycycliques; ppb = parties par milliard; ppm = parties par million; ppt = parties par billion; MRS = matières résiduelles solides; HPT = hydrocarbures pétroliers totaux; USEPA = U.S. Environmental Protection Agency; V = vanadium; Zn = zinc.

Laboratoires d'analyse

Le **Chesapeake Biological Laboratory** (CBL) a fourni des filtres prépondérés et a effectué l'analyse des MES dans les échantillons d'eau de mer. CBL offre une vaste gamme d'analyses de qualité de l'eau à l'aide d'instruments à la fine pointe de la technologie tout en suivant des procédures strictes d'AQ et de CQ. CBL offre ses services à plusieurs organismes gouvernementaux américains (U.S. Environmental Protection Agency [USEPA], U.S. Geological Survey et U.S. Fish and Wildlife Services), à des organismes de réglementation locaux (ministère des Ressources naturelles du Maryland, ministère de l'Environnement du Maryland) et à de nombreuses entreprises privées du secteur environnemental. CBL est un chef de file national dans les domaines de la chimie et de la toxicologie environnementales, des sciences écosystémiques et de l'écologie de rétablissement.

Les laboratoires **ALS Environmental-Kelso** (ALS), situés à Kelso, dans l'État du Washington, ont réalisé les analyses de métaux au sein des échantillons d'eau de mer et de sédiments. ALS est un laboratoire contractuel homologué par le National Environmental Laboratory Accreditation Program (NELAP – programme d'homologation national des laboratoires environnementaux) possédant une vaste expérience en matière d'analyses de l'eau de mer et des sédiments marins. ALS fournit des services perfectionnés et modernes d'analyse propres aux industries des minéraux (c.-à-d. de la géochimie), des sciences de la vie (c.-à-d. de l'environnement) et de l'énergie (c.-à-d. du pétrole et du gaz). Les 13 000 employés d'ALS analysent plus de 20 millions d'échantillons par année dans les 350 succursales de l'entreprise, qui se situent dans 55 pays partout dans le monde. Les principales installations pivots d'ALS se trouvent en Australie, en Asie, en Amérique du Nord, en Amérique du Sud, en Europe, au Moyen-Orient et en Afrique. ALS a notamment obtenu des certifications et des homologations de la part de l'Organisation internationale de normalisation (ISO) et de la Commission électrotechnique internationale (IEC) (norme 10025:2005), ainsi que du National Environmental Laboratory Accreditation Program (NELAP) (programme d'homologation national des laboratoires environnementaux), en plus d'être conforme aux bonnes pratiques de laboratoire (BPL).

TDI-Brooks International, Inc., situé à College Station, au Texas, détient et exploite les laboratoires B&B Laboratories, qui ont réalisé les analyses liées aux hydrocarbures dans les échantillons d'eau de mer et de sédiments. B&B Laboratories, grâce à un équipement à la fine pointe de la technologie et un personnel accompli, se spécialise dans l'analyse des matières organiques, y compris les hydrocarbures pétroliers, à l'aide de sa vaste expérience dans l'analyse de l'eau de mer et des sédiments marins. B&B Laboratories exploite un système de gestion de la qualité qui répond aux exigences de la norme ISO 9901:2008 en matière d'analyse des échantillons géochimiques, géotechniques et environnementaux. L'entreprise dispose d'une certification qui confirme que tous ses processus d'analyse sont entièrement établis, fonctionnels et conformes aux normes internationales. B&B Laboratories participe à l'exercice très rigoureux d'interétalonnage de l'U.S. Institute of Standards and Technology (NSIT) pour les substances organiques à l'état de trace depuis 1997 et a toujours été classé dans le meilleur groupe pour cet exercice.

Weatherford Laboratories Inc. (Weatherford) a effectué la granulométrie des sédiments et des analyses de COT. Weatherford est un laboratoire de services géochimique possédant une vaste expérience en soutien de l'industrie gazière et pétrolière, des universités, des experts-conseils et des consortiums. Weatherford offre des services de laboratoire à plusieurs endroits en Amérique du Nord, en Amérique latine, en région Asie-Pacifique, au Moyen-Orient/en Afrique du Nord et en Europe. Weatherford Laboratories Inc. allie une équipe internationale de géoscientifiques, d'ingénieurs, de techniciens et de chercheurs et les services de laboratoire les plus exhaustifs et intégrés au monde.

Valeurs repère

Les résultats d'analyse chimique des sédiments ont été interprétés par rapport à des valeurs repère, afin d'évaluer leur pertinence biologique. Les concentrations de métaux et d'hydrocarbures ont été comparées aux valeurs repère pour la qualité des sédiments de l'USEPA. Une valeur repère est une concentration chimique, dans des sédiments, au-dessus de laquelle il existe une possibilité de dommages aux organismes présents dans l'environnement. L'USEPA recommande l'utilisation de

valeurs repère comme l'*effects range low* (ERL) et l'*effects range median* (ERM) pour évaluer les risques que les sédiments peuvent poser aux poissons et aux autres espèces de la faune et de la flore marines (Long et Morgan, 1990). Ces recommandations pour la qualité des sédiments sont fondées sur la composition chimique des sédiments marins, associée aux données des bioessais de toxicité des sédiments. Les valeurs repère représentent des points sur une échelle continue de concentrations chimiques qui va de la concentration la plus faible (la moins toxique) à la concentration la plus élevée (la plus toxique) et elles sont définies comme suit :

- L'ERL représente la concentration sous laquelle des effets défavorables se produisent rarement; et
- L'ERM représente la concentration au-dessus de laquelle des effets défavorables se produisent fréquemment.

Les résultats de l'analyse des concentrations de métaux dans l'eau de mer sont comparés aux valeurs de référence dites des critères de concentration continue (CCC) de l'USEPA (Buchman, 2008). Les CCC de l'USEPA pour les analytes de l'eau de mer sont les critères chroniques fondés sur des estimations de la concentration moyenne de substances chimiques dans l'eau qui n'a pas d'effet défavorable sur les organismes aquatiques pendant une période d'exposition prolongée (c.-à-d. 96 heures). Les résultats des travaux de terrain pour les analyses des métaux dans l'eau de mer sont présentés par rapport aux normes de qualité environnementales internationales afin d'évaluer les risques éventuels de toxicité au sein de la zone d'étude de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique.

Présentation sommaire des données

Afin de présenter sommairement les résultats de l'échantillonnage des sédiments, les stations de la zone d'étude de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique sont regroupées en fonction de la profondeur de l'eau. Des stations les plus rapprochées des côtes aux stations les plus éloignées des côtes, les groupes de stations sont les suivants :

- Zone côtière : à des profondeurs de <25 m;
- Zone du pipeline : Stations 1 à 6 à des profondeurs de 25 à 200 m (p. ex., sur le plateau continental);
- Zone du pipeline : Stations 7 à 12 à des profondeurs de >200 à 1 000 m (p. ex., sur la partie supérieure du talus continental); et
- Zone du pipeline (stations 13 à 21) et zone offshore : à des profondeurs de plus de 1 000 m (p. ex. : bordure des conditions physiques liées à la température et à la salinité pour une colonne d'eau relativement statique).

Ces regroupements bathymétriques ont généralement été définis en fonction des caractéristiques spatiales de la bordure continentale tout en tenant compte des particularités des conditions physiques. Ces regroupements ont pour objectif de produire des statistiques sommaires afin de mieux distinguer les gradients liés à la profondeur pour chacun des paramètres d'échantillonnage, s'il y a lieu.

Normalisation des données relatives aux métaux

À des fins de détermination de la relation entre des paires précises de paramètres, les concentrations de métaux ont été normalisées en fonction de celle de l'aluminium. Les concentrations d'aluminium et d'autres métaux varient naturellement dans les sédiments ambiants du plancher océanique, principalement en raison des différences dans la granulométrie des sédiments. Les sédiments argileux sont principalement formés d'aluminosilicates et, habituellement, présentent des concentrations de métaux plus élevées. Les sédiments classés comme étant de l'argile ou du sable sont principalement composés de quartz et de fragments de coquilles de carbonate, qui diluent les concentrations ambiantes de métaux (Herut et Sandler, 2006). Il est supposé que la concentration d'aluminium évolue de manière linéaire en fonction des concentrations des autres métaux lorsqu'il n'y a aucun apport anthropique (Trefry, 2003, 2013). Il est raisonnable de présumer qu'une concentration d'un métal donné augmente en raison d'activités anthropiques si cette concentration dévie de façon

importante de la régression linéaire de ce métal par rapport à la concentration d'aluminium en pourcentage dans les sédiments.

2.4.2 Profils hydrographiques

Les fichiers de données numériques provenant des levés hydrographiques effectués par le profileur de CTP ont été traités par un scientifique ou un technicien de CSA à l'aide d'un logiciel de traitement de données de SBE, une famille exclusive de logiciels modulaires de traitement de données propre aux instruments océanographiques de SBE. Les modules *Data* (données), *Loop Edit* (édition en boucle) et *Bin Average* (moyenne de compartiments de données) ont été utilisés pour convertir les données de leur format hexadécimal brut en des unités d'ingénierie dans un fichier texte, pour extraire la section appropriée du levé, pour retirer toute boucle présente dans les enregistrements, pour lisser les données et pour importer le fichier dans une feuille de calcul. Des graphiques de profilage hydrographique ont été produits à partir de cette feuille de calcul.

2.4.3 Endofaune

EcoAnalysts, Inc. (EcoAnalysts) a effectué les analyses de l'endofaune benthique. Son équipe de taxonomie est formée de 10 taxonomistes possédant 20 certifications différentes de la North American Benthological Society et plus de 190 années d'expérience cumulée en matière de taxonomie. En plus de ses compétences dans le domaine de la taxonomie, l'entreprise emploie à temps plein 15 techniciens spécialisés en classement, y compris des techniciens spécialement formés en CQ. Cela permet à EcoAnalsysts de minimiser le risque d'introduire des erreurs de classement pendant le processus d'évaluation biologique. À titre de plus important laboratoire d'évaluation biologique en Amérique du Nord, EcoAnalysts traite plus de 6 000 échantillons benthiques par année et a réalisé des projets à l'échelle de l'Amérique du Nord ainsi qu'au Cameroun, au Congo, au Surinam, au Pérou, au Brésil, au Mexique, en République dominicaine, en Australie et en Inde. Aucune certification ou homologation ne s'applique aux laboratoires d'analyse taxonomique.

Les spécimens ont été triés, comptés et identifiés jusqu'à leur niveau d'identification pratique le plus bas (LPIL). Ils ont été envoyés aux experts en taxonomie à des fins d'identification et une collection de spécimens en double sélectionnés a été créée, au besoin. Les échantillons d'endofaune ont été transférés de leur agent de conservation (méthanediol) à de l'alcool dénaturé à des fins d'archivage. Les spécimens en double de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique seront conservés chez EcoAnalysts, Inc.

La structure de l'ensemble d'espèces d'endofaune dans les zones du projet a été évaluée à l'aide d'indices de diversité unidimensionnels et d'une analyse multivariable de la composition des espèces. Trois indices de diversité qui reflètent différents aspects des relations entre les espèces et leur abondance ont été utilisés pour analyser les échantillons (Magurran, 2004). L'indice de Shannon-Wiener (H') met l'accent sur les espèces se situant au milieu de la séquence des rangs d'abondance des espèces (espèces ni courantes ni rares). L'indice d'uniformité de Pielou (J') permet d'évaluer l'uniformité de la répartition des nombres d'individus dans chacune des espèces, et l'inverse de l'indice de Simpson (N_2) mesure la dominance numérique pour chacune des espèces. Les indices ont été calculés à partir de données regroupées sur plusieurs échantillons (n=5 pour la zone côtière et la zone offshore, n=3 pour les strates de la zone du pipeline). Les indices de diversité ont été calculés à l'aide de PRIMER-E (Clarke et Gorely, 2006).

Pour les analyses multivariables, une matrice de données brutes formée d'échantillons par taxa a été créée, puis transformée (log x+1) avant le calcul de la similitude par paire dans tous les échantillons à l'aide de l'indice de similitude de Bray-Curtis (Bray et Curtis, 1957). Cette matrice de similitude a fait l'objet d'une analyse topologique de la moyenne de groupe et d'une ordination de mise à l'échelle multidimensionnelle non métrique (n*onmetric multi-dimensional scaling*, ou NMDS). L'influence des variables environnementales sur l'ordination NMDS a été examinée au moyen d'un modèle linéaire ajusté entre les variables et les axes de NMDS. L'analyse topologique a été faite à l'aide du logiciel

PRIMER-E (Clarke et Gorely, 2006), et l'ajustement du NMDS et l'ajustement linéaire ont été effectués à l'aide du plugiciel « Vegan » (*vegan package*) (Oksanen et al., 2016).

Une analyse des espèces indicatrices (Dufrêne et Legendre, 1997) a été utilisée pour repérer les taxa individuels associés aux groupes identifiés lors des analyses multivariables. L'analyse des espèces indicatrices caractérise les groupes d'échantillons en fonction de la fréquence et de l'abondance relatives des taxa. La signification des espèces identificatrices est testée à l'aide de permutations des données par la méthode de Monte-Carlo (999 permutations effectuées au hasard). L'analyse des espèces indicatrices a été effectuée à l'aide du plugiciel R (*R package*) du logiciel LabDSV (Roberts, 2016).

2.4.4 Analyse de l'ichtyoplancton

Les échantillons d'ichtyoplancton ont été traités et analysés par madame Talat Frooqi, experte spécialisée en plancton. Les échantillons d'ichtyoplancton ont été analysés pour déterminer leur composition taxonomique (LPIL) et leur biomasse totale. Ces échantillons ont été normalisés au volume d'échantillon filtré selon la mesure du débitmètre afin d'en évaluer la densité (individus/m^3). Les échantillons ont été divisés de manière successive en parties égales à l'aide d'un échantillonneur à plancton aussi souvent que nécessaire afin d'obtenir des sous-échantillons traitables. Tous les organismes d'ichtyoplancton ont été identifiés au niveau d'identification pratique le plus bas (LPIL) à l'aide d'un microscope stéréoscopique à zoom, au besoin. Après l'analyse, les échantillons ont été remis dans l'agent de conservation à des fins d'entreposage à long terme, jusqu'à leur élimination, qui sera demandée et précisée par le client.

3.0 Résultats et discussion

3.1 ANALYSE DES SÉDIMENTS ET DE L'EAU DE MER

Les stations d'échantillonnage de sédiments et d'eau de mer se trouvant dans la zone d'étude de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique sont illustrées aux **figures 3 à 5**. La **figure 3** montre l'emplacement des cinq stations d'échantillonnage de sédiments et des trois stations d'échantillonnage d'eau de mer dans la zone côtière; à l'une de ces stations, des sédiments et de l'eau de mer ont tous deux été prélevés. La **figure 4** montre l'emplacement des 21 stations d'échantillonnage de sédiments et des trois stations d'échantillonnage d'eau de mer dans la zone du pipeline. La **figure 5** montre l'emplacement des cinq stations d'échantillonnage des sédiments et de la station d'échantillonnage de l'eau de mer dans la zone offshore (comprend une station dans la zone du pipeline à une profondeur supérieure à 2 500 m). Les coordonnées des lieux d'échantillonnage sont présentées à l'**annexe B**.

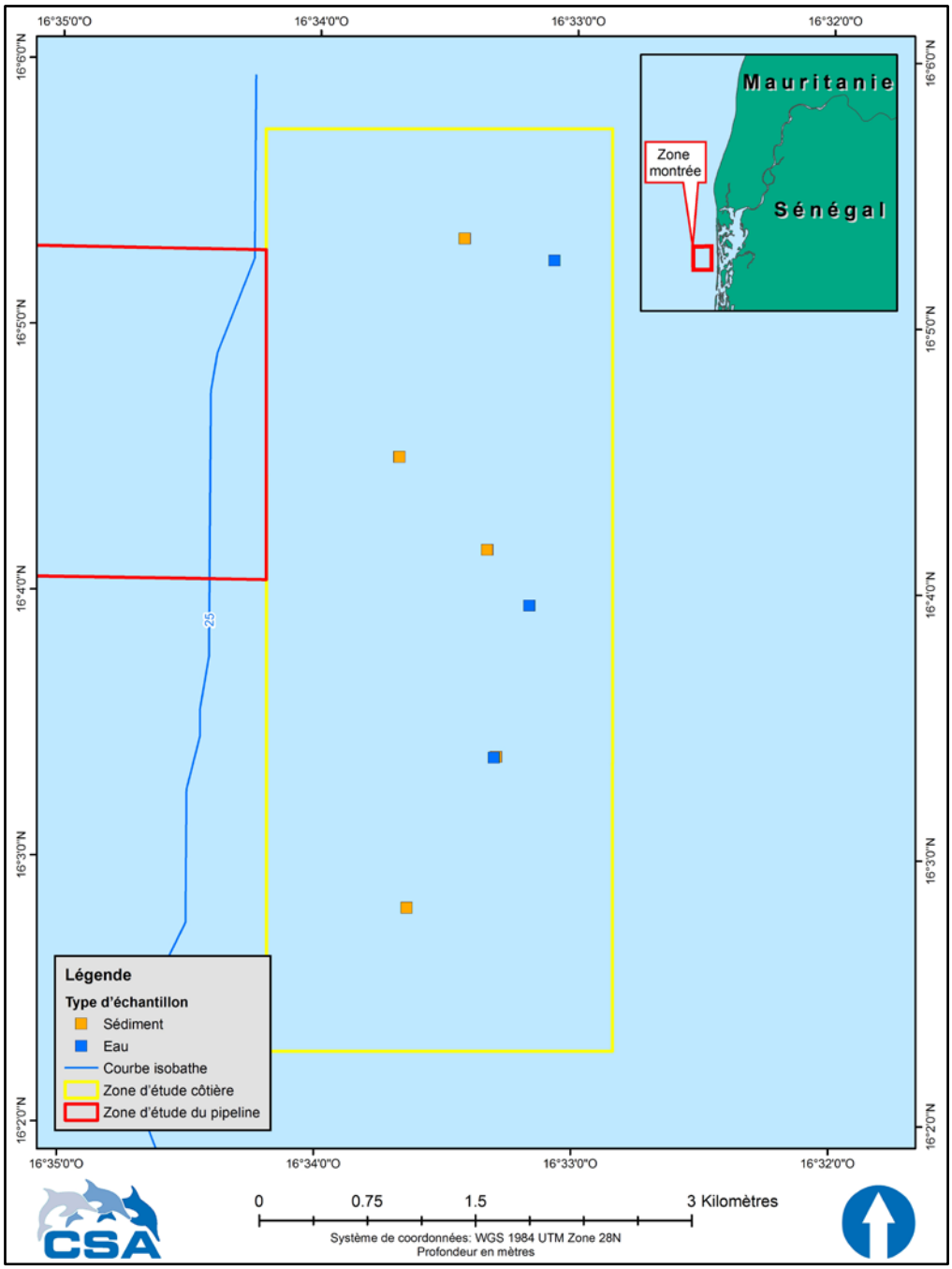


Figure 3 Emplacement des stations d'échantillonnage de sédiments et d'eau de mer dans la zone côtière

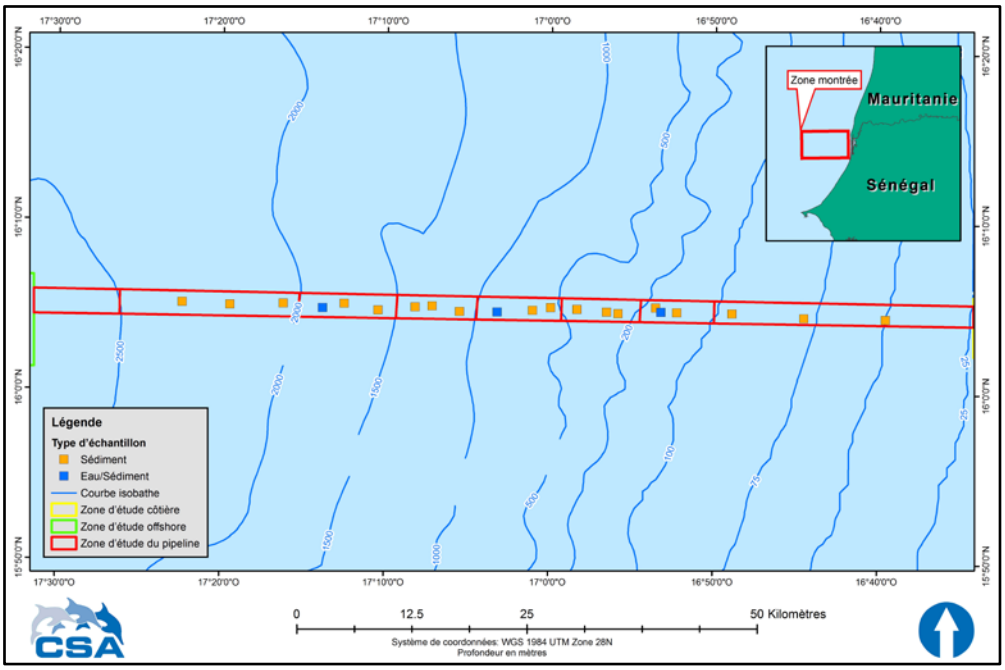


Figure 4 Emplacement des stations d'échantillonnage de sédiments et d'eau de mer dans la zone du pipeline

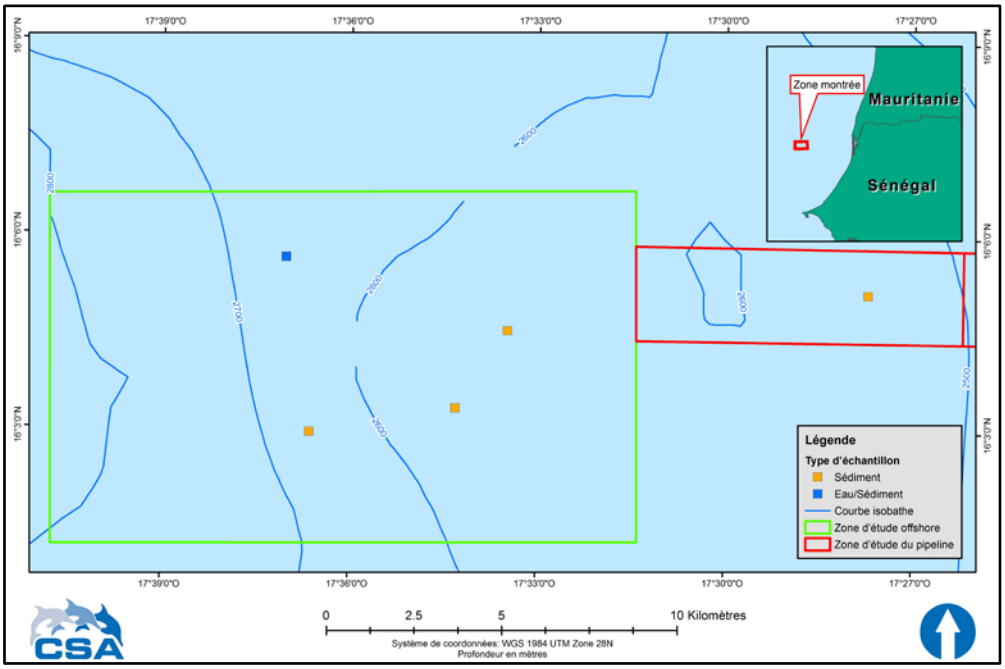


Figure 5 Emplacement des stations d'échantillonnage de sédiments dans la zone offshore et dans la zone du pipeline à une profondeur de >2 500 m

Toutes les stations d'échantillonnage de sédiments de la zone offshore ont été préétablies dans une plage de profondeurs d'environ 2 500 à 2 800 m, selon les données régionales disponibles en matière de courbes isobathes. La profondeur de l'une des stations d'échantillons de sédiments dans la zone offshore empêchait d'effectuer ce prélèvement avec l'équipement de levé fourni (c.-à-d. câble de treuil); la station a été déplacée à un endroit, dans la zone du pipeline, qui avait une profondeur supérieure à 2 500 m.

3.1.1 Sédiments

Carbone organique totale et granulométrie

Les résultats des analyses du COT et de la granulométrie pour chacune des stations d'échantillonnage de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique sont présentés dans le **tableau 4**.

Tableau 4 Contenu en carbone organique total, granulométrie et classification des sédiments selon Shepard (1954) pour les échantillons prélevés lors des travaux de terrain de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique

Station	Profondeur de l'eau (m)	COT (%)	Sable (%)	Argile (%)	Limon (%)	Classification
NA-1	< 25	0,26	54,8	7,0	38,1	Sable limoneux
NA-2	< 25	0,24	47,2	9,8	43,0	Sable limoneux
NA-3	< 25	0,17	52,4	7,8	39,8	Sable limoneux
NA-4	< 25	0,23	48,2	8,7	43,1	Sable limoneux
NA-5	< 25	0,22	48,8	8,7	42,5	Sable limoneux
PA-1	25 à 100	0,80	4,3	17,6	78,0	Limon
PA-2	25 à 100	1,80	70,2	7,1	22,7	Sable limoneux
PA-3	25 à 100	0,60	1,7	18,2	80,1	Limon
PA-4	100 à 200	0,68	56,5	9,7	33,8	Sable limoneux
PA-5	100 à 200	0,76	57,4	9,6	33,0	Sable limoneux
PA-6	100 à 200	0,68	71,6	4,3	24,2	Sable limoneux
PA-7	200 à 500	0,50	52,7	10,8	36,5	Sable limoneux
PA-8	200 à 500	0,45	64,1	8,3	27,6	Sable limoneux
PA-9	200 à 500	0,58	43,1	13,9	43,0	Sable limoneux
PA-10	500 à 1 000	0,82	30,3	14,4	55,3	Limon sableux
PA-11	500 à 1 000	1,09	43,1	13,2	43,6	Limon sableux
PA-12	500 à 1 000	1,49	20,3	12,5	67,2	Limon sableux
PA-13	1 000 à 1 500	1,19	28,6	10,0	61,3	Limon sableux
PA-14	1 000 à 1 500	2,70	0,3	19,9	79,8	Limon
PA-15	1 000 à 1 500	2,55	3,7	16,2	80,1	Limon
PA-16	1 500 à 2 000	2,39	5,1	15,9	79,0	Limon
PA-17	1 500 à 2 000	2,39	3,3	17,1	79,6	Limon
PA-18	1 500 à 2 000	2,38	3,8	16,7	79,6	Limon
PA-19	2 000 à 2 500	2,27	2,8	18,8	78,5	Limon
PA-20	2 000 à 2 500	2,39	1,5	20,9	77,6	Limon
PA-21	2 000 à 2 500	2,16	4,6	18,5	77,0	Limon
OA-1	>2 500	2,19	1,8	17,8	80,4	Limon
OA-2	>2 500	2,01	2,1	20,5	77,4	Limon
OA-3	>2 500	2,13	1,1	19,4	79,5	Limon
OA-4	>2 500	2,03	1,7	20,0	78,3	Limon
OA-5	>2 500	2,05	1,9	23,1	75,0	Silt argileux

NA = Zone côtière; OA = Zone offshore; PA = Zone du pipeline; COT = Carbone organique total.

En général, les concentrations de COT ont tendance à augmenter au fur et à mesure que la profondeur de l'eau et la distance par rapport aux côtes augmentent et au fur et à mesure que la taille des particules sédimentaires diminue. À quelques exceptions près, les stations présentant un pourcentage plus élevé de sable avaient des concentrations moindres de COT. Cette corrélation inverse entre la concentration de COT et le contenu sableux des sédiments a déjà été documentée le long d'un corridor de pipeline au large du Ghana (CSA International Inc., 2011) et pourrait être un artéfact des sédiments à texture plus grossière et à porosité et à perméabilité accrues (Tyson, 1995).

Les figures 6 et 7 sont des diagrammes ternaires illustrant les proportions relatives des principales composantes des sédiments (sable, limon et argile) provenant des stations d'échantillonnage de la zone côtière, de la zone offshore et de la zone du pipeline, respectivement. Selon la classification de Shepard (Shepard, 1954), tous les sédiments situés dans la zone côtière étaient du sable limoneux ceux de la zone offshore, du limon ou du silt argileux présentant une fraction de silt de $\geq$ 75 % **(tableau 4).**

La zone du pipeline traverse un différentiel de profondeurs de près de 2 500 m; par conséquent, la composition des sédiments en matière de granulométrie est assez variable. La majorité des stations plus profondes de la zone du pipeline (à des profondeurs de plus de 1 000 m) présentait des sédiments à texture fine classés comme du limon, de façon semblable à la zone offshore. La proportion de sables sédimentaires dans les stations de la zone du pipeline augmente au fur et à mesure que la profondeur diminue; les stations situées aux profondeurs les plus faibles (moins de 500 m) présentent des sédiments à texture plus grossière classés comme du sable silteux et semblable à la zone côtière.

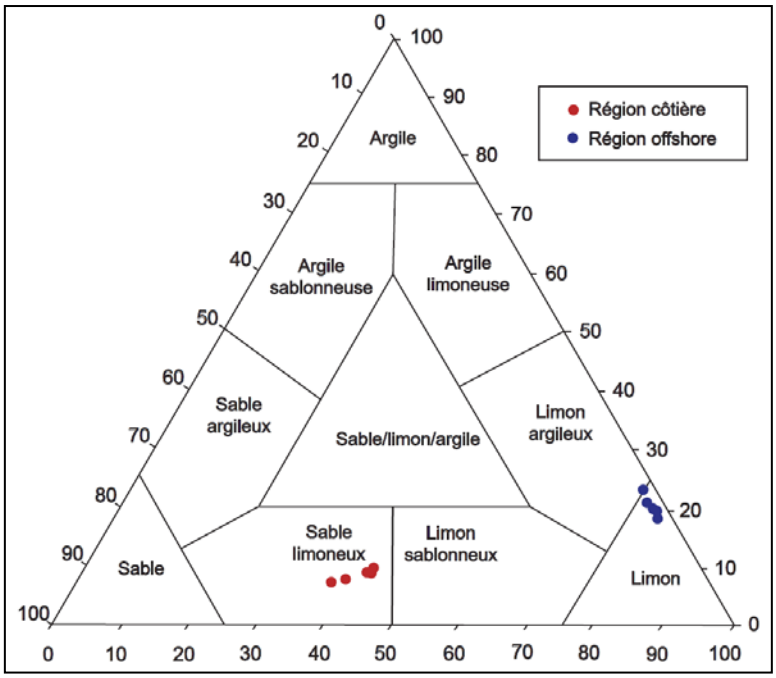


Figure 6 Diagramme ternaire des caractéristiques de la granulométrie de sédiments provenant des zones côtière et offshore

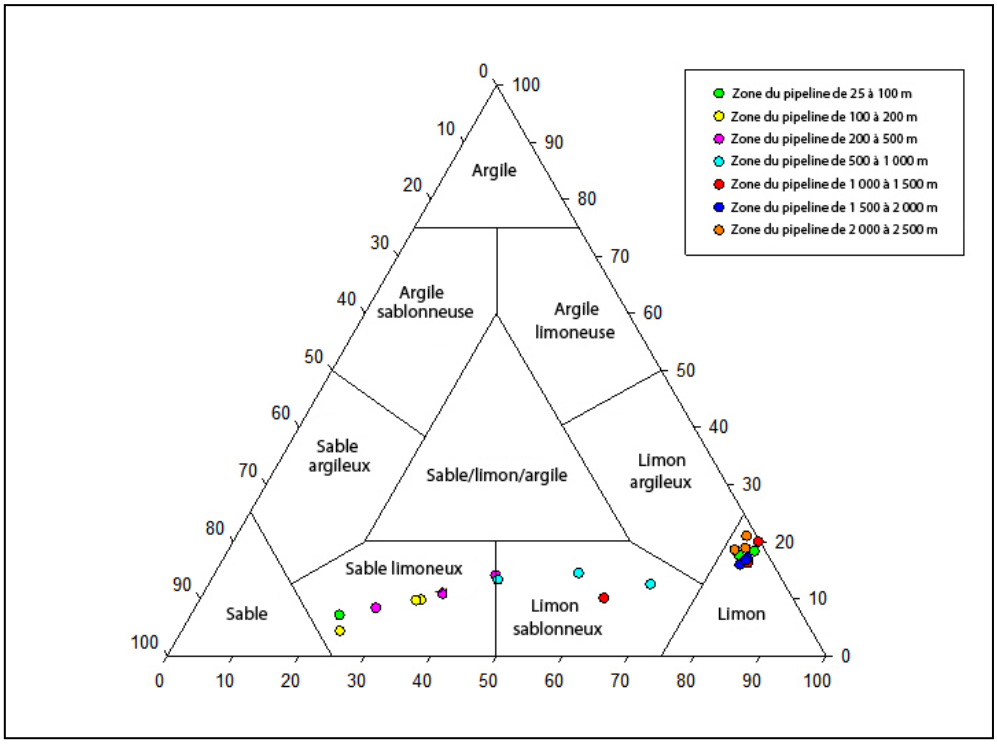


Figure 7 Diagramme ternaire de la granulométrie de sédiments provenant de la zone du pipeline

Métaux totaux

Les concentrations de métaux dans les sédiments prélevés aux stations d'échantillonnage de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique sont présentées dans le tableau 5; des données sommaires non traitées déclarées par le laboratoire d'analyse peuvent être fournies sur demande. Les concentrations de métaux dans les sédiments provenant des stations de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique et les statistiques sommaires (c.-à-d. moyenne ± écart-type) pour divers groupes de stations, par comparaison aux concentrations de l'ERL et de l'ERM, sont présentées dans le **tableau 5**. Plusieurs échantillons présentaient des teneurs en métaux sous les limites de détection; aux fins de la présentation sommaire de ces données, il a été estimé que l'échantillon aux teneurs non détectable avait une concentration égale à la moitié de la limite de détection (USEPA, 2000).

Les analytes de métaux comprennent les contaminants possibles associés aux activités gazières et pétrolières en zone offshore, les polluants prioritaires et les principaux indicateurs minéralogiques. La baryte (ou sulfate de baryum [$BaSO_4$]) est un agent alourdissant courant pour tous les types de fluides de forage utilisés dans l'industrie gazière et pétrolière. Par conséquent, le baryum (Ba) est un traceur important des fluides de forage qui pourraient être rejetés pendant les activités de forage en zone offshore. Comparativement aux sédiments marins, les barytes provenant des boues de forage commerciales peuvent contenir des concentrations élevées de plusieurs métaux, notamment le cadmium (Cd), le chrome (Cr), le cuivre (Cu), le mercure (Hg) et le plomb (Pb) qui, en plus de l'arsenic (As) et du nickel (Ni), sont tous des polluants prioritaires. L'aluminium (Al) et le fer (Fe) sont utiles pour interpréter les résultats relatifs aux concentrations de métaux, puisqu'ils sont de bons indicateurs du type de minerai présent dans les sédiments.

Tableau 5 Concentrations de métaux (mg kg^{-1} ou %) dans les sédiments prélevés aux stations d'échantillonnage de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique, avec leur moyenne ± leur écart-type, pour plusieurs strates de profondeurs au sein de la zone de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique.

Ces concentrations sont comparées à l'*effects range low* (ERL) et à l'*effects range median* (ERM) (Buchman, 2008). Les données inscrites en **caractères gras** représentant des concentrations supérieures à l'ERL; les valeurs inscrites en rouge sont supérieures à l'ERM.

Station (profondeur de l'eau (m))	Al (%)	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe (%)	Hg	Ni	Pb	V	Zn
Zone côtière (profondeur de < 25 m)												
NA-1 (23 m)	1,95	5,4	278	0,04	31,6	4,16	1,16	0,00425*	7,3	5,79	17,0	11,9
NA-2 (23 m)	2,32	**8,5**	285	0,08	50,6	7,00	1,30	0,00425*	12,9	9,27	29,4	20,4
NA-3 (22 m)	2,02	6,9	260	0,08	41,0	5,32	1,06	0,0047*	9,8	7,99	23,4	16,5
NA-4 (21 m)	2,22	8,0	268	0,06	48,2	6,27	1,14	0,00395*	11,4	9,37	27,3	18,4
NA-5 (22 m)	2,41	**9,7**	285	0,07	50,6	7,39	1,24	0,0065*	13,2	10,2	31,0	21,0
Moyenne ± écart-type	2,2 ± 0,2	7,7 ± 1,6	275 ± 11	0,07 ± 0,02	44,4 ± 8,2	6,0 ± 1,3	1,2 ± 0,1	0,005 ± 0,001	10,9 ± 2,4	8,5 ± 1,7	25,6 ± 5,6	17,6 ± 3,7
Zone du pipeline, stations PA-1 à PA-6 (profondeur de 25 à 200 m)												
PA-1 (51 m)	3,90	**12,4**	272	0,18	98,5	15,1	2,33	0,0027*	**29,1**	15,2	67,3	34,9
PA-2 (79 m)	5,70	**11,8**	209	0,24	**107**	18,0	3,34	0,015	**37,9**	12,3	70,0	39,1
PA-3 (96 m)	1,74	**12,9**	87,3	0,21	48,4	7,62	2,46	0,0058	**21,1**	5,50	30,7	27,5
PA-4 (135 m)	1,56	**11,2**	83,8	0,29	50,1	7,99	2,38	0,0070	20,0	4,85	29,8	34,7
PA-5 (119 m)	1,77	**15,0**	88,7	0,24	54,0	7,73	2,85	0,0062	**22,1**	5,11	35,0	35,5
PA-6 (126 m)	1,54	**9,9**	81,0	0,23	50,7	8,31	2,11	0,0068	**20,5**	5,21	31,9	33,3
Moyenne ± écart-type	2,7 ± 1,7	12,2 ± 1,7	137 ± 83	0,23 ± 0,04	68,1 ± 27,0	10,8 ± 4,6	2,58 ± 0,45	0,008 ± 0,004	25,1 ± 7,1	8,3 ± 4,5	44,1 ± 19,1	34,2 ± 3,8
Zone du pipeline, stations PA-7 à PA-12 (profondeur de 200 à 1 000 m)												
PA-7 (240 m)	1,86	**10,8**	88,8	0,08*	**82,7**	6,78	3,27	0,0034	17,8	6,36	31,5	43,5
PA-8 (290 m)	2,21	**15,5**	97,9	0,08*	**117**	7,23	4,26	0,0072	18,6	7,22	38,7	48,8
PA-9 (415 m)	2,77	**8,5**	164	0,22	**89,0**	11,8	2,59	0,0042	**24,9**	10,6	42,1	37,7
PA-10 (500 m)	3,87	**8,9**	241	0,22	**88,6**	16,8	2,27	0,0093	**35,2**	13,3	53,8	39,4
PA-11 (600 m)	2,66	**13,2**	177	0,08*	**104**	10,4	4,71	0,0014	**23,4**	10,9	51,3	44,5
PA-12 (850 m)	3,80	7,4	285	0,21	**81,9**	15,9	2,66	0,0022	**33,4**	13,1	50,8	40,7
Moyenne ± écart-type	2,9 ± 0,8	10,7 ± 3,1	176 ± 77	0,15 ± 0,08	93,9 ± 13,8	11,5 ± 4,23	3,29 ± 0,98	0,005 ± 0,003	25,6 ± 7,3	10,3 ± 2,9	44,7 ± 8,7	42,4 ± 4,0
Zone du pipeline, stations PA-13 à PA-21 et zone offshore (profondeur supérieure à 1 000 m)												
PA-13 (1 120 m)	3,49	7,8	261	0,22	**86,0**	19,0	2,09	0,0258	**37,6**	15,8	59,1	45,5
PA-14 (1 300 m)	6,06	**10,3**	410	0,28	**136**	32,5	3,4	0,0046*	**63,2**	21,8	86,8	72,6
PA-15 (1 400 m)	6,08	**8,2**	414	0,22	**112**	27,1	3,23	0,0316	**52,0**	17,1	70,7	60,7
PA-16 (1 600 m)	5,85	7,3	437	0,23	**107**	27,2	3,33	0,026	**51,0**	15,6	69,4	60,6
PA-17 (1 780 m)	6,50	7,2	461	0,26	**120**	30,3	3,37	0,028	**56,0**	17,4	76,8	67,4
PA-18 (1 880 m)	6,58	5,9	487	0,19	**93,8**	24,6	3,43	0,027	**44,5**	13,0	61,2	53,9
PA-19 (2 080 m)	6,50	6,7	492	0,25	**113**	30,4	3,42	0,030	**54,4**	16,2	74,1	66,0
PA-20 (2 250 m)	7,08	7,5	529	0,24	**133**	**36,2**	3,73	0,030	**63,7**	19,2	86,6	77,8

Station (profondeur de l'eau (m))	Al (%)	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe (%)	Hg	Ni	Pb	V	Zn
PA-21 (2 370 m)	7,33	6,3	534	0,18	**122**	33,3	3,77	0,032	**55,4**	16,4	77,8	70,5
OA-1 (2 530 m)	7,99	4,6	610	0,20	**107**	29,9	4,11	0,0633	**48,5**	14,5	70,4	65,6
OA-2 (2 660 m)	7,91	6,0	709	0,24	**137**	**39,1**	4,05	0,005*	**61,6**	19,9	94,0	83,8
OA-3 (2 660 m)	7,72	6,2	661	0,21	**140**	**39,6**	4,00	0,060	**63,5**	21,1	95,7	85,4
OA-4 (2 585 m)	7,73	5,1	597	0,17	**114**	32,4	3,95	0,026	**51,4**	16,1	77,3	68,9
OA-5 (2 580 m)	7,67	6,3	612	0,22	**128**	**35,9**	4,05	0,020	**58,0**	18,0	87,7	76,7
Moyenne ± écart-type	6,75 ± 1,20	6,81 ± 1,42	515 ± 118	0,22 ± 0,03	117,8 ± 16,3	31,25 ± 5,7	3,57 ± 0,53	0,03 ± 0,01	54,3 ± 7,6	17,3 ± 2,5	77,7 ± 11,3	68,2 ± 11,0
ERL	--	8,2	--	1,2	81	34	--	0,15	20,9	46,7	--	150
ERM	--	70	--	9,6	370	270	--	0,71	51,6	218	--	410

=* -calculé à l'aide de la moitié de la limite de détection (LD).
NA = Zone côtière; OA = Zone offshore; PA = Zone du pipeline; COT = Carbone organique total.

Les concentrations de métaux dans la zone d'étude de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique sont variables, et cette variabilité dépend probablement de la granulométrie des sédiments, de leur contenu en carbone organique et de leur composition minéralogique. Les concentrations élevées de métaux sont généralement associées aux aluminosilicates à grains fins (argiles) et les concentrations plus faibles, au sable quartzeux à grains grossiers. La concentration d'aluminium devrait évoluer de manière linéaire en fonction des concentrations des autres métaux lorsqu'il n'y a aucune influence anthropique (Trefry, 2003, 2013). Les concentrations moyennes de la plupart des métaux dans la zone de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique se situent sous les valeurs repère de l'ERL, exception faite de l'arsenic, du chrome, du cuivre et du nickel (**tableau 5**). La concentration de nickel dans les sédiments de certaines des stations en eau profonde (>1 000 m) était supérieure à la valeur repère de l'ERM (**tableau 5**). La fourchette supérieure des concentrations moyennes d'arsenic, de chrome, de cuivre et de nickel dans les sédiments en eau profonde dépasse les valeurs d'ERL pour l'arsenic, le chrome et le cuivre et dépasse la valeur de l'ERM pour le nickel.

Afin de déterminer si les concentrations de métaux observées sont anormales pour la région, une analyse régressive a été réalisée mettant en corrélation la concentration en pourcentage d'aluminium avec les concentrations des autres métaux pour évaluer la probabilité d'une influence provenant d'apports anthropiques. Il existe une corrélation linéaire entre les concentrations de métaux et celle de l'aluminium dans la zone d de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique; il est donc probable que ces concentrations soient représentatives des valeurs régionales ambiantes (**figures 8 à 11**). Les positions des courbes de régression sont fondées sur une distribution de la probabilité relativement à l'intervalle de prédiction de 99 %; la probabilité que les valeurs se trouvant dans l'intervalle de prédiction soient le fruit du hasard est inférieure à 1 %. Par conséquent, les valeurs propres aux stations qui ne font pas partie de l'intervalle de prédiction peuvent être considérées comme anormales par rapport à la variation naturelle prévue pour ces concentrations de métaux. L'étendue de l'intervalle de prédiction est une fonction du nombre d'échantillons. La taille des échantillons de sédiments prélevés pendant l'étude de l'état de référence du milieu biophysique est suffisante pour que ce type d'analyse de régression fournisse un degré élevé de certitude; toute valeur aberrante, située à l'extérieur de l'intervalle de prédiction de 99 %, serait considérée comme étant anormale. Les résultats de l'analyse régressive indiquent que les concentrations de métaux dans les sédiments prélevés dans le cadre de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique réflètent les conditions ambiantes à l'échelle régionale et ne posent pas de risque aux organismes marins et à l'écosystème marin général de la zone offshore.

Hydrocarbures

Les concentrations d'hydrocarbures dans les sédiments prélevés dans la zone d'étude de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique sont présentées dans le **tableau 6**; des données sommaires non traitées déclarées par le laboratoire d'analyse peuvent être fournies sur demande. Les hydrocarbures analysés dans les sédiments comprenaient des alcanes, les HPT, les matières organiques extractibles (MOE) et les HAP.

Les alcanes sont des hydrocarbures saturés de la gamme de carbones C9 à C40. Les alcanes sont une composante des HPT et sont considérés comme relativement non réactifs.

Les HPT sont un ensemble de plusieurs centaines de composés organiques provenant du pétrole brut. La valeur de HPT présentée ci-dessous représente la somme totale des hydrocarbures de pétrole extractibles de la gamme de carbones C9 à C40, de façon semblable au groupe des alcanes.

Les MOE sont un paramètre défini dans la pratique équivalent au contenu en pétrole et en graisses, ou représentant un indice de ce contenu.

Les HAP sont des composantes du pétrole brut et les HAP présents dans l'environnement marin se divisent en deux groupes, soit les HAP pétrogénétiques et les HAP pyrogènes. Les HAP

pétrogénétiques sont présents dans le pétrole et les produits pétroliers. Habituellement, la présence d'HAP pétrogénétiques dans des environnements offshore est associée à des suintements de pétrole, à des déversements de pétrole et aux rejets d'eau produits par les installations pétrolières offshore (Pampanin et Sydnes, 2013). Les HAP analysés dans les échantillons de sédiments prélevés pendant l'étude de l'état de référence du milieu biophysique comprennent 16 polluants prioritaires selon l'USEPA, présentés à l'**annexe C.** Les HAP font partie de la valeur de HPT.

Les données sommaires provenant de l'analyse des hydrocarbures dans les sédiments indiquent que les concentrations les plus faibles se trouvent dans la zone côtière et les concentrations les plus élevées dans les stations en eau profonde, soit à des profondeurs de plus de 1 000 m (**tableau 6**). Les concentrations moyennes d'alcanes pour la zone côtière et les stations en eau profonde étaient respectivement de $1,7 \pm 0,3$ µg g^{-1} et de $5,3 \pm 1,1$ µg g^{-1}.

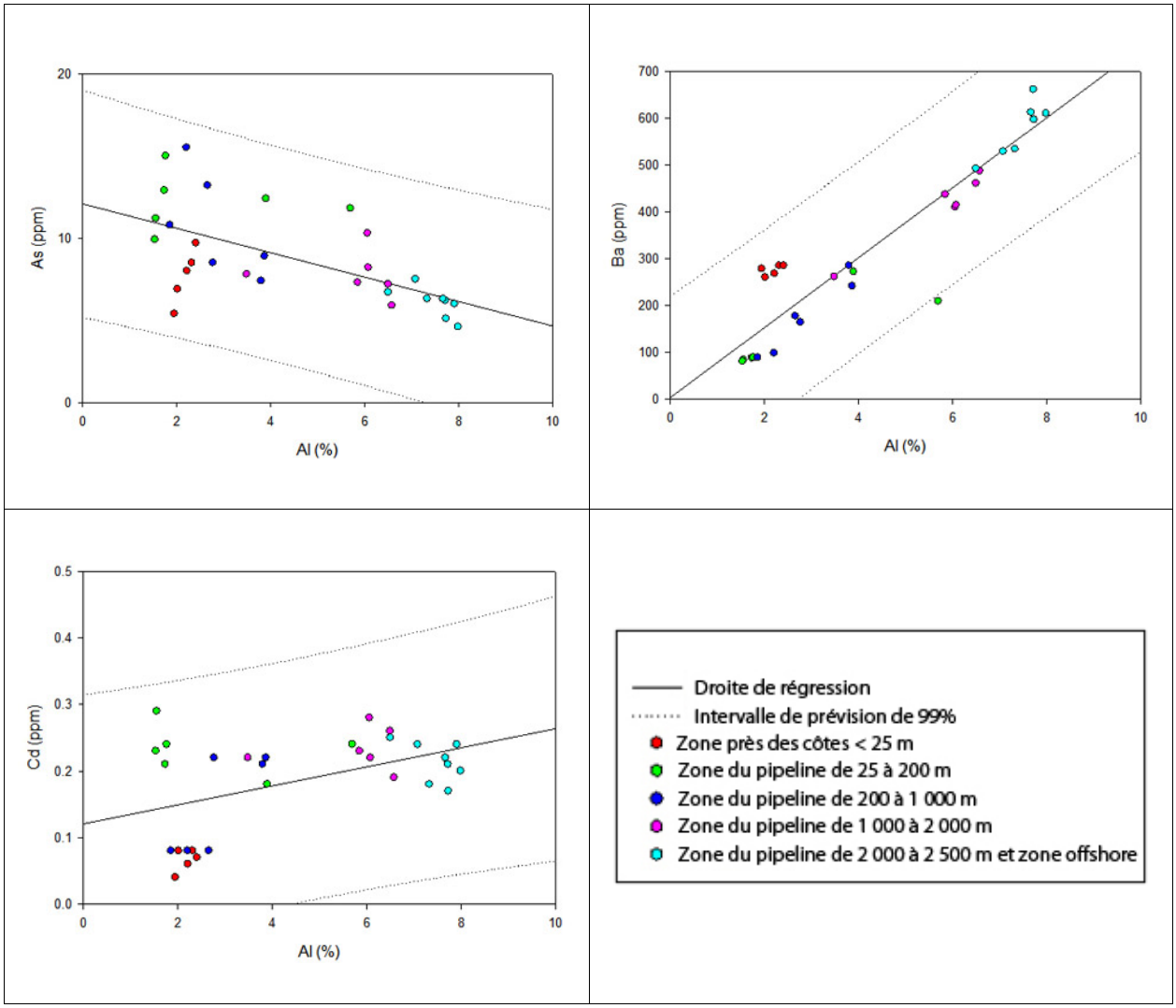


Figure 8 Régression linéaire de la relation entre la concentration d'aluminium (Al) en pourcentage et les concentrations en parties par million (ppm) d'arsenic (As), de baryum (Ba) et de cadmium (Cd).

Les valeurs propres aux stations qui ne font pas partie de l'intervalle de prédiction peuvent être considérées comme anormales par rapport à la variation naturelle prévue pour ces concentrations de métaux.

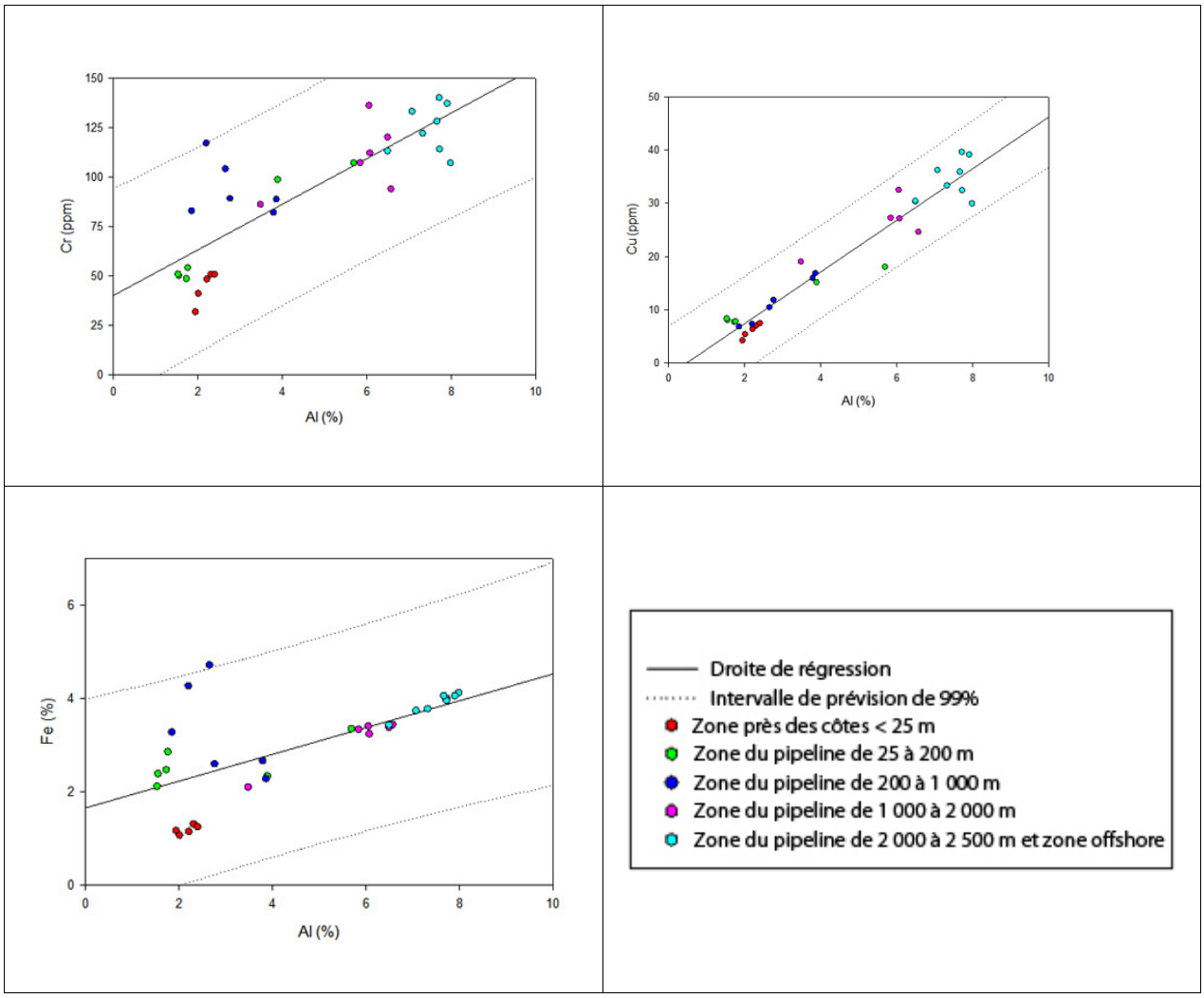


Figure 9 Régression linéaire de la relation entre la concentration d'aluminium (Al) en pourcentage et les concentrations en parties par million (ppm) de chrome (Cr), de cuivre (Cu) et de fer (Fe). Les valeurs propres aux stations qui ne font pas partie de l'intervalle de prédiction peuvent être considérées comme anormales par rapport à la variation naturelle prévue pour ces concentrations de métaux.

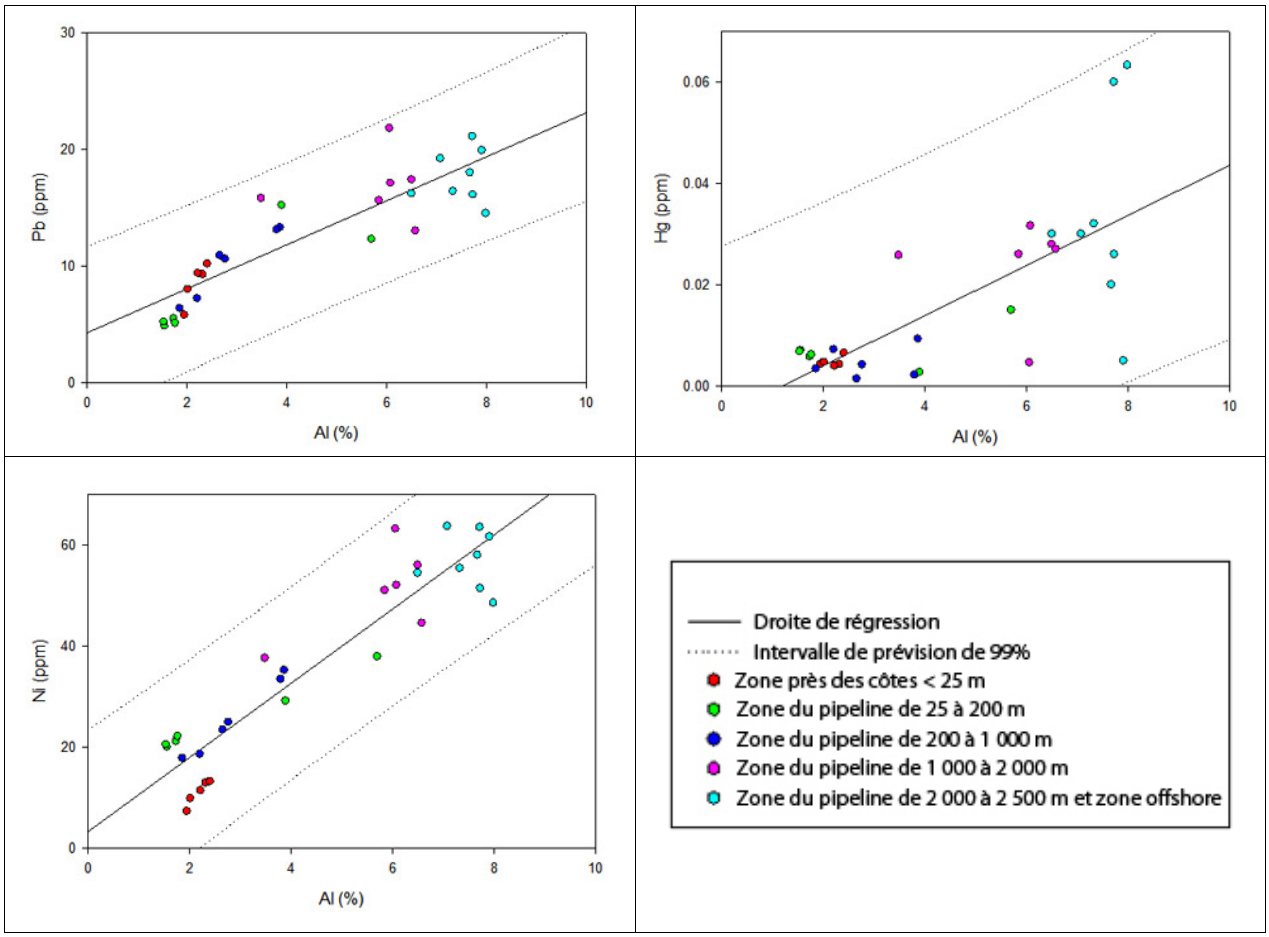


Figure 10 Régression linéaire de la relation entre la concentration d'aluminium (Al) en pourcentage et les concentrations en parties par million (ppm) de plomb (Pb), de mercure (Hg) et de nickel (Ni).

Les valeurs propres aux stations qui ne font pas partie de l'intervalle de prédiction peuvent être considérées comme anormales par rapport à la variation naturelle prévue pour ces concentrations de métaux.

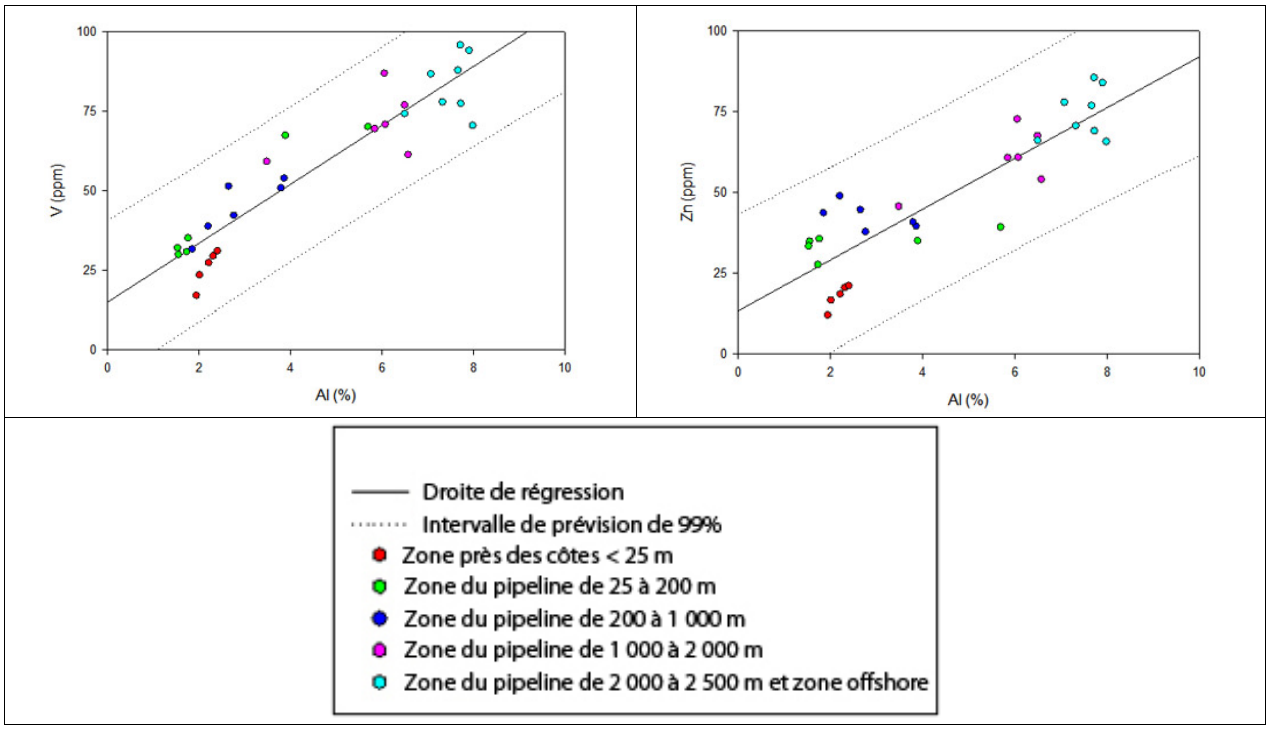


Figure 11 Régression linéaire de la relation entre la concentration d'aluminium (Al) en pourcentage et les concentrations en parties par million (ppm) de vanadium (V) et de zinc (Zn).

Les valeurs propres aux stations qui ne font pas partie de l'intervalle de prédiction peuvent être considérées comme anormales par rapport à la variation naturelle prévue pour ces concentrations de métaux.

Tableau 6 Concentrations d'hydrocarbures dans les sédiments, avec leur moyenne ± leur écart-type, pour plusieurs strates de profondeur dans la zone d'étude de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique

Station	Concentration totale d'alcanes (µg g $^{-1}$)	HPT (µg g $^{-1}$)	MOE (µg g $^{-1}$)	HAP (ng g $^{-1}$)
Zone côtière (profondeur de < 25 m)				
NA-1	2,2	13	62	12,3
NA-2	1,8	10	38	11,5
NA-3	1,4	8	28	10,1
NA-4	1,7	7	54	10,3
NA-5	1,3	6	50	8,35
Moyenne ± écart-type	**1,7 ± 0,3**	**8,8 ± 2,5**	**46,4 ± 12,0**	**10,5 ± 1,3**
Zone du pipeline, stations PA-1 à PA-6 (profondeur de 25 à 200 m)				
PA-1	3,3	19	118	39,2
PA-2	8,4	79	396	83,7
PA-3	1,8	15	88	25,2
PA-4	2,5	16	84	28,1
PA-5	2,7	19	116	28,3
PA-6	2,2	15	112	27,1
Moyenne ± écart-type	**3,5 ± 2,2**	**27,2 ± 23,2**	**152,3 ± 109,8**	**38,6 ± 20,7**
Zone du pipeline, stations PA-7 à PA-12 (profondeur de 200 à 1 000 m)				
PA-7	1,8	12	88	22,2
PA-8	1,8	12	74	18,0
PA-9	2,3	13	118	31,0
PA-10	2,6	19	128	35,6
PA-11	2,2	16	116	32,2
PA-12	3,3	40	198	55,8
Moyenne ± écart-type	**2,3 ± 0,9**	**18,7 ± 17,1**	**120,3 ± 67,8**	**32,5 ± 20,9**
Zone du pipeline, stations PA-13 à PA-21 et zone offshore (profondeur supérieure à 1 000 m)				
PA-13	3,2	32	144	60,5
PA-14	6,5	75	313	107
PA-15	6,2	81	310	108
PA-16	3,9	81	244	108
PA-17	5,0	60	244	90,8
PA-18	6,2	72	275	88,9
PA-19	6,2	68	224	84,1
PA-20	6,7	70	188	82,6
PA-21	6,1	55	161	74,1
OA-1	4,4	28	136	43,1
OA-2	6,0*	29*	178*	2 054*
OA-3	5,5	28	150	67,5
OA-4	4,8	25	127	45,6
OA-5	4,5	27	112	41,6
Moyenne ± écart-type	**5,3 ± 1,1**	**54,0 ± 21,7**	**202,2 ± 67,6**	**77,1 ± 23,2**

MOE = matières organiques extractibles; NA = Zone côtière; OA = Zone offshore; PA = Zone du pipeline; HAP = hydrocarbures aromatiques polycycliques; ÉT = écart-type; HPT = hydrocarbures pétroliers totaux.
* Un échantillon possiblement contaminé a été retiré des calculs de statistiques sommaires.

Les concentrations moyennes d'HPT pour la zone côtière et les stations en eau profonde étaient respectivement de 8,8 $\pm$ 2,5 µg g $^{-1}$ et de 54,0 $\pm$ 21,7 µg g $^{-1}$. Les concentrations relativement élevées d'HPT observées aux stations en eau profonde sont comparables aux valeurs observées au large du

Ghana dans des profondeurs un peu moindres (CSA, 2016). Les concentrations moyennes de MOE pour la zone côtière et les stations en eau profonde étaient respectivement de 46,4 $\pm$ 12,0 µg g^{-1} et de 202,2 $\pm$ 67,6 µg g^{-1}. Semblablement aux concentrations d'HPT, il y a une augmentation de 500 % des niveaux de MOE dans les stations en eau profonde par comparaison à celles de la zone côtière.

Les concentrations moyennes d'HAP mesurées dans la zone de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique variaient entre 10,5 ng g^{-1} (parties par milliard [ppb]) dans la zone côtière et 77,1 ng g^{-1} dans les stations en eau profonde (**tableau 6**). Les concentrations supérieures d'HAP observées aux stations en eau profonde sont comparables aux valeurs trouvées en zone offshore du Ghana dans des profondeurs légèrement moins grandes (CSA, 2016) ainsi que dans les eaux profondes de l'est de la mer Méditerranée (CSA, 2013). L'USEPA a dressé une liste de 16 HAP considérés comme étant des polluants prioritaires (Keith et Telliard, 1979). Aucun des échantillons de sédiments ne contenait d'HAP considéré comme un polluant prioritaire et dépassant la concentration de l'ERL, à l'exception de l'échantillon contaminé prélevé à la station 2 de la zone offshore; les niveaux de fluorène à cette station dépassaient l'ERL de 19 ppb. Le laboratoire responsable de l'analyse des hydrocarbures a indiqué que l'échantillon prélevé à la station 2 de la zone offshore était douteux, en raison d'une signature associée à du diesel dans les analyses des HAP.

Il n'existe aucune norme définie ni ligne directrice pour les alcanes, les HPT et les MOE/les niveaux totaux de pétrole et de graisses dans les sédiments marins. L'absence de normes établies pour les hydrocarbures est liée aux difficultés associées à la définition de normes pour des paramètres définis dans la pratique, qui varient selon l'endroit, les activités anthropiques, les suintements naturels d'hydrocarbures, et, le cas échant, selon la nature ou la composition des hydrocarbures.

3.1.2 Eau de mer

Matières en suspension

Les résultats relatifs aux matières en suspension sont présentés dans le **tableau 7**. Les matières en suspension sont un paramètre de la qualité de l'eau qui permet de caractériser ou d'évaluer les matières solides en suspension dans la colonne d'eau.

Tableau 7 Mesures des matières en suspension (MES)

Station	Plage de profondeurs	Profondeur de l'échantillon	MES (mg L^{-1})
NA-1	<25 m	Surface	7,8
		Près du fond	20,2
NA-2	<25 m	Surface	19,4
		Près du fond	3,3
NA-3	<25 m	Surface	9,6
		À mi-profondeur	19,6
		Près du fond	22,2
PA-1	De 25 m à 200 m	Surface	14,2
		À mi-profondeur	11,2
		Près du fond	17,2
PA-2	De 200 m à 1 000 m	Surface	13,6
		À mi-profondeur	14,6
		Près du fond	12,2
PA-3	De 1 000 m à 2 000 m	Surface	7,9
		À mi-profondeur	2,6
		Près du fond	4,2
OA-1	>2 500 m	Surface	2,6
		À mi-profondeur	2,5
		Près du fond	2,6

NA = Zone côtière; OA = Zone offshore; PA = Zone du pipeline.

Les substances prises en compte dans les mesures des MES comprennent le limon pouvant provenir de rejets, le plancton et les matières organiques produites par des animaux et des plantes morts ou en train de mourir. Une concentration élevée de MES peut avoir une incidence sur la clarté de l'eau et sur divers processus biologiques se produisant au sein de la colonne d'eau (p. ex. : photosynthèse et respiration). Des concentrations élevées de MES et les effets éventuels qui en découlent ne sont pas attendus dans un environnement de haute mer comme la partie offshore de la zone de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique.

Les niveaux de MES sont plutôt variables dans la zone de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique, tel que prévu, en raison de l'importante plage de profondeurs et du gradient de distance « par rapport à la côte ». Des niveaux accrus de MES ont été observés aux stations situées à des profondeurs de moins de 1 000 m; les valeurs de MES la plus élevée ont été notées aux stations de la zone côtière. Les niveaux de MES les plus faibles, qui étaient immédiatement au-dessus des limites de détection, ont été observés dans la zone offshore, caractérisée par une colonne d'eau claire relativement uniforme.

Métaux

Les échantillons d'eau de mer ont été analysés afin d'estimer les niveaux de métaux dissous et les niveaux totaux de métaux. Les niveaux totaux de métaux comprennent à la fois les métaux dissous dans l'eau et ceux présents dans les particules de la matrice d'eau. En haute mer, la fraction dissoute des métaux pourrait représenter une grande partie du niveau total de métaux. À titre de sous-ensemble du niveau total de métaux, la fraction dissoute est généralement considérée comme étant plus mobile et plus biodisponible. Comme la fraction dissoute est une meilleure représentation de la partie biologiquement active du métal, elle est considérée comme plus utile pour comprendre ses risques sanitaires possibles et les études propres à son évaluation et à ses effets.

Les résultats de l'analyse des métaux dissous dans l'eau de mer sont présentés dans le **tableau 8**; des données sommaires non traitées déclarées par le laboratoire d'analyse peuvent être fournies sur demande. Toutes les concentrations de métaux dissous ont été déclarées comme étant inférieures aux valeurs de référence des CCC (Buchman, 2008), exception faite du plomb dans les eaux de surface de la zone offshore. Ce résultat anormal découle probablement d'une contamination causée par une source inconnue. À part cette concentration exceptionnelle de plomb, les niveaux de tous les métaux sont relativement constants à l'échelle de la zone de l'étude de l'état de référence du milieu

biophysique. Le mercure dissous était indétectable et la concentration de vanadium était inférieure aux limites de détection dans la zone de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique. Les concentrations de cadmium, de chrome et de zinc dissous étaient très faibles, et inférieures aux limites de détection de la méthode d'analyse utilisée pour la plupart des stations d'échantillonnage de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique.

Les résultats de l'analyse des métaux totaux dans l'eau de mer sont présentés dans le **tableau 9**; des données sommaires non traitées déclarées par le laboratoire d'analyse peuvent être fournies sur demande. Les concentrations de métaux totaux et de métaux dissous sont très semblables, ce qui indique que la fraction de métaux dissous est prédominante dans l'eau de mer.

Bien que les valeurs observées de métaux totaux (**tableau 8**) soient inférieures à celles de la fraction dissoute de ces métaux (**tableau 9**), les résultats respectent la différence en pourcentage relatif (DPR) définie par le laboratoire d'analyse pour chacun des analytes de métaux. La DPR fournit un indice de la précision d'analyse pour les mesures d'échantillonnage de deux échantillons identiques; sa valeur a été établie à 20 %. Les résultats d'analyse pour les métaux totaux et dissous provenant d'une même station d'échantillonnage et respectant la DPR sont essentiellement identiques. Toutes les concentrations de métaux totaux observées sont inférieures aux valeurs de référence des CCC (Buchman, 2008) et sont relativement uniformes d'un bout à l'autre de la zone de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique. Le mercure était indétectable et les concentrations de vanadium étaient inférieures aux limites de détection de la méthode d'analyse utilisée. Les concentrations de cadmium, de chrome et de zinc dissous étaient très faibles, et inférieures aux limites de détection de la méthode d'analyse utilisée pour la plupart des stations d'échantillonnage de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique.

Tableau 8 Concentrations de métaux dissous dans l'eau de mer par profondeur d'échantillonnage, par comparaison aux valeurs de référence de toxicité des critères de concentration continue (CCC).

Les valeurs sont exprimées en µg L^{-1}, sauf pour le mercure (Hg). La valeur indiquée en **caractères gras** est un résultat anormal qui découle probablement d'une contamination causée par une source inconnue.

Station	Plage de profondeurs	Profondeur	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg (ng L^{-1})	Ni	Pb	V	Z
NA-1	<25 m	Surface	1,26	13,90	< 0,003	< 0,03	0,26	ND	0,26	0,04	< 0,4	0,58
		Fond	1,36	12,10	< 0,003	< 0,03	0,31	ND	0,29	0,04	< 0,4	0,92
NA-2	<25 m	Surface	1,32	13,20	< 0,003	< 0,03	0,25	ND	0,26	0,03	< 0,4	0,66
		Fond	1,35	10,40	< 0,003	< 0,03	0,20	ND	0,24	0,02	< 0,4	0,68
NA-3	<25 m	Surface	1,28	10,00	< 0,003	< 0,03	0,25	ND	0,23	0,03	< 0,4	< 0,07
		Milieu	1,34	8,20	< 0,003	< 0,03	0,19	ND	0,25	0,02	< 0,4	< 0,07
		Fond	1,23	7,70	< 0,003	< 0,03	0,14	ND	0,22	0,04	< 0,4	0,52
PA-1	De 25 m à 200 m	Surface	1,10	17,00	< 0,003	< 0,03	0,23	ND	0,22	0,04	< 0,4	< 0,07
		Milieu	1,27	12,30	< 0,003	< 0,03	0,22	ND	0,27	0,02	< 0,4	< 0,07
		Fond	1,52	8,30	< 0,003	< 0,03	0,25	ND	0,23	0,03	< 0,4	< 0,07
PA-2	De 200 m à 1 000 m	Surface	1,45	9,50	< 0,003	< 0,03	0,23	ND	0,27	0,04	< 0,4	< 0,07
		Milieu	1,30	8,10	0,040	< 0,03	0,15	ND	0,30	< 0,004	< 0,4	< 0,07
		Fond	1,36	8,80	0,051	< 0,03	0,14	ND	0,35	0,02	< 0,4	< 0,07
PA-3	De 1 000 m à 2 000 m	Surface	1,26	10,50	< 0,003	< 0,03	0,22	ND	0,21	0,04	< 0,4	< 0,07
		Milieu	1,43	9,40	0,055	< 0,03	0,23	ND	0,36	0,02	< 0,4	< 0,07
		Fond	1,38	11,50	0,039	< 0,03	0,22	ND	0,34	0,05	< 0,4	< 0,07
OA-1	>2 500 m	Surface	1,45	9,60	0,058	0,23	0,22	ND	0,44	**1,12**	< 0,4	< 0,07
		Milieu	1,43	10,40	0,054	0,20	0,19	ND	0,38	0,07	< 0,4	< 0,07
		Fond	1,43	8,80	0,023	< 0,03	0,24	ND	0,25	0,03	< 0,4	< 0,07
Valeur du CCC			36	200 BC	8,8	50[1]	3,1	8,1	50 BC	0,94	8,2	81

As = arsenic; Ba = baryum; BC = Lignes directrices sur la qualité de l'eau de la Colombie-Britannique, tirées de Buchman (2008); Cd = cadmium; Cr = chrome; Cu = cuivre; Hg = mercure; NA = zone côtière; ND = non détecté, valeur inférieure à la limite de détection; Ni = nickel; OA = zone offshore; PA = zone du pipeline; Pb = plomb; V = vanadium; Zn = zinc.
[1] Valeur de CCC propre à l'acide chromique.

Tableau 9 Concentrations de métaux totaux dans l'eau de mer par profondeur d'échantillonnage, par comparaison aux valeurs de référence de toxicité des critères de concentration continue (CCC).

Les valeurs sont exprimées en µg L^{-1}, sauf pour le mercure (Hg).

Station	Plage de profondeurs	Profondeur	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg (ng L^{-1})	Pb	Ni	V	Zn
NA-1	<25 m	Surface	1,31	9,20	< 0,003	0,28	0,27	ND	0,15	0,29	< 0,4	0,71
		Fond	1,38	12,60	< 0,003	0,37	0,33	ND	0,12	0,35	< 0,4	0,79
NA-2	<25 m	Surface	1,34	7,00	< 0,003	0,26	0,30	ND	0,05	0,26	< 0,4	0,51
		Fond	1,30	8,60	< 0,003	0,39	0,26	ND	0,07	0,30	< 0,4	0,60
NA-3	<25 m	Surface	1,39	8,30	< 0,003	0,28	0,24	ND	0,04	0,24	< 0,4	< 0,07
		Milieu	1,38	9,50	0,021	0,33	0,36	ND	0,06	0,31	< 0,4	0,51
		Fond	1,42	8,20	0,022	0,65	0,32	ND	0,10	0,39	< 0,4	0,61
PA-1	De 25 m à 200 m	Surface	1,12	10,20	< 0,003	< 0,03	0,26	ND	0,04	0,20	< 0,4	0,62
		Milieu	1,46	7,80	< 0,003	< 0,03	0,18	ND	0,02	0,21	< 0,4	< 0,07
		Fond	1,57	7,30	< 0,003	0,21	0,17	ND	0,04	0,29	< 0,4	0,79
PA-2	De 200 m à 1 000 m	Surface	1,42	14,00	< 0,003	0,21	0,22	ND	0,07	0,25	< 0,4	1,27
		Milieu	1,44	7,60	0,044	0,21	0,24	ND	0,06	0,35	< 0,4	0,77
		Fond	1,41	10,30	0,052	0,24	0,29	ND	0,08	0,38	< 0,4	0,98
PA-3	De 1 000 m à 2 000 m	Surface	1,31	11,70	0,023	< 0,03	0,20	ND	0,03	0,26	< 0,4	< 0,07
		Milieu	1,27	7,60	0,051	< 0,03	0,14	ND	0,02	0,37	< 0,4	< 0,07
		Fond	1,32	8,10	0,037	0,20	0,21	ND	0,03	0,35	< 0,4	< 0,07
OA-1	>2 500 m	Surface	1,33	11,60	< 0,003	0,21	0,20	ND	0,12	0,20*	< 0,4	< 0,07
		Milieu	1,36	7,70	0,051	0,21	0,31	ND	0,78	0,36	< 0,4	1,80
		Fond	1,34	10,90	0,036	0,20	0,16	ND	0,05	0,33	< 0,4	< 0,07
Valeur du CCC			36	200 BC	8,8	50[1]	3,1	8,1	50 BC	0,94	8,2	81

As = arsenic; Ba = baryum; BC = Lignes directrices sur la qualité de l'eau de la Colombie-Britannique, tirées de Buchman (2008); Cd = cadmium; Cr = chrome; Cu = cuivre; Hg = mercure; NA = zone côtière; ND = non détecté, valeur inférieure à la limite de détection; Ni = nickel; OA = zone offshore; PA = zone du pipeline; Pb = plomb; V = vanadium; Zn = zinc.

[1] Valeur de CCC propre à l'acide chromique.

Hydrocarbures

Les résultats de l'analyse des hydrocarbures dans l'eau de mer sont présentés dans le **tableau 10**; des données sommaires non traitées déclarées par le laboratoire d'analyse peuvent être fournies sur demande.

Tableau 10 Concentrations d'hydrocarbures dans l'eau de mer, par profondeur d'échantillonnage. Les valeurs sont exprimées en µg L^{-1}, sauf pour les HAP totaux.

Station	Plage de profondeurs	Profondeur	Alcanes totaux	HPT	MOE	HAP totaux (ng L^{-1})
NA-1	<25 m	Surface	ND	< 15,854	293	39,9
		Fond	ND	< 13,83	287	41,1
NA-2	<25 m	Surface	ND	< 13,402	371	37,4
		Fond	ND	< 14,286	264	39,3
NA-3	<25 m	Surface	ND	< 13,402	247	34,0
		Milieu	ND	< 13,265	153	40,3
		Fond	ND	< 13	270	29,2
PA-1	De 25 m à 200 m	Surface	ND	< 13	294	50,9
		Milieu	ND	< 13	683	44,3
		Fond	ND	< 13,265	31	32,3
PA-2	De 200 m à 1 000 m;	Surface	ND	< 13	29	40,1
		Milieu	ND	< 13	210	38,9
		Fond	ND	< 13	240	36,6
PA-3	De 1 000 m à 2 000 m	Surface	ND	< 13	210	41,5
		Milieu	ND	< 13,131	212	33,8
		Fond	ND	< 13	270	42,1
OA-1	>2 500 m	Surface	ND	< 13,131	333	43,7
		Milieu	ND	< 13,684	253	33,8
		Fond	ND	< 13,542	94	25,0

MOE = matières organiques extractibles; NA = zone côtière; ND = non détecté, valeur considérée comme inférieure à la limite de détection; OA = zone offshore; HAP = hydrocarbures aromatiques polycycliques; PA = zone du pipeline; HPT = hydrocarbures pétroliers totaux.

Les concentrations d'alcanes seuls dans les échantillons prélevés étaient inférieures aux limites de détection de la méthode utilisée, et ce, à toutes les stations d'échantillonnage de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique, ainsi la concentration totale d'alcanes n'a pu être calculée. Les concentrations d'HPT étaient faibles partout dans la zone de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique, et un certain nombre d'échantillons distincts de HPT ont été qualifiés par le laboratoire d'analyse comme présentant des valeurs inférieures à la limite de détection (c.-à-d. sous la limite de détection de la méthode d'analyse utilisée). Bien que les niveaux de MOE étaient variables, allant de 31 à 683 µg L^{-1}, les concentrations totales d'HAP étaient relativement uniformes dans la zone de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique, et variaient de 25 à 43,7 ng L-1. Les concentrations totales d'HAP observées dans la zone de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique étaient bien inférieures aux concentrations moyennes d'HAP observées aux stations de référence située au large du Ghana (CSA, 2016). Il n'existe aucune valeur de référence de toxicité acceptée internationalement pour les HPT ou les HAP totaux.

3.2 PROFILS HYDROGRAPHIQUES

Des profils représentatifs sont présentés pour la zone côtière (à des profondeurs de moins de 25 m; **figure 12**), pour la zone du pipeline (à des profondeurs inférieures à 1 000 m; **figure 13**) et pour la zone offshore (à des profondeurs supérieures à 2 500 m; **figure 14**). Une mauvaise tension à la sonde pendant la collecte des données de profils hydrographiques a empêché la présentation de valeurs de saturation en pourcentage et de concentration d'OD.

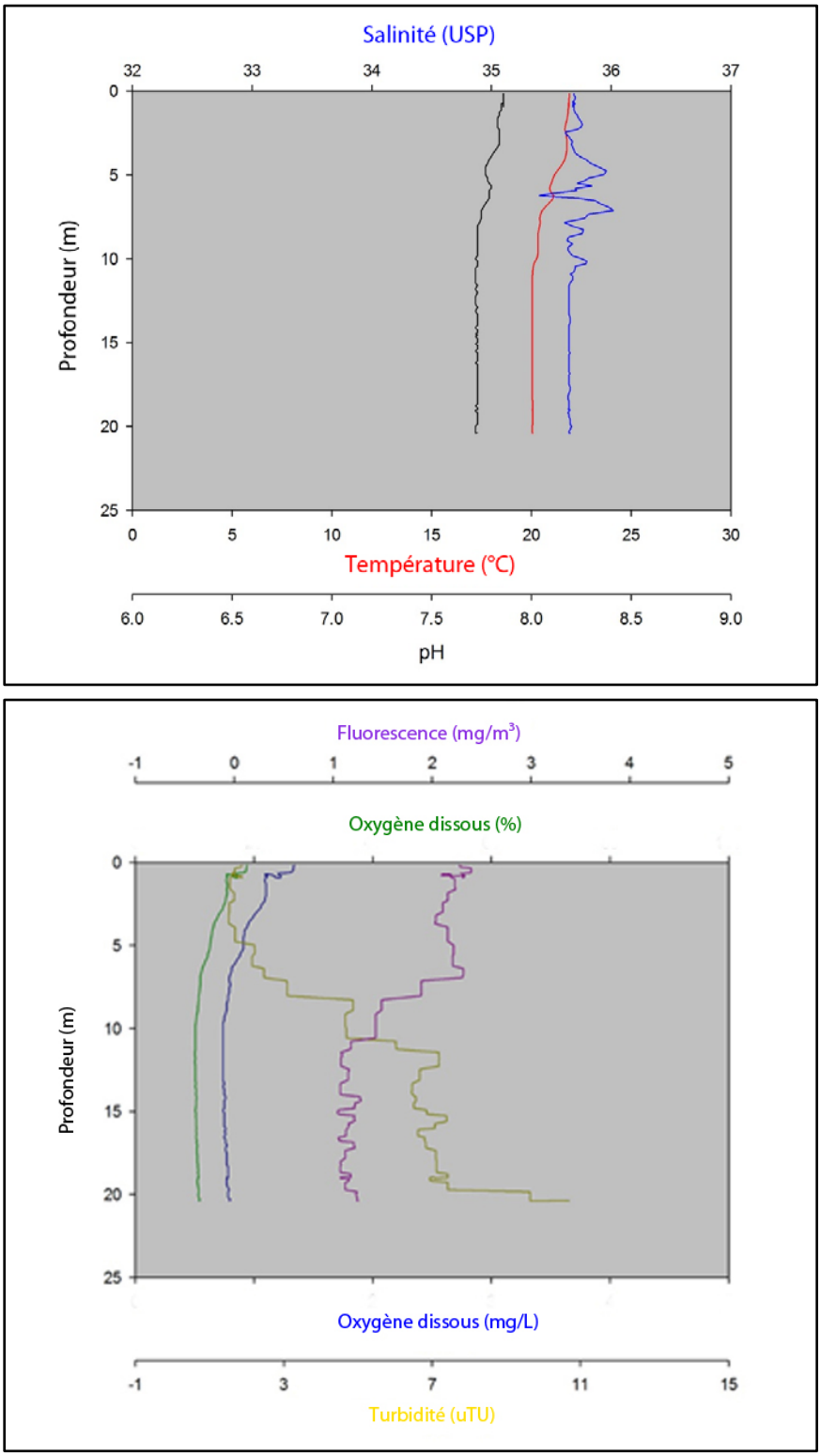


Figure 12 Profils de la colonne d'eau relativement à la température, la salinité, le pH, la fluorescence, la turbidité et l'oxygène dissous (concentration et saturation) pour la zone côtière à des profondeurs de <25 m

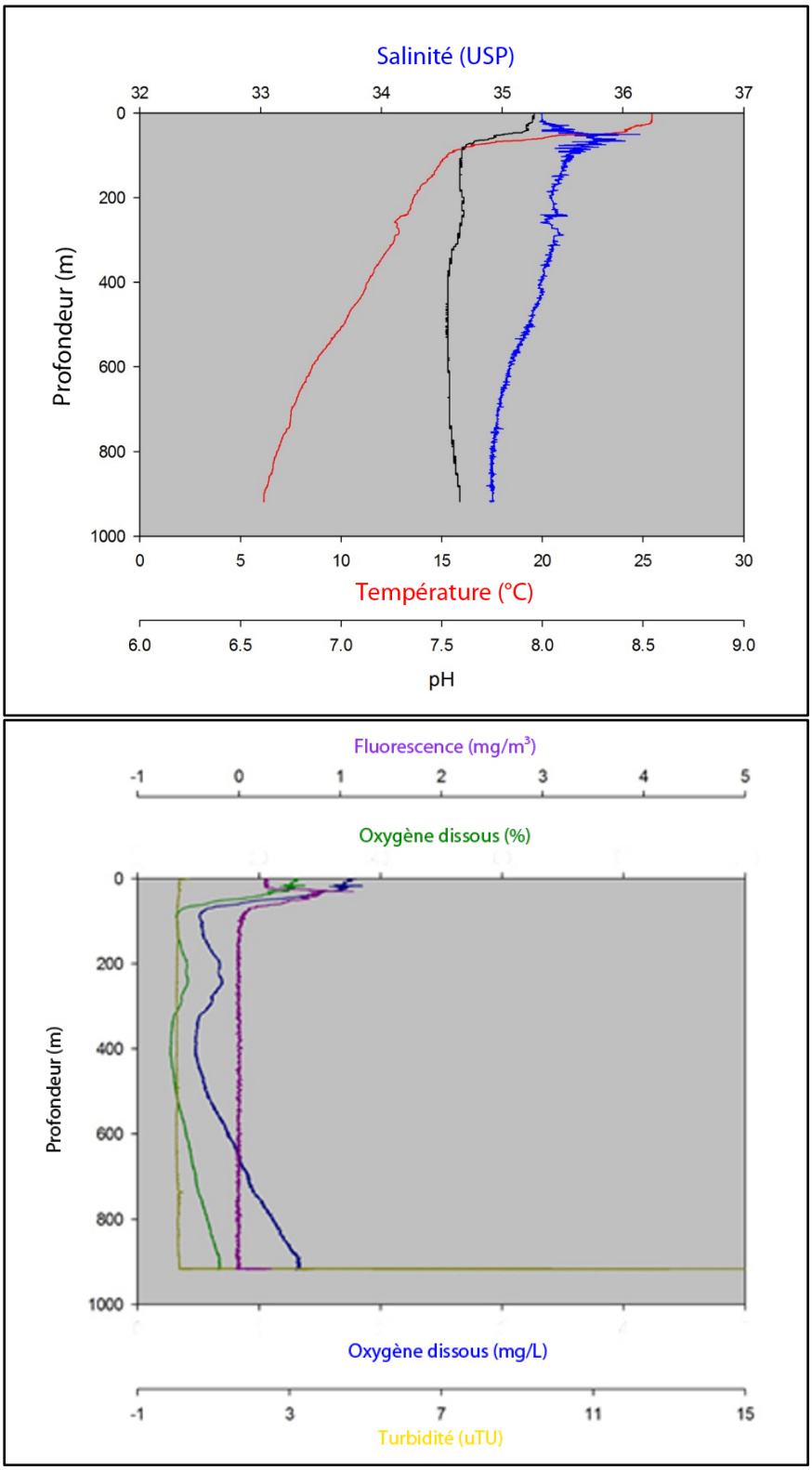


Figure 13 Profils de la colonne d'eau relativement à la température, la salinité, le pH, la fluorescence, la turbidité et l'oxygène dissous (concentration et saturation) pour la zone du pipeline à des profondeurs de <1 000 m

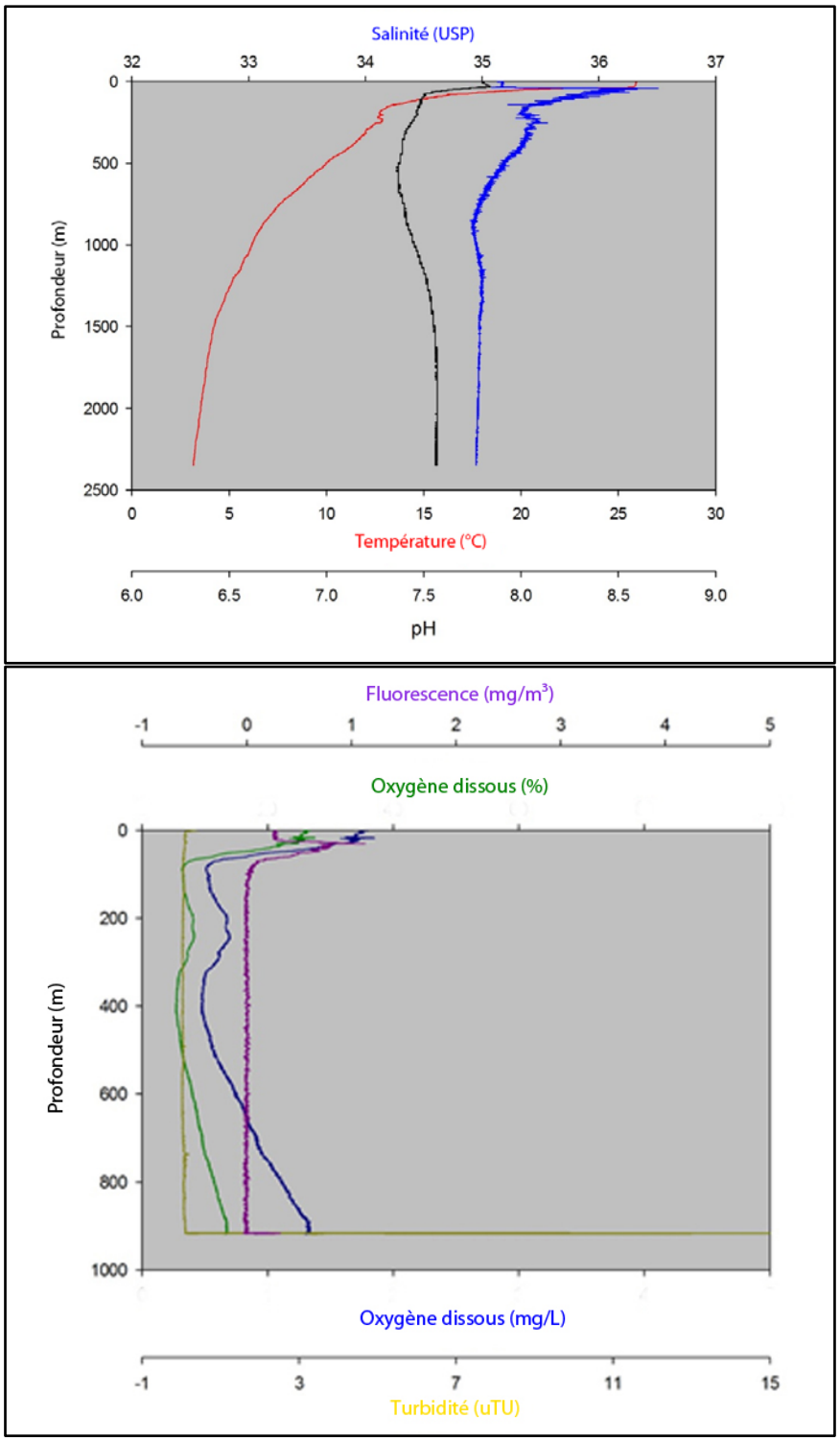


Figure 14 Profils de la colonne d'eau relativement à la température, la salinité, le pH, la fluorescence, la turbidité et l'oxygène dissous (concentration et saturation) pour la zone offshore à des profondeurs de <2 500 m

Les profils de la colonne d'eau dans la zone côtière présentaient des conditions de température, de salinité, de pH et d'OD relativement uniformes. Le signal de fluorescence et la turbidité sont indirectement corrélés avec la fluorescence décroissante associée à l'augmentation de la turbidité. Il y a une hausse notable de la turbidité à une profondeur d'environ 5 m, ce qui diminue ainsi la pénétration de la lumière et le signal de fluorescence.

Les profils de la colonne d'eau aux emplacements plus profonds (**figures 13 et 14**) sont semblables. Le pH variait d'environ 7,5 à moins de 8. La turbidité, avec un signal négligeable, était extrêmement faible et relativement constante partout dans la colonne d'eau. La fluorescence présentait un signal maximal à une profondeur d'environ 50 m; cette fluorescence était limitée à la partie supérieure de la zone euphotique, et il n'y avait aucun signe de fluorescence à des profondeurs supérieures à environ 80 m. Une thermocline distincte peu profonde était présente sous environ 20 m de profondeur. La température de l'eau dans la thermocline chutait brusquement de plus de 25 °C à moins de 15 °C à une profondeur d'environ 90 m. La température de l'eau diminuait de manière constante sous la thermocline, et ses valeurs minimales étaient d'environ 5 °C (**figure 13**) et inférieures à 5 °C (**figure 14**).

La plage de températures de l'eau et la trajectoire des profils étaient uniformes dans la partie plus profonde de la zone d'étude de l'étude de l'état de référence du milieu biophysique. Une portion triangulaire d'eau de salinité moindre (<35 usp) a été observée à la surface, jusqu'à une halocline à une profondeur d'environ 35 m. Sous l'halocline, la salinité diminuait jusqu'à une valeur minimale de près de 35 usp, à une profondeur d'environ 700 m, sous laquelle la salinité demeurait relativement constante jusqu'aux profondeurs près du plancher océanique.

Les profils d'OD reflètent les processus de production primaire, de respiration et de minéralisation au sein de la colonne d'eau. Habituellement, en haute mer, l'OD atteint ses valeurs maximales près de la surface, là où la lumière du soleil permet d'obtenir les taux les plus élevés de production primaire (ce qui entraîne l'évolution de l'oxygène). L'OD est à son maximum non à la surface, mais juste sous la surface de l'eau, en raison des effets actiniques de la lumière du soleil sur la photosynthèse. Sous la couche mixte en surface, la diminution de la luminosité abaisse la production primaire, et la minéralisation des matières organiques entraîne la diminution de la concentration d'OD pour atteindre la valeur minimale en oxygène à une profondeur d'environ 350 m. L'OD diminue avec la profondeur, au fur et à mesure que les matières organiques provenant des couches de surface euphotiques productives sont minéralisées et que l'oxygène est consommé au cours de ce processus de minéralisation. Sous la valeur minimale d'OD, l'OD augmente graduellement avec la profondeur; dans la zone offshore, les niveaux d'OD près du plancher océanique dépassaient ceux observés à la surface (**figure 14**). Bien que les valeurs d'OD étaient erronées en raison d'une tension inadéquate à la sonde, il y a un degré élevé de certitude que les profils de saturation en pourcentage et la concentration d'OD sont exacts relativement aux tendances liées à la profondeur.

3.3 ENDOFAUNE

Les échantillons d'endofaune prélevés dans la zone côtière (n=5) et dans les sept strates de la zone du pipeline (n=3 x 7 strates = 21) ont été tamisés dans un filet à mailles de 0,5 mm. Les échantillons prélevés dans la zone offshore (n=5) ont été tamisés dans un filet à mailles de 0,3 mm. Les deux ensembles de données ont été analysés séparément. Des tailles différentes de tamis ont été utilisées parce qu'en général, les organismes d'endofaune vivant en eau profonde sont plus petits que ceux en eau moins profonde. Le processus avait pour objectif de traiter tous les échantillons prélevés à une profondeur supérieure à 1 000 m à l'aide d'un tamis de 300 microns. En raison d'une erreur de traitement, seuls les échantillons de la zone offshore ont été filtrés dans un tamis de 300 microns; ces échantillons sont considérés représentatifs de la communauté globale d'endofaune vivant en eau profonde. Les emplacements des stations dans la zone côtière, la zone du pipeline et la zone offshore sont respectivement présentés aux **figures 3 à 5**; les coordonnées des stations sont fournies à l'**annexe B**.

Des données relatives à tous les échantillons ont été utilisées pour décrire la composition de base de la structure endofaunique pour les sous-strates de sédiments se trouvant autour de la zone côtière, de la zone du pipeline et de la zone offshore. La structure de l'ensemble d'espèces d'endofaune a été caractérisée en fonction de la diversité des espèces, de leur abondance relative et de leur composition à l'échelle de la zone du projet.

Zone côtière

Cinq échantillons prélevés en zone côtière ont permis de dénombrer 1 753 individus et 70 taxa de sept embranchements différents. Les densités de l'endofaune au sein des cinq échantillons prélevés en zone côtière variaient entre 2 147 et 2 988 individus m^{-2}.

Les indices de diversité calculés pour les échantillons regroupés sont présentés dans le **tableau 11.**

Tableau 11 Indices de diversité et contribution en pourcentage des grands embranchements pour la zone côtière (<25 m) et les strates de profondeur dans la zone du pipeline.
La taille de l'échantillon pour la zone côtière était n=5; pour toutes les autres strates, n=3; tous les échantillons ont été tamisés à l'aide d'un filet à mailles de 0,5 mm.

Métrique	Strate de profondeur (m)							
	Zone côtière	Zone du pipeline						
	< 25	25-100	100-200	200-500	500-1 000	1 000 - 1 500	1 500 - 2 000	2 000 - 2 500
S	70	110	108	83	93	117	89	99
N	1 753	1 118	2 157	1 461	599	1 002	771	746
J'	0,78	0,80	0,78	0,69	0,84	0,74	0,84	0,83
H'	3,31	3,74	3,67	3,04	3,80	3,52	3,76	3,83
N_2	17,1	19,5	23,0	10,4	26,5	13,7	26,0	26,9

Le nombre total de taxa par échantillon variait de 39 à 56, avec une moyenne de 46,4. Le nombre total moyen d'individus était de 350,6 et variait entre 263 et 476. L'indice de diversité moyenne de Shannon-Weiner (H') avait une valeur moyenne de 3,12. La régularité moyenne (J') par échantillon était élevée (0,82), ce qui indique une abondance relative plutôt équitable par espèce. L'indice N_2 mesure la mesure dans laquelle un petit nombre de taxa individuels dominent les échantillons du point de vue de leur nombre.

Collectivement, les annélides, les arthropodes et les mollusques formaient plus de 91 % du nombre total d'individus dans les échantillons de la zone côtière. Les annélides étaient principalement représentés par des polychètes, et, dans une mesure beaucoup plus faible (moins de 1 % de l'abondance totale), par des vers oligochètes (classe des Clitellata). Les arthropodes étaient principalement représentés par les membres de la classe des malacostracés, qui comprend des crevettes, des crabes, des homards et d'autres crustacés (p. ex., des amphipodes, des isopodes, des tanaidacés, etc.) Parmi les mollusques, se trouvait des gastropodes, des bivalves et des scaphopodes. La contribution en pourcentage des différentes classes phylogéniques à l'abondance dans les échantillons prélevés dans la zone côtière (strate de <25 m) est illustrée à la **figure 15**.

Les dix taxa les plus abondants recensés dans la zone côtière représentaient 61,2 % du nombre total d'individus (1 753). Les trois espèces les plus abondantes comprenaient deux polychètes (*Scolopsis* sp. et *Magelona* sp.), ainsi que le crustacé de type crevette *Ogyrides rarispina* (**tableau 12**).

Zone du pipeline

Les indices de diversité pour les sept strates de profondeur au sein de la zone du pipeline sont présentés dans le **tableau 11**. Ces échantillons démontrent la présence de 7 854 individus appartenant à 279 taxa et huit embranchements. Les densités de l'endofaune au sein des échantillons prélevés dans la zone du pipeline variaient entre 808 et 6 906 individus m^{-2}.

Le nombre moyen de taxa par échantillon varie en fonction de la profondeur de l'eau. Le nombre moyen de taxa le plus faible (47,5) a été enregistré dans la strate de profondeur de 500 à 1 000 m, et le nombre moyen le plus élevé (75,0), dans la strate de 100 à 200 m de profondeur. Les nombres d'individus varient aussi considérablement entre les différentes strates de profondeur, mais en général, ils diminuent au fur et à mesure que la profondeur augmente (**tableau 11**). La diversité moyenne de Shannon (H') varie de 2,7 dans la strate de profondeur de 200 m à 500 m à 3,6 dans la strate de 2 000 m à 2 500 m. La régularité a sa valeur la plus basse (0,7) dans la strate de profondeur de 200 m à 500 m et la valeur la plus élevée (0,9) dans la strate de profondeur de 2 000 à 2 500 m. En général, l'infinité moyenne N diminue au fur et à mesure que la profondeur augmente, ce qui correspond à l'uniformité accrue et à la dominance numérique moindre de quelques taxa.

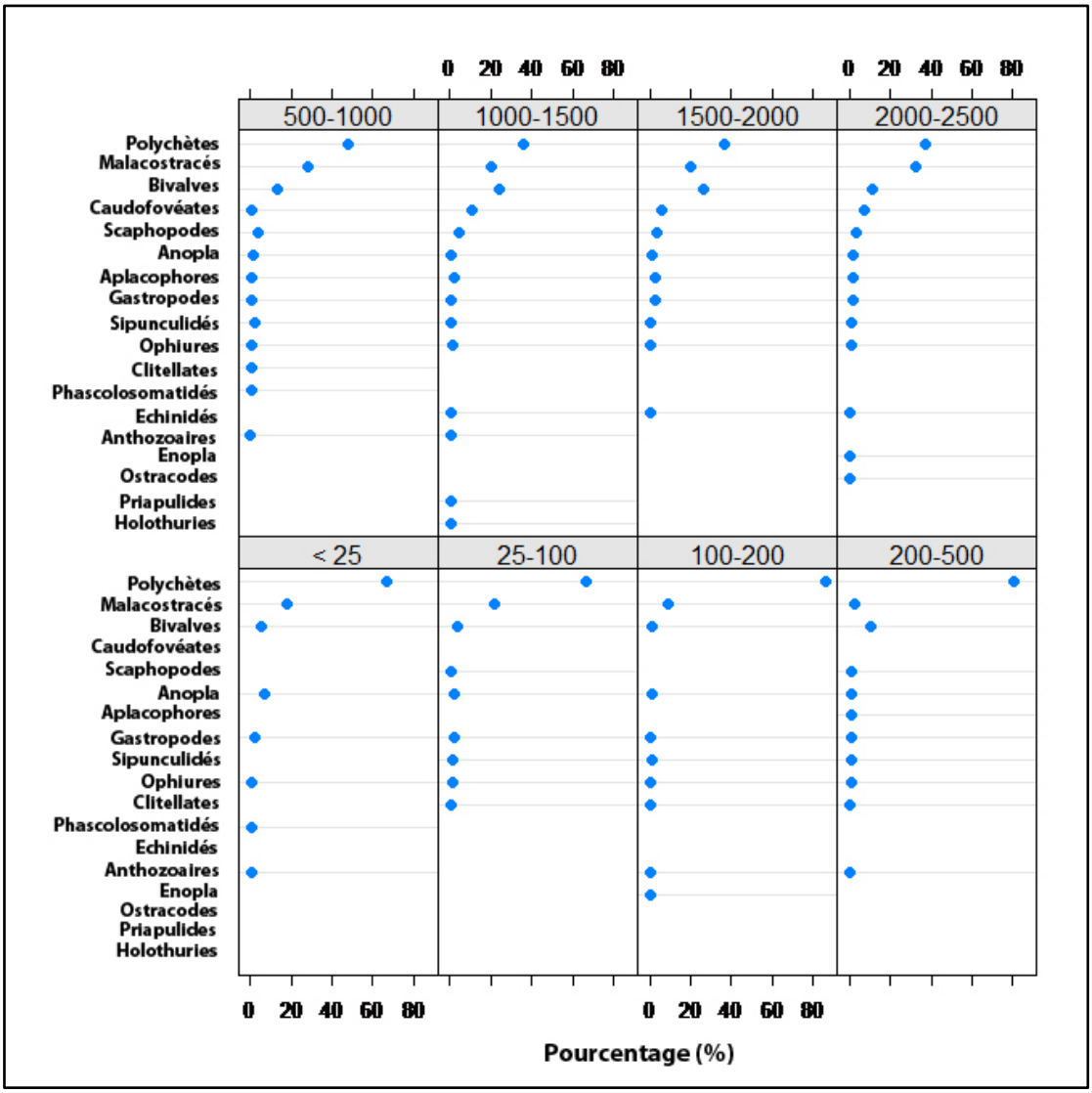


Figure 15 Abondance en pourcentage par classe phylogénique pour les échantillons de la zone côtière et des strates de la zone du pipeline

Tableau 12 Dix taxa les plus abondants pour la zone côtière (<25 m) et sept strates de profondeur au sein de la zone du pipeline.

La taille de l'échantillon pour la zone côtière était n=5; pour toutes les strates de la zone du pipeline, n=3; tous les échantillons ont été tamisés à l'aide d'un filet à mailles de 0,5 mm. Les données inscrites en **caractères gras** représentent le rang d'abondance (R) des dix taxa les plus présents pour chacun des emplacements d'échantillonnage (zone côtière et strates de la zone du pipeline).

Classe	Taxon	Strate de profondeur (m)																	
		Zone côtière		Zone du pipeline															
		< 25	R	25-100	R	100 - 200	R	200 - 500	R	500-1 000	R	1 000 - 1 500	R	1 500-2 000	R	2 000-2 500	R	Total	Fréq.
Polychètes	*Prionospio* sp.	**103**	**4**	**190**	**1**	**199**	**2**	**67**	**7**	**19**	**7**	13	--	**25**	**8**	**34**	**4**	650	8
Polychètes	*Aricidea* sp.	46	--	**28**	**9**	**226**	**1**	**144**	**3**	**37**	**4**	**18**	**8**	15	--	**32**	**5**	546	8
Polychètes	Cirratulidae	11	--	26	--	**151**	**4**	**74**	**6**	**17**	**9**	15	--	9	--	**22**	**8**	325	8
Polychètes	*Levinsenia* sp.	3	--	3	--	**72**	**9**	**79**	**5**	**40**	**2**	15	--	7	--	1	--	220	8
Polychètes	Tubulanidae	**88**	**6**	18	--	16	--	15	--	9	--	3	--	8	--	9	--	166	8
Polychètes	*Sigambra* sp.	**87**	**7**	2	--	1	--	3	--	1	--	4	--	1	--	1	--	100	8
Polychètes	*Spiophanes* sp.	2	--	2	--	16	--	16	--	**36**	**5**	13	--	5	--	3	--	93	8
Polychètes	*Notomastus* sp.	5	--	3	--	19	--	3	--	3	--	2	--	7	--	**24**	**7**	66	8
Bivalves	Thyasiridae	0	--	15	--	11	--	**138**	**4**	**39**	**3**	**198**	**1**	**92**	**1**	**49**	**3**	542	7
Malacostracés	*Ampelisca* sp.	**103**	**5**	12	--	49	--	17	--	**16**	**10**	**30**	**5**	1	--	0	--	228	7
Malacostracés	Paratanaoidea	0	--	1	--	31	--	1	--	**65**	**1**	**16**	**9**	**28**	**6**	17	--	159	7
Polychètes	*Aglaophamus lyrochaeta*	19	--	**46**	**5**	14	--	19	--	3	--	0	--	10	--	11	--	122	7
Polychètes	Heteromastus sp.	**80**	**9**	0	--	7	--	7	--	7	--	1	--	2	--	1	--	105	7
Polychètes	*Lumbrineris* sp.	0	--	2	--	26	--	4	--	8	--	6	--	2	--	**21**	**9**	69	7
Polychètes	*Ampharete* sp.	0	--	11	--	**83**	**7**	**150**	**2**	0	--	13	--	**25**	**9**	20	--	302	6
Malacostracés	*Harpinia* sp. 1 EcoA	0	--	1	--	8	--	0	--	**24**	**6**	**38**	**4**	**20**	**10**	20	--	111	6
Polychètes	*Spiochaetopterus* sp.	55	--	**93**	**2**	57	--	**27**	**10**	1	--	1	--	0	--	0	--	234	6
Polychètes	*Magelona* sp.	**221**	**2**	5	--	11	--	**32**	**9**	4	--	0	--	0	--	0	--	273	5
Polychètes	*Monticellina* sp.	22	--	4	--	**59**	**10**	**41**	**8**	1	--	0	--	0	--	0	--	127	5
Bivalves	*Cadulus* sp.	0	--	0	--	0	--	10	--	8	--	**16**	**10**	2	--	2	--	38	5
Caudofovéates	*Prochaetoderma* sp.	0	--	0	--	0	--	0	--	3	--	**104**	**3**	**46**	**3**	**53**	**2**	206	4
Polychètes	*Scoloplos* sp.	**230**	**1**	**46**	**4**	21	--	2	--	0	--	0	--	0	--	0	--	299	4
Polychètes	Fauveliopsidae	0	--	0	--	0	--	0	--	5	--	**123**	**2**	**29**	**5**	4	--	161	4
Scaphopodes	Dentaliida	0	--	0	--	0	--	0	--	8	--	**22**	**7**	16	--	6	--	52	4
Polychètes	Tachytrypane sp.	0	--	0	--	0	--	0	--	3	--	**30**	**6**	7	--	2	--	42	4
Polychètes	*Eunice* sp.	0	--	**34**	**7**	**160**	**3**	14	--	0	--	0	--	0	--	0	--	208	3
Polychètes	*Chone* sp.	0	--	**37**	**6**	**95**	**6**	4	--	0	--	0	--	0	--	0	--	136	3
Malacostracés	*Apseudopsis* sp.	0	--	**66**	**3**	0	--	0	--	**19**	**8**	2	--	0	--	0	--	87	3
Bivalves	*Saccella* sp.	0	--	0	--	0	--	0	--	1	--	0	--	**53**	**2**	**20**	**10**	74	3
Malacostracés	Desmosomatidae	0	--	0	--	0	--	0	--	0	--	16	--	**27**	**7**	**24**	**6**	67	3
Polychètes	*Eusyllis* sp.	4	--	4	--	**75**	**8**	0	--	0	--	0	--	0	--	0	--	83	3

Classe	Taxon	Strate de profondeur (m)																	
		Zone côtière		Zone du pipeline															
		< 25	R	25-100	R	100 - 200	R	200 - 500	R	500-1 000	R	1 000 - 1 500	R	1 500-2 000	R	2 000-2 500	R	Total	Fréq.
Bivalves	Veneridae	0	--	0	--	0	--	0	--	1	--	13	--	**43**	**4**	0	--	57	3
Polychètes	*Diopatra* sp.	3	--	**31**	**8**	3	--	0	--	0	--	0	--	0	--	0	--	37	3
Polychètes	*Paradiopatra* sp.	0	--	6	--	0	--	**347**	**1**	0	--	0	--	0	--	0	--	353	2
Polychètes	*Isolda* sp.	0	--	5	--	**107**	**5**	0	--	0	--	0	--	0	--	0	--	112	2
Polychètes	*Lysippe bipennata*	**85**	**8**	8	--	0	--	0	--	0	--	0	--	0	--	0	--	93	2
Malacostracés	Haploniscidae	0	--	0	--	0	--	0	--	0	--	1	--	0	--	**86**	**1**	87	2
Malacostracés	*Gammaropsis* sp.	0	--	**28**	**10**	15	--	0	--	0	--	0	--	0	--	0	--	43	2
Malacostracés	*Ogyrides rarispina*	**104**	**3**	0	--	0	--	0	--	0	--	0	--	0	--	0	--	104	1
Malacostracés	Anthuridae sp. 2 EcoA	**57**	**10**	0	--	0	--	0	--	0	--	0	--	0	--	0	--	57	1
Total des dix taxa les plus abondants		1 073		599		1 227		1 099		312		579		388		365		6 834	
Total		1 753		1 118		2 157		1 461		599		1 002		771		746		9 607	
Pourcentage (%)		61,2		53,6		56,9		75,2		52,1		57,8		50,3		48,9		71,1	

Fréq. = Fréquence d'apparition de l'espèce

Les vers polychètes, les crustacés (malacostracés) et les mollusques bivalves représentent en moyenne 88,1 % du nombre total d'individus aux stations de la zone du pipeline. La contribution en pourcentage de polychètes varie de 35,9 % dans la strate de profondeur de 1 000 m à 1 500 m à 85 % dans la strate de 200 m à 500 m. Le pourcentage de crustacés avait sa valeur la plus basse (2,9 %) dans la strate de profondeur de 200 m à 500 m et la valeur la plus élevée (32,3 %) dans la strate de profondeur de 2 000 à 2 500 m. Les dix taxa les plus abondants dans la strate variaient d'une strate à l'autre, mais certains, comme les polychètes *Prionospio* sp., *Aricidea* sp. et les Cirratulidae, sont présents dans la plupart des strates. D'autres taxa, notamment les mollusques Thyasiridae et *Prochaetoderma* sp étaient plus abondants dans les strates plus profondes (**tableau 12**). La contribution en pourcentage des différentes classes phylogéniques à l'abondance dans les échantillons prélevés dans les sept strates de la zone du pipeline est illustrée à la **figure 15**. La contribution relative de polychètes diminue au fur et à mesure que la profondeur augmente, alors que l'abondance des bivalves et des malacostracés augmente avec la profondeur.

Des analyses multivariables ont été utilisées pour comparer les abondances proportionnelles et la composition taxonomique des échantillons à l'échelle du gradient de profondeur qui s'étend de la zone côtière le long de la zone du pipeline jusqu'à des profondeurs de 2 500 m et comprend la zone côtière et la zone du pipeline. Les échantillons provenant de la zone côtière et de la zone du pipeline ont été combinés dans une matrice de données de 26 échantillons x 302 taxa qui a été convertie en une matrice d'association par le calcul de toutes les similitudes de Bray-Curtis entre les paires de différentes stations. Cette matrice d'association a fait l'objet d'une analyse de NMDS et d'une analyse topologique de la moyenne de groupe dans le but de repérer des tendances au sein des données. Cinq groupes-échantillons se sont formés au niveau de 30 % de similitude sur le dendrogramme. Deux de ces groupes (2 et 4) étaient des stations simples et distantes se situant respectivement dans la strate de profondeur de 25 à 100 m et de 1 000 à 1 500 m. Les trois autres groupes étaient formés de stations situées à des profondeurs élevées, moyennes et faibles. Le groupe associé à la strate en eau profonde comprenait 11 stations situées dans les quatre strates les plus profondes (de 500 à 1 000 m, de 1 000 à 1 500 m, de 1 500 à 2 000 m et de 2 000 à 2 500 m). Le groupe de profondeurs moyennes était formé de 7 échantillons provenant des strates de 200 à 500 m, de 100 à 200 m et de 25 à 100 m. Le groupe de faibles profondeurs comprenait les cinq échantillons de la zone côtière et un échantillon de la strate de 25 à 100 m de profondeur. Le schéma du NMDS (**figure 17**) corrobore l'analyse topologique en démontrant une tendance liée à la profondeur le long de l'axe horizontal (axe 1 du NMDS) avec les trois principaux groupes topologiques enveloppés de polygones.

L'analyse des espèces indicatrices des cinq groupes topologiques a révélé des taxa significatifs à titre d'indicateurs pour ces groupes (abondance et fréquence) ($p<0,05$, 1 000 permutations). Les résultats de l'analyse sont présentés dans le **tableau 13**.

Les caractéristiques relatives à la profondeur et au substrat (COT, % de sable, % d'argile et % de limon) étaient fortement intercorrélées entre les stations. Les relations entre le COT, le % de limon, le % d'argile, le % de sable et les axes du NMDS ont été représentées sous forme de diagramme de double projection (**figure 18**). Les flèches indiquent l'importance (longueur de la flèche) et la direction des corrélations. Les stations situées du côté droit du graphique présentent les niveaux de COT et de % de limon les plus élevés et sont situées dans les eaux les plus profondes, contrairement aux stations présentant des pourcentages supérieurs de sable, qui se trouvent dans des eaux peu profondes. Toutes ces variables sont corrélées avec la profondeur de l'eau.

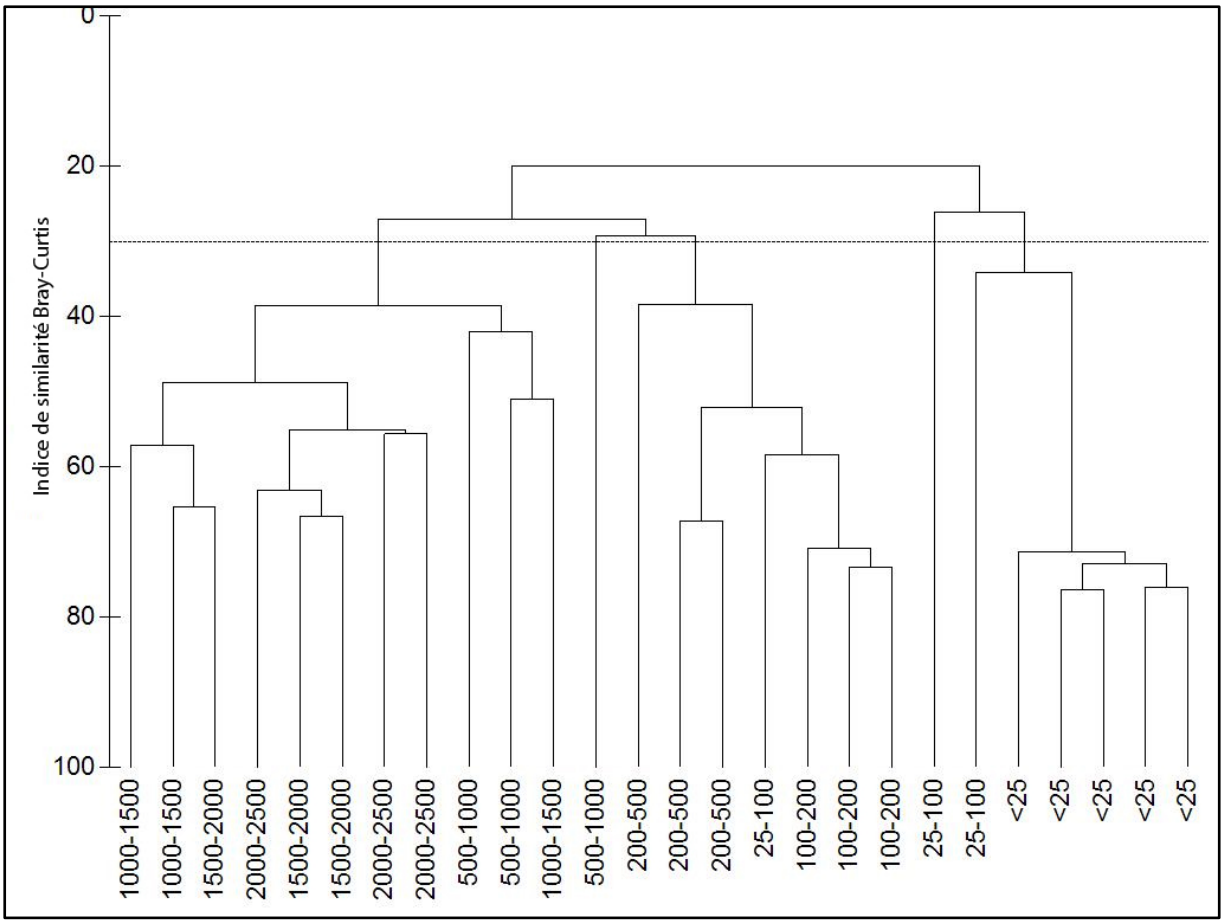


Figure 16 Analyse topologique des échantillons provenant de la zone côtière (<25 m) et des strates de la zone du pipeline.
La ligne horizontale représente une similitude de 30 %.

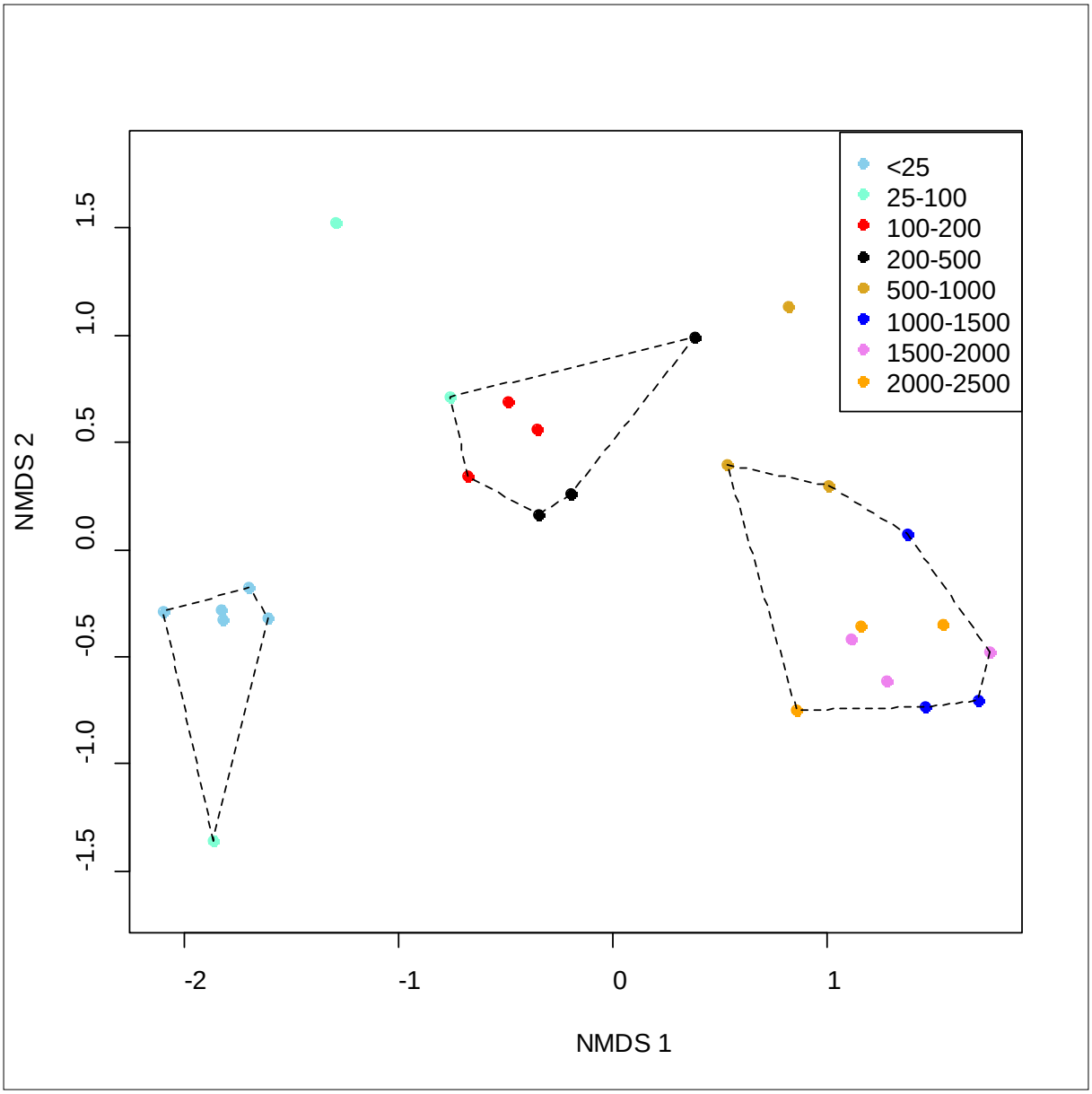


Figure 17 Diagramme d'ordination des échantillons provenant de la zone côtière et des strates de profondeur de la zone du pipeline.
Les polygones en pointillés enveloppent les groupes d'échantillons.

Tableau 13 Taxa présentant des valeurs significatives d'espèces indicatrices (p<0,05) pour les cinq groupes de stations (tous les échantillons ont été tamisés dans un filet à mailles de 0,5 mm).

Embranchement	Taxon	1	2	3	4	5	Valeur-p
Malacostracés	*Harpinia* sp. 1 EcoA	0,88	--	--	--	--	0,001
Caudofovéates	*Prochaetoderma* sp.	0,86	--	--	--	--	0,001
Malacostracés	*Collettea* sp.	0,82	--	--	--	--	0,039
Malacostracés	Desmosomatidae	0,82	--	--	--	--	0,002
Malacostracés	*Paranarthrura* sp.	0,82	--	--	--	--	0,002
Scaphopodes	Dentaliida	0,75	--	--	--	--	0,023
Malacostracés	*Pseudotanais* sp.	0,73	--	--	--	--	0,028
Polychètes	*Mediomastus* sp.	--	0,93	--	--	--	0,049
Malacostracés	Gammaridea	--	0,85	--	--	--	0,041
Malacostracés	Nannastacidae	--	0,72	--	--	--	0,022
Polychètes	*Ceratocephale* sp.	--	0,72	--	--	--	0,001
Polychètes	*Ninoe* sp.	--	0,62	--	--	--	0,002
Polychètes	*Lysippe* sp.	--	--	1,00	--	--	0,001
Polychètes	*Ampharete* sp.	--	--	0,87	--	--	0,001
Polychètes	*Chone* sp.	--	--	0,86	--	--	0,041
Polychètes	*Eunice* sp.	--	--	0,86	--	--	0,021
Polychètes	*Exogone* sp.	--	--	0,86	--	--	0,001
Polychètes	*Monticellina* sp.	--	--	0,76	--	--	0,002
Polychètes	*Aricidea* sp.	--	--	0,75	--	--	0,001
Siponcles	*Nephasoma* sp.	--	--	0,73	--	--	0,006
Polychètes	*Levinsenia* sp.	--	--	0,71	--	--	0,012
Polychètes	Cirratulidae	--	--	0,65	--	--	0,031
Polychètes	*Cirrophorus* sp.	--	--	0,64	--	--	0,003
Malacostracés	*Apseudopsis* sp.	--	--	--	0,97	--	0,007
Gastropodes	Cephalaspidea	--	--	--	0,88	--	0,007
Bivalves	Bivalves	--	--	--	0,76	--	0,026
Polychètes	*Lysippe bipennata*	--	--	--	--	1,00	0,001
Polychètes	Sternaspidae	--	--	--	--	0,95	0,001
Bivalves	*Pitar* sp.	--	--	--	--	0,94	0,001
Polychètes	*Scoloplos* sp.	--	--	--	--	0,93	0,001
Polychètes	*Glycinde kameruniana*	--	--	--	--	0,83	0,037
Malacostracés	*Ogyrides rarispina*	--	--	--	--	0,83	0,016
Mollusques	*Diplodonta* sp.	--	--	--	--	0,83	0,047
Mollusques	*Nassarius elatus*	--	--	--	--	0,83	0,039
Polychètes	*Oxydromus* sp.	--	--	--	--	0,75	0,002
Polychètes	*Sigambra* sp.	--	--	--	--	0,72	0,043

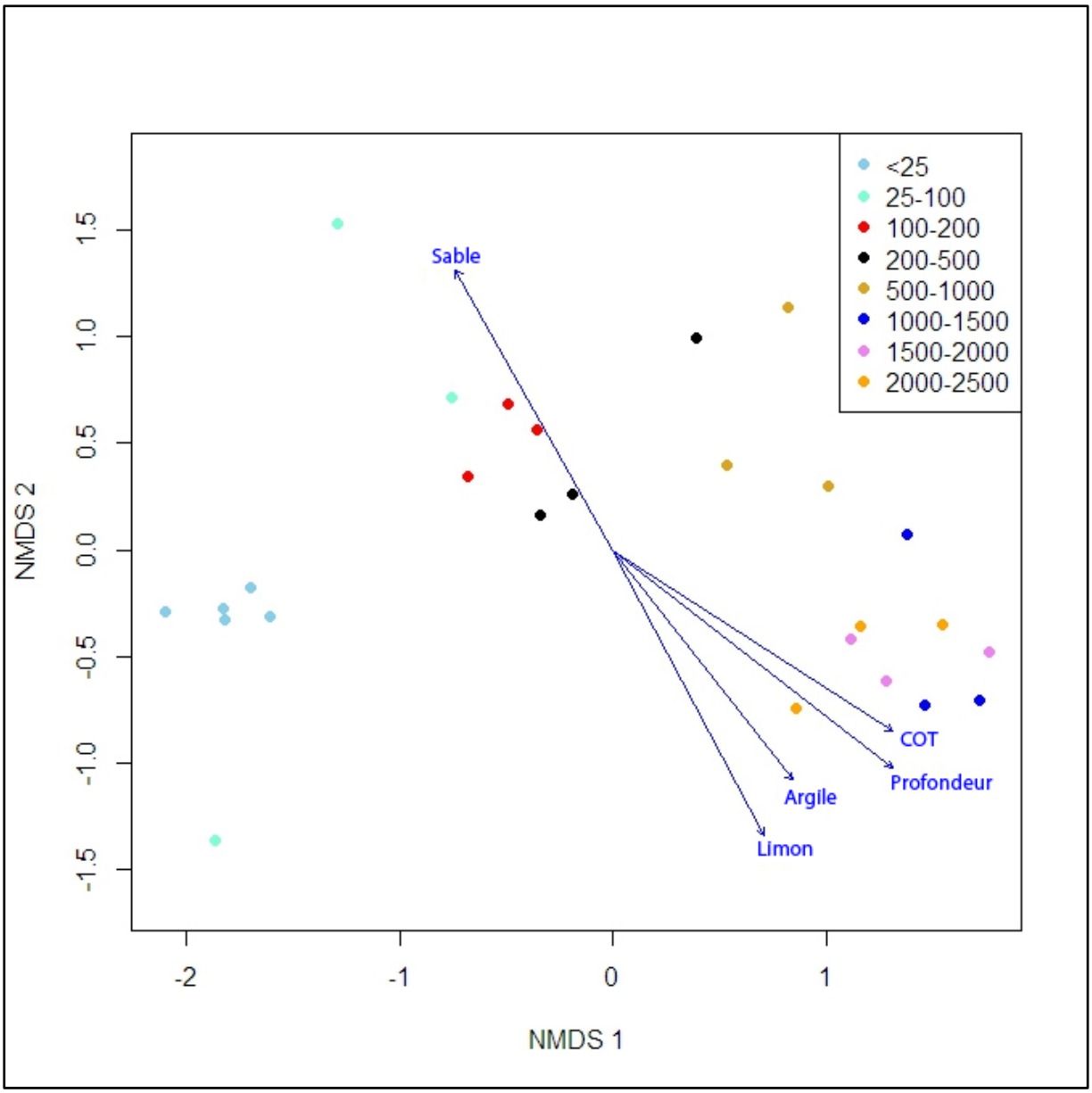


Figure 18 Relations entre les variables environnementales et les axes d'ordination, montrées par les flèches de double projection

Zone offshore

Cinq échantillons prélevés dans la zone offshore ont été tamisés dans un filet à mailles de 0,3 mm. Ces échantillons ont permis de dénombrer 1 274 individus et 100 taxa de huit embranchements différents. Les densités de l'endofaune au sein des échantillons prélevés dans la zone du pipeline variaient entre 1 559 et 2 441 individus m^{-2}.

Les indices de diversité et les statistiques sommaires sont présentés dans le **tableau 14**. Les moyennes de H' témoignent d'un ensemble diversifié dont la plupart des espèces sont présentes en faible nombre et n'ont aucune dominance numérique. La régularité (J') est aussi relativement élevée, ce qui confirme que les individus sont répartis de manière équitable entre les différents taxa. Comme c'était le cas pour les échantillons tamisés à 0,5 mm, les principales classes étaient les polychètes, les malacostracés et les bivalves. Les polychètes contribuaient environ 12 % de plus à l'abondance totale que les arthropodes, et environ 30 % de plus que les mollusques (**figure 19**).

Tableau 14 Indices de diversité propre à la zone offshore (tamisés dans un filet à mailles de 0,3 mm)

Indice	Valeur
S	100
N	1 274
J’	0,826
H'	3,77
N_2	27,5

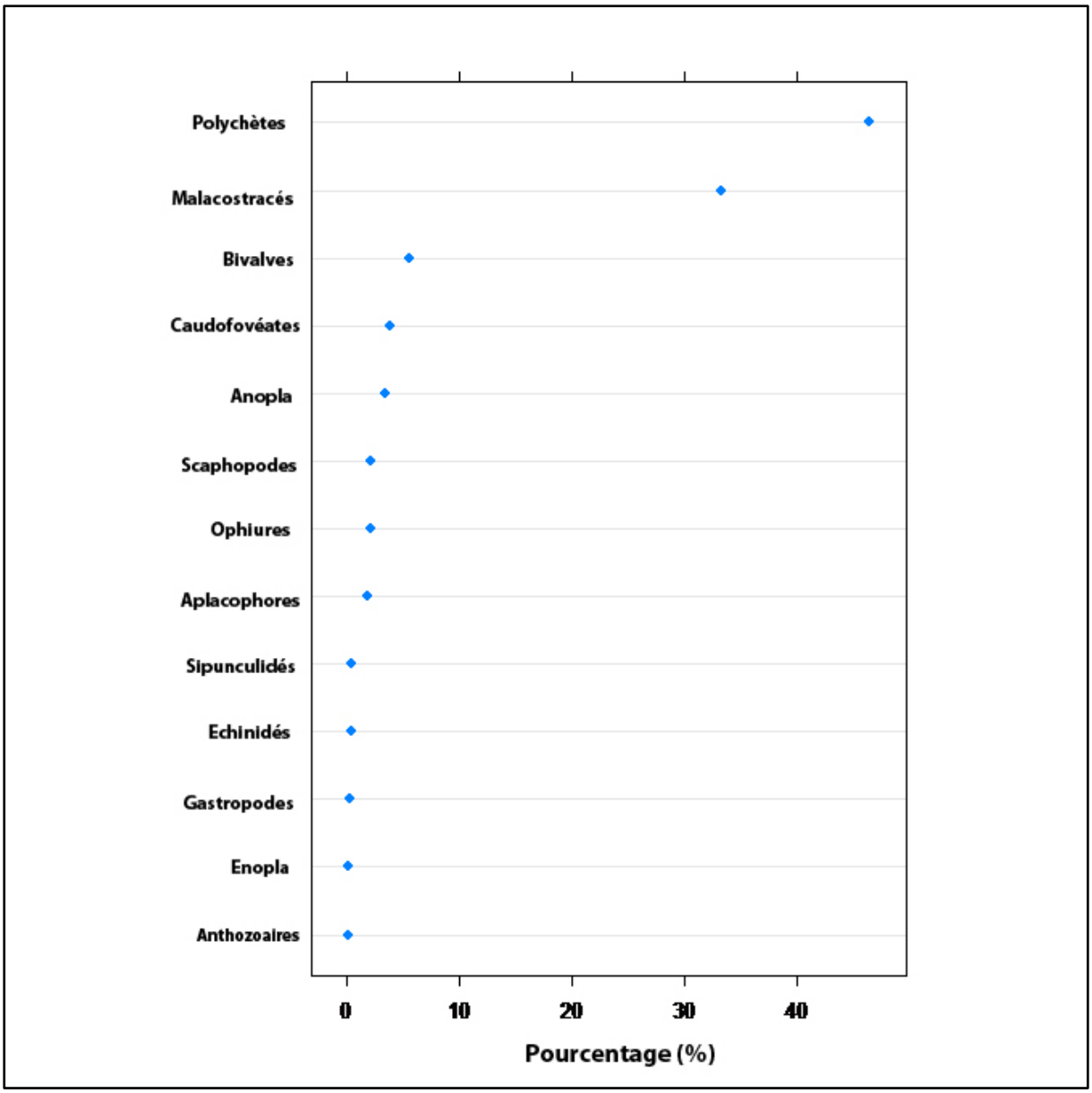


Figure 19 Contribution d'abondance relative de la classe phylogénique dans les échantillons de la zone offshore.

Les dix taxa les plus abondants (**tableau 15**) contribuaient à un peu plus de 50 % de l'abondance totale (1 274 individus). Parmi les différents taxa de cette liste qui étaient aussi couramment présents dans les échantillons tamisés à 0,5 mm, se trouve les polychètes *Prionospio* sp., *Aricidea* sp., et Cirratulidae. L'arthropode *Leptognathiella* sp. était le seul taxa présent qui n'a pas été observé dans les échantillons tamisés à 0,5 mm. En général, ces échantillons présentaient une composition taxonomique semblable à celle des échantillons prélevés dans les strates les plus profondes de la zone du pipeline (de 1 500 à 2 000 m et de 2 000 à 2 500 m).

Tableau 15 Dix taxa les plus abondants prélevés dans la zone offshore (n=5) et tamisés à l'aide d'un filet à mailles de 0,3 mm

Embranchement	Taxon	N	Pourcentage	Pourcentage cumulatif
Polychètes	*Prionospio* sp.	115	9,0	9,0
Malacostracés	Paratanaoidea	111	8,7	17,7
Polychètes	*Aricidea* sp.	68	5,3	23,1
Polychètes	*Cirrophorus* sp.	66	5,2	28,3
Polychètes	*Abyssoninoe* sp.	63	4,9	33,2
Malacostracés	*Leptognathiella* sp.	55	4,3	37,5
Malacostracés	*Pseudotanais* sp.	44	3,5	41,0
Anopla	Tubulanidae	43	3,4	44,3
Caudofovéates	*Niteomica* sp.	42	3,3	47,6
Polychètes	Cirratulidae	41	3,2	50,9

La diversité, l'abondance et la composition taxonomique révélées par l'analyse des ensembles d'espèces d'endofaune dans la zone offshore, dans la zone du pipeline et dans la zone côtière le long de la frontière maritime entre la Mauritanie et le Sénégal étaient globalement semblables aux tendances observées dans la région (Thiel et al., 1982; Duinveld et al., 1990; Le Loeuff et von Cosel, 1998; Dabi, 2015; CSA, 2016). L'abondance proportionnelle de polychètes, de crustacés, de bivalves et de gastropodes dans les échantillons reflète la tendance phylogénique retrouvée au large de la côte ouest de l'Afrique et les autres zones plateau-talus présentant des substrats et des profondeurs semblables (Thiel et al., 1982; Duinveld et al., 1990; Le Leouff et von Cosel, 1998; Michel et al., 2011). Les études susmentionnées portent principalement sur les eaux côtières et les eaux du plateau (profondeur de <200 m); peu est connu sur l'endofaune régionale vivant dans des eaux plus profondes de la zone du pipeline et de la zone offshore.

3.4 ICHTYOPLANCTON

Zone côtière

Douze échantillons prélevés dans la zone côtière ont permis de recenser 110 individus de 32 taxa de poissons représentant 20 familles et 9 ordres (**tableau 16**). Les lieux d'échantillonnage d'ichtyoplancton dans la zone côtière sont illustrés à la **figure 20**. Les ordres comportant le plus grand nombre d'espèces étaient les poissons semblables à la perche (perciformes) et les poissons plats (pleuronectiformes), respectivement représentés par onze et neuf taxa. Parmi les différents taxa contribuant le plus à la densité totale de larves dans la zone côtière, se trouve les ombrines et les corbs (sciénidés) (29,1 %), les sardines (*Sardinella* spp.) (7,5 %), les chinchards (*Trachurus* spp.) (7,2 %), les bars communs (Serranidae) (4,6 %) et les Bregmaceros (*Bregmaceros cantori*) (4,6 %).

Le nombre de larves par 100 m^3 variait entre 1,7 et 113,5, et avait une valeur moyenne de 35,7. Les nombres les plus élevés de larves ont été prélevés la nuit, à la fois pour la strate de profondeur de 0 à 10 m et celle de 10 à 20 m (**tableau 17**). Les nombres moyens de larves par 100 m^3 étaient plus élevés dans la strate de profondeur de 0 à 10 m à la fois pendant les périodes d'échantillonnage diurnes et nocturnes. Il n'existe aucune différence significative entre les prélèvements diurnes et nocturnes et la profondeur de la strate ou entre ces éléments et leur interaction (analyse de variance à deux critères,

F= p>0,05) (**tableau 18**). Le nombre d'œufs de poissons présents dans les échantillons de la zone côtière variait de 0 à 100 œufs par mètre cube (exprimé sous forme de nombre [n] 100 m^{-3}) et avait une valeur moyenne de 22,3 œufs 100 m^{-3} (**tableau 17**). Les densités d'œufs étaient considérablement plus élevées dans la strate de profondeur de 0 à 10 m (**tableau 19**).

Tableau 16 Liste phylogénique des taxa de larves de poissons prélevés dans la zone côtière. Les valeurs représentent des densités (n 100 m^{-3}).

Ordre	Famille	Taxon	Strate de profondeur				Moyenne générale
			0-10 m		10-20 m		
			Jour	Nuit	Jour	Nuit	
Anguilliformes	Murénidés (moraines)	Murénidés	0	0,8	0	0	0,20
Elopiformes	Elops (tarpons)	*Elops*	0	0	0	1,1	0,28
Aulopiformes	Synodontidae (poissons-lézards)	*Saurida*	0	0,7	0	0	0,18
Clupéiformes	Clupéidés (harengs)	Clupeidae	0	5,8	0	1,0	1,70
		Sardinella	10,1	0,7	0	1,9	3,18
		Sardinella aurita	0	3,9	0	1,1	1,25
	Engraulidés (Engraulidae)	*Engraulis encrasicolus*	1,9	0,8	0	2,3	1,25
		Clupéiformes	4,3	0	4,4	0	2,18
Gadiformes	Bregmaceros	*Bregmaceros cantori*	4,0	0	0	0	1,00
Myctophiformes	Myctophidés (poissons-lanternes)	*Diaphus*	0,9	0	0	0	0,23
Perciformes	Ephippidae (platax)	Ephippidae	0	0,7	0	0	0,18
	Gobiidés (gobies)	Gobiidés	0,8	4,0	1,5	3,0	2,33
	Haemulidae (grogneurs)	Haemulidae	1,9	0	0	2,8	1,18
		Perciformes	3,4	1,7	4,4	0	2,38
	Labridae (labres et poissons-perroquets)	Labridae	2,6	2,5	1,7	1,2	2,00
		Sciaenidés	4,6	42,2	23,5	32,8	25,78
		Umbrina	0	0,8	0	0,9	0,43
	Serranidae (bars communs)	Serranidae	0	4,1	0	0	1,03
	Sparidés (dorades)	Sparidae	0,6	0	0	0	0,15
	Trachinidae (vives)	Trachinidae	0	0	0	1,1	0,28
	Carangidae (madeleineaux et carangues)	*Trachurus*	6,4	0	0	0	1,60
Pleuronectiformes	Bothidae (plies)	*Monolene*	0,6	0	0	0	0,15
	Cynoglossidae	Cynoglossidae	1,6	2,0	0	0,9	1,13
		Cynoglossus monodi	0,8	0	0	0	0,20
		Symphurus	1,9	0	0	0	0,48
	Paralichthyidae (plies)	*Citharichthys*	0,8	0	0	0	0,20
		Paralichthyidae	1,2	0	2,9	0	1,03
		Syacium papillosum	0	0	0	1,2	0,30
		Pleuronectiformes	0,8	0	0	1,2	0,50
	Pleuronectidae (poisson dextre)	Pleuronectidae	0	3,3	1,5	1,1	1,48
		Non identifié	0	0	0	1,7	0,43
Lampridiformes	Lophotidae	Lophotidae	0	0,8	0	0	0,20

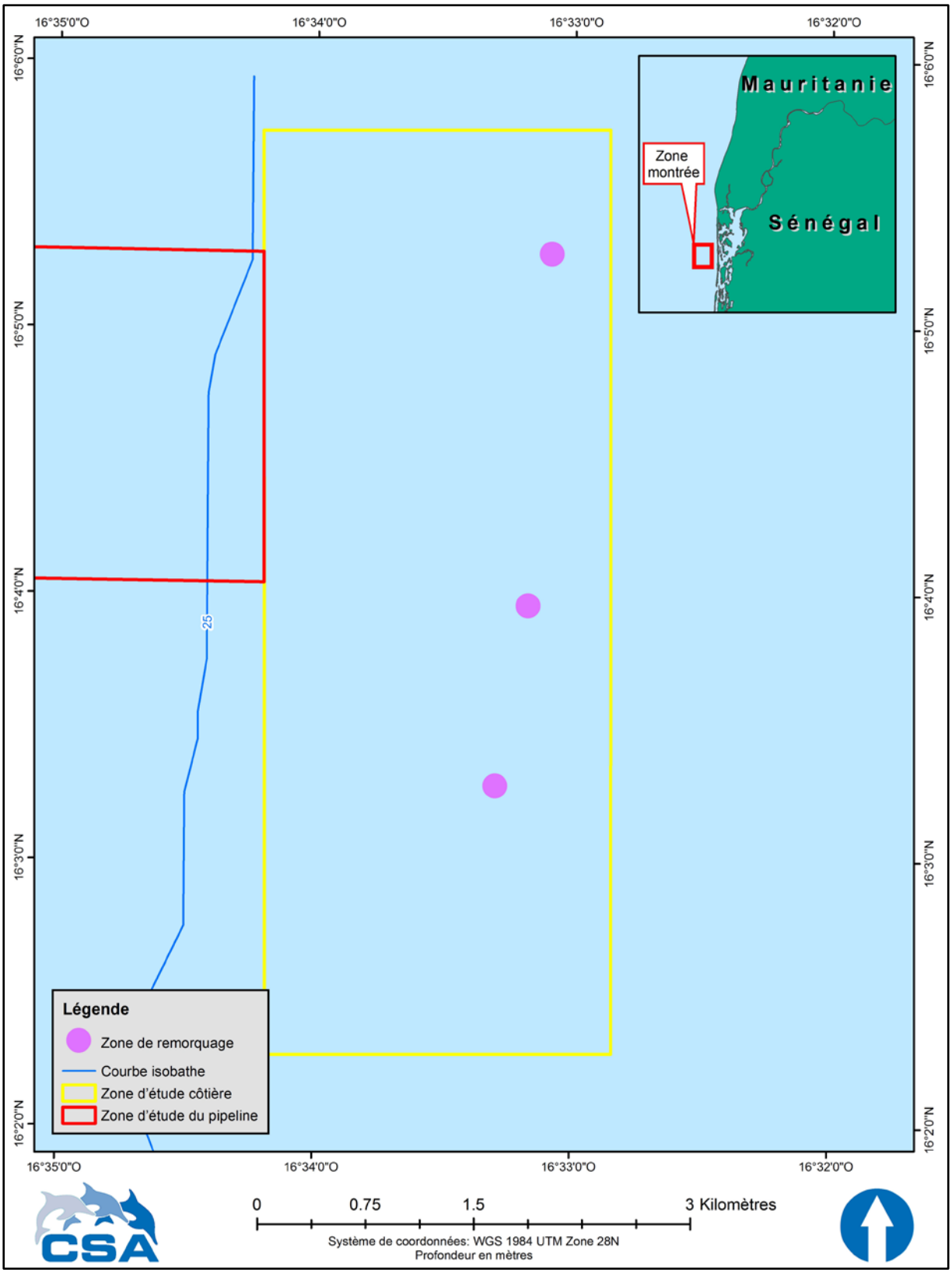


Figure 20 Emplacement des stations d'échantillonnage du plancton (c.-à-d. des zones de remorquage) dans la zone côtière

Tableau 17 Moyenne et écart-type des nombres totaux de larves de poissons et des densités d'œufs (n 100 m^{-3}) dans les échantillons prélevés dans la zone côtière

Moment	Strate (m)	Larves		Œufs	
		Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type
Jour	0-10	28,4	19,0	68,1	49,5
Jour	10-20	20,7	17,2	2,6	3,3
Nuit	0-10	54,7	52,7	16,1	15,5
Nuit	10-20	39,0	19,0	2,2	3,1

ÉT = écart-type

Tableau 18 Résultats de l'analyse de variance à deux critères pour la densité des larves de poissons prélevées dans la zone côtière

Paramètre	Degrés de liberté	Valeur F	Valeur-p
Temps	1	1,6	0,25
Strate de profondeur	1	0,4	0,53
Temps x strate de profondeur	1	0,05	0,83
Résidus	8	-	-

Tableau 19 Résultats de l'analyse de variance à deux critères pour la densité des larves de poissons prélevées dans la zone côtière

Les résultats significatifs sont indiqués en **caractères gras**.

Paramètre	Degrés de liberté	Valeur F	Valeur-p
Temps	1	3,0	0,12
Strate de profondeur	1	**6,9**	**0,03**
Temps x strate de profondeur	1	2,9	0,12
Résidus	8	--	--

La composition taxonomique et l'abondance des larves de poissons dans les échantillons prélevés dans la zone côtière étaient dominées en nombre par les larves d'espèces de substrats meubles, qui, collectivement, ont contribué à environ 50 % du nombre total de larves recueillies. Les espèces de substrats meubles comprenaient des sciénidés (ombrines, corbs et acoupas royaux), des Paralichthyidae (plies), des sparidés (dorades) et des aulopiformes (poissons-lézards). Les espèces pélagiques côtières (harengs, sardines, anchois, carangues) contribuaient à un autre 16 % des larves prélevées.

Zone offshore

Les échantillons prélevés dans la zone offshore ont permis de recenser 34 taxa représentant 17 familles et huit ordres (**tableau 20**). Les lieux d'échantillonnage d'ichtyoplancton dans la zone offshore sont illustrés à la **figure 21**. La famille comptant le plus grand nombre d'individus était celle des poissons-lanternes (myctophidés); elle représentait 48 % de la densité moyenne. Quatre taxa de poissons-lanternes, soit *Myctophum affine*, *Myctophum nitidulum*, *Diaphus* sp., et *Hygophum macrochir*, représentaient 35 % de l'abondance totale d'ichtyoplancton.

Tableau 20 Liste phylogénique des taxa de larves de poissons prélevés dans la zone offshore
Les valeurs représentent des densités (n* 100 m^{-3}).

Ordre	Famille	Taxon	Strate de profondeur				Moyenne générale
			0-15 m		15-30 m		
			Jour	Nuit	Jour	Nuit	
Béloniformes	Exocoetidae (poissons-volants)	Exocoetidae	0	0	0	0,89	0,22
	Hemiramphidae (demi-becs)	*Hemiramphidae*	0	0	0	0,89	0,22
Gadiformes	Gadidés (morues)	Gadidés	0	1,64	0	0	0,41
		Gadiformes	0	1,59	0	0	0,40
	Myctophidés (poissons-lanternes)	*Diaphus*	11,23	17,75	2,86	4,92	9,19
		Hygophum	1,73	0	0	0	0,43
		Hygophum macrochir	0	0	2,03	4,26	1,57
		Lampanyctus	0	1,22	0	1,52	0,69
		Myctophidés	0,87	3,27	0	1,80	1,49
		Myctophum	0	0	2,86	0	0,72
		Myctophum nitidulum	0	0	2,03	10,64	3,17
		Myctophum affine	8,46	0	0	0	2,12
		Nanobrachium	0	0	0	0,89	0,22
		Notoscopelus	0	1,59	2,00	0	0,90
Perciformes	Gempylidae (escoliers serpents)	*Gempylus*	0	1,64	0	0	0,41
	Gobiidés (gobies)	Gobiidés	0	1,22	2,00	0,90	1,03
	Nomeidae (en anglais, *Driftfishes*)	*Cubiceps*	0,87	0	1,02	1,78	0,92
		Perciformes	1,73	0	1,02	0	0,69
	Labridae (labres)	Labridae	0,87	0	0	0	0,22
	Trichiuridae (trichiures)	*Lepidopus*	0	0	0	1,06	0,27
Pleuronectiformes	Bothidae (plies)	Bothidae	0	0	0	0,90	0,23
		Bothus	0	3,25	0	0	0,81

Tableau 20 (suite)

Ordre	Famille	Taxon	Strate de profondeur				Moyenne générale
			0-15 m		15-30 m		
			Jour	Nuit	Jour	Nuit	
Stomiiformes	Gonostomatidae (cyclothones)	*Cyclothone*	4,23	1,41	0	2,68	2,08
		Diplophos taenia	0	1,22	0	0	0,31
		Gonostomatidae	0	0	1,02	0	0,26
		Stomiiformes	0	0	0	0,98	0,25
	Melanastomiidae (dragons abyssaux)	Melanastomiidae	0	0	2,75	0	0,69
	Stomiidae (pégases)	*Stomias*	0	0	2,00	0	0,50
	Phosichthyidae (poissons étoilés)	*Vinciguerria*	3,77	4,07	1,02	1,87	2,68
		Vinciguerria nimbaria	0	3,67	0	6,24	2,48
Anguilliformes	Murénidés (moraines)	Murénidés	0	0	0	0,98	0,25
Aulopiformes	Paralepididae	Paralepididae	0	0	0	2,13	0,53
Scorpaeniformes	Scorpaenidae (rascasses)	*Scorpaena*	0	0	2,00	0	0,67
Non identifié	Non identifié	Non identifié	2,00	1,88	1,22	0,89	1,50

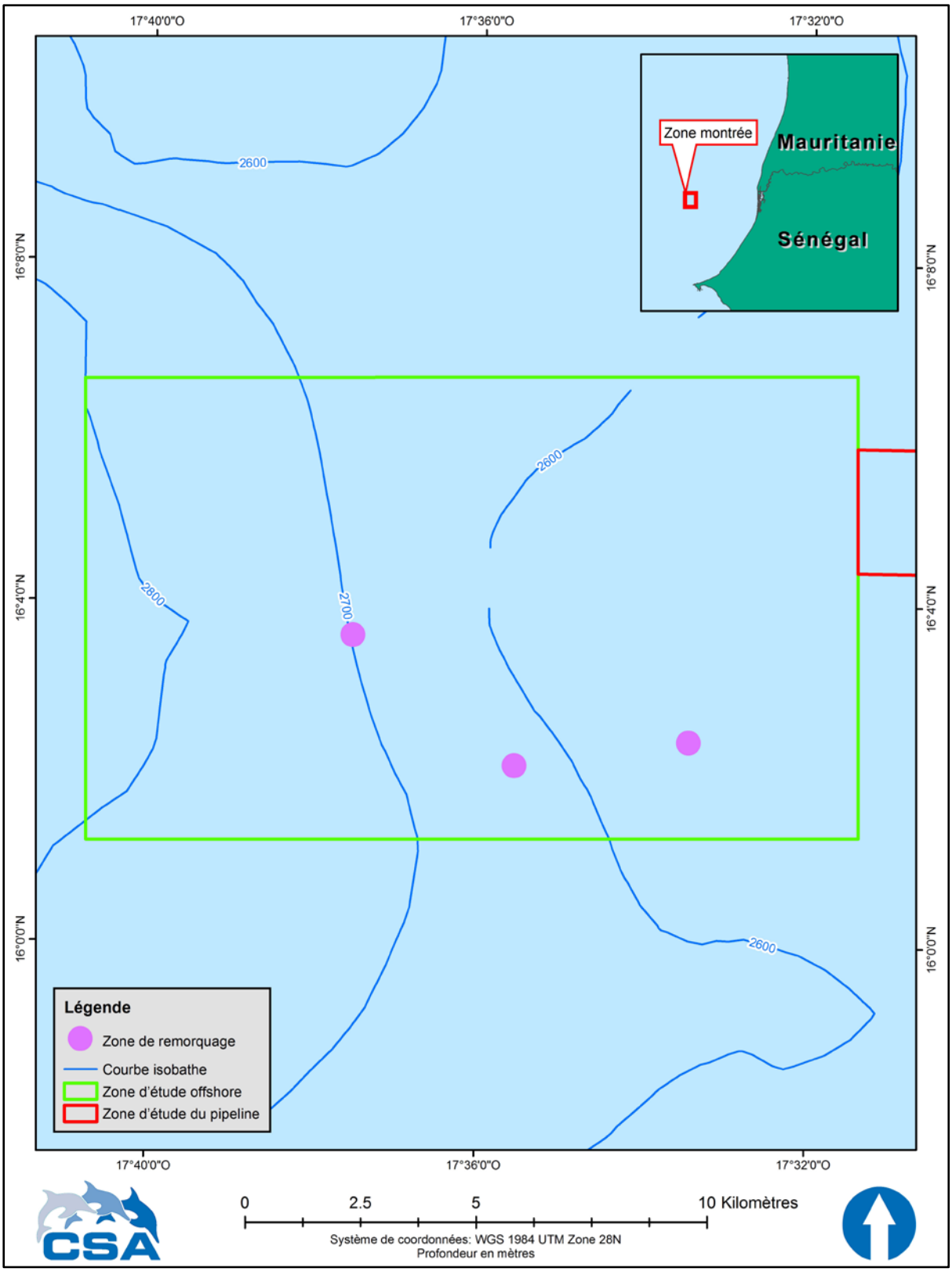


Figure 21 Emplacement des stations d'échantillonnage du plancton (c.-à-d. des zones de remorquage) dans la zone offshore

Les membres du groupe mésopélagique migrent généralement des eaux profondes vers la surface pendant la nuit. Les poissons-lanternes et les cyclothones dominent en nombre les communautés se trouvant entre deux eaux partout dans le monde. La majeure partie (60 %) des taxas prélevés dans la zone offshore pourraient être classés dans le groupe mésopélagique. Le groupe mésopélagique océanique comprend les thons, voiliers et les coryphènes, mais seuls des demi-becs et des poissons volants ont été recueillis dans ce groupe.

Les échantillons prélevés dans la zone offshore présentaient des densités de larves plus élevées la nuit dans les deux strates de profondeur (**tableau 21**). La strate supérieure (0-15 m) contenait des densités plus importantes que la strate inférieure (15 à 30 m). Cependant, la densité de larves ne variait pas de façon importante ni entre les strates de profondeur ni entre la période de la journée (jour p/r à la nuit) ni par rapport à l'interaction entre ces deux éléments (**tableau 22**). La densité d'œufs de poissons recueillis dans la zone offshore avait une valeur moyenne de 5,8 et variait entre 0 et 19,6 œufs 100 m^{-3}. Une analyse de variance à deux critères a démontré que la densité d'œufs variait de façon considérable entre la strate de 0 à 15 m et celle de 15 à 30 m (**tableau 23**).

Tableau 21 Moyenne et écart-type des nombres totaux de larves de poissons et des densités d'œufs (n 100 m^{-3}) dans les échantillons prélevés dans la zone offshore

Temps	Strate (m)	Larves		Œufs	
		Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type
Jour	0-15	21,9	21,4	9,4	2,7
Jour	15-20	9,9	2,9	1,2	1,1
Nuit	0-15	31,1	8,5	11,4	9,1
Nuit	15-20	19,4	8,3	1,2	2,1

ÉT = écart-type

Tableau 22 Résultats de l'analyse de variance à deux critères pour la densité des larves de poissons prélevées dans la zone offshore

Paramètre	Degrés de liberté	Valeur F	Valeur-p
Temps	1	1,7	0,223
Strate de profondeur	1	2,8	0,133
Temps x strate de profondeur	1	0,0	0,984
Résidus	8	--	--

Tableau 23 Résultats de l'analyse de variance à deux critères pour la densité des œufs de poissons prélevée dans la zone offshore
Les résultats significatifs (p<0,5) sont indiqués en **caractères gras**.

Paramètre	Degrés de liberté	Valeur F	Valeur-p
Temps	1	0,1	0,724
Profondeur	1	**10,7**	**0,011**
Temps x strate de profondeur	1	0,1	0,732
Résidus	8	--	--

Les ensembles de larves de poissons contenus dans les échantillons prélevés dans les zones côtière et offshore étaient formés d'espèces habituelles dans les conditions environnementales locales de chacune de ces régions. D'autres chercheurs ont signalé la présence de taxa semblables lors d'études effectuées dans la région (Jimenez et al., 2014; Arkhipov et al., 2015). Les échantillons prélevés dans la zone côtière contenaient principalement des larves d'espèces de substrats meubles qui vivent dans les eaux côtières et les eaux du plateau adjacentes à la région. Des espèces pélagiques côtières ont aussi été fréquemment prélevées dans la zone côtière. Les espèces de substrats meubles et les espèces pélagiques côtières sont toutes deux importantes pour les activités de pêche locales et régionales. L'absence d'un effet significatif lié à la strate de profondeur indique que la colonne d'eau était bien mélangée au moment du prélèvement des échantillons. Des nombres considérablement plus élevés d'œufs de poissons sont attendus dans la colonne d'eau supérieure, étant donné que les œufs ont tendance à flotter et s'accumulent dans les couches supérieures de l'océan jusqu'à ce qu'ils éclosent et que leur transformation en larves soit terminée.

Les échantillons prélevés dans la zone offshore étaient dominés par des poissons-lanternes, qui sont la principale composante des ensembles mondiaux de poissons mésopélagiques qui migrent verticalement. Aucune larve d'espèce océanique comme des thons, des voiliers ou des coryphènes n'a été prélevée aux sites d'échantillonnage. La composition taxonomique des échantillons était généralement conforme aux résultats d'autres études effectuées à des profondeurs semblables dans la région (p. ex. : Hanel et al., 2010). Comme c'était le cas dans la zone côtière, les nombres d'œufs étaient plus élevés dans la colonne d'eau supérieure, en raison de leur flottabilité.

4.0 Références

Arkhipov, A.G., A.A. Mamedov, T.A. Simonova et V.N. Shnar. 2015. Species composition and features of ichthyoplankton distribution in the waters of Senegal and Guinea-Bissau. Journal of Ichthyology 55(3):346–354.

Bray, J.R. et J.T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. Ecol. Monogr. 27(4):325-349.

Buchman, M.F. 2008. Survol des tableaux de référence rapide. NOAA OR&R, rapport 08-1. NOAA, Office of Response and Restoration, Seattle, WA. 34 pp.

Clarke, K.R. et R.N. Gorely. 2006. PRIMER version 6 User manual/Tutorial. Primer-E Ltd : Plymouth, U.K. 190 pp.

CSA International Inc. 2011. Tweneboa, Enyenra, and Ntomme Final Environmental Baseline Survey. Novembre 2011.

CSA Ocean Sciences Inc., 2013. Karish-1 Environmental Monitoring Program, Pre-Drilling Survey. Rapport préparé pour Noble Energy International Ltd, avril 2013. 46 pp. + annexes.

CSA Ocean Sciences Inc., 2016. Jubilee Field Marine Environmental Monitoring Program, Initial Monitoring Survey. Rapport préparé pour Tullow Ghana Limited, avril 2016. 85 pp. + annexes.

Dabi, M. 2015. Preliminary assessment of Benthic Infauna at Cape Three Points in the Western Region of Ghana. The International Journal of Science and Technoledge, 3(7), p.123.

Dufrene, M. et P. Legendre. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. Ecol. Monogr. 67(3):345-366.

Duineveld, G.C.A., P.A.W. J.de Wilde, E.M. Berghuis et A. Kok. 1993. The benthic infauna and benthic respiration off the Banc d'Arguin (Mauritania, Northwest Africa). Hydrobiologia 258 : 107-117

Hanel, R., J. Hans-Christian, O. Meyer-Kaeden et U. Piatkowski. 2010. Larval fish abundance, composition and distribution at Senghor Seamount (Cape Verde Islands). J. Plankton Research 32(11):1541-1556.

Herut, B. et A. Sandler. 2006. Normalization methods for pollutants in marine sediments: review and recommendations for the Mediterranean. Rapport H de l'Israel Oceanographic & Limnological Research and Geological Survey of Israel IOLR, 18.

Jimenez, M.P., R. Sanchez-Leal, C. Gonzalez, E. Garcia-Isarch, et A. Garcia. 2014. Oceanographic scenario and fish larval distribution off Guinea-Bissau (north-west Africa). Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 1-18.

Le Loeuff, P. et R. von Cosel. 1990. Biodiversity patterns of the benthic fauna on the Atlantic coast of tropical Africa in relation to hydroclimatic conditions and paleogeographic event. Acta Oceanologica. 309-321.

Long, E.R. et L.G. Morgan. 1990. The potential for biological effects of sediment-sorbed contaminants tested in the National Status and Trends Program. NOAA Tech. Mémo. NOS OMA 52. U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration, Seattle, WA. 175 pp.

Magurran, A.E. 2004. Measurement of biological diversity. Blackwell Publishing. 264 pp.

Michel, J., H. Westphal et R. Von Cosel. 2011. The mollusk fauna of soft sediments from the tropical upwelling-influenced shelf of Mauritania (Northwestern Africa). Palaios 26:447-460.

Neff, J. 1997. Ecotoxicity of arsenic in the marine environment. Environmental Toxicology and Chemistry 16(5);917-927.

Oksanen, J., F.G. Blanchet, M. Friendly, R. Kindt, P. Legendre, D. McGlinn, P.R. Minchin, R.B. O'Hara, G.L. Simpson, P. Solymos, M.H. Stevens, E. Szoecs et H. Wagner. 2016. vegan: Community Ecology Package. Plugiciel R, version 2.4-1. https://CRAN.R-project.org/package=vegan.

Pampanin, D.M. et M.O. Sydnes. 2013. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons a Constituent of Petroleum: Presence and Influence in the Aquatic Environment. Tiré de : Hydrocarbon. Kutcherov, V. et A. Kolesnikov (réd.). InTech. doi:5772/48176. Accédé le 8 février 2016 au : http://www.intechopen.com/books/hydrocarbon/polycyclic-aromatic-hydrocarbons-a-constituent-of-petroleum-presence-and-influence-in-the-aquatic-en.

Roberts, D.W. 2016. labdsv : Ordination and Multivariate Analysis for Ecology. Plugiciel R, version 1.8-0. https://CRAN.R-project.org/package=labdsv.

Shepard, F.P. 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios: Journal of Sedimentary Petrology 24:151-158.

Theil, H. 1982. Zoobenthos of the CINECA area and other upwelling regions. Rapp. P.-v. de réunion Cons. Int. Explor. Mer, 180 : 323-334.

Trefry, J.H., R.D. Rember, R.P. Trocine et J.S. Brown. 2003. Trace metals in sediments near offshore oil exploration and production sites in the Alaskan Arctic. Environmental Geology 45:149–160.

Trefry, J.H., K.H Dunton, R.P. Trocine, S.V. Schonberg, N.D. McTigue, E.S. Hersh et T.J. McDonald. 2013. Chemical and biological assessment of two offshore drilling sites in the Alaskan Arctic. Marine Environmental Research 86:35-45.

Tyson, R.V. 1995. Sedimentary Organic Matter: Organic facies and palynofacies. Torquay, Devon, England: Chapman et Hall.

U.S. Environmental Protection Agency. 2000. Guidance for Data Quality Assessment–Practical Methods for Data Analysis. EPA/600/R-96/084.

Annexes

Annexe A

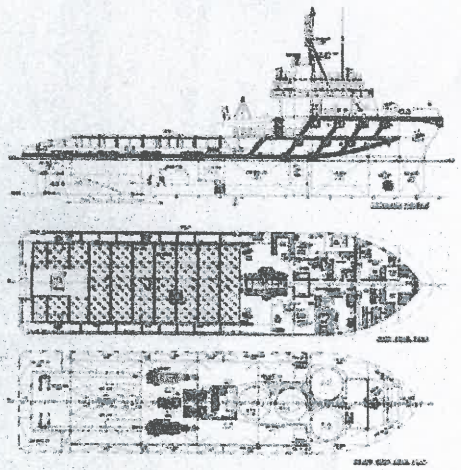
Fiche signalétique du M/V Acamar

www.gomarinegroup.com.au

GO MARINE GROUP

GO ACAMAR
DP1 AHTS

General Arrangement



Key Features

- DP1
- 5,150 HP
- 315 SQM Deck Space
- 550 T Max Deck Cargo

PRINTED ON RECYCLED PAPER

GO ACAMAR
DP1 AHTS

Class Notation	✠ A1, Towing Vessel, Fire-Fighting Vessel Class 1, Offshore Support vessel AH, E,✠ AMS, DPS 1
Place of Build	WEIHAI XINGHAI SHIPYARD
Year of Build	2009
Flag	Belize

Main Particulars

Design	Conan WV
LOA	57.5 m
Breadth	13.8 m
Depth	5.5 m
Max Loaded Draft	4.79 m

Performance

Max Speed	13 knots – 19 m3/24hrs
Economical Speed	10 knots – 12 m3/24hrs
Bollard Pull	65 t

Capacities

Deadweight	1,200 t
Gross Tonnage	1,373 t
Deck Cargo	550 t
Cargo Deck Dim.	30.6 m x 10.3 m
Deck Area	315 m2
Deck Strength	7 t / m2
Dry Bulk Capacities	4x 45m3
Drill / Ballast Water	373 m3
Potable Water	200 m3
Oil Based Mud	n/a
Brine	n/a
Base Oil	n/a
Fuel Oil	603 m3
Freezer Room	10 m3
Cooler Room	10 m3

Deck Equipment

Capstans	2 x 5 mt @ 0 - 15m/min electro-hydraulic; Zicom / HCAP-5
Tugger Winch	2 x 10 mt @ 15m/min electro-hydraulic Sicom / HTUG - 10/20
Deck Crane	Palfinger 5 t @6 m
FRC	FRC/Davit Heave Comp

Anchoring Equipment

Windlass	Hydraulic 9t @12 m/min

Dynamic Positioning System

DP System	IMO Class DP1
References	2 x DGPS

Discharge

Dry Bulk	2 x 20.5 m3/min
Fresh Water	1 x 75 m3/hr @ 60 m head
Ballast / Drill Water	2 x 60 m3/hr @ 45 m head
Liquid Mud / Brine	n/a
Base Oil	2 x 75 m3/hr
Fuel Oil	1 x 100 m3/hr @ 60 m head

Propulsion and Machinery

BHP	5,150 bhp
Main Engines	2
Main Engines: Make / Type	Cat 3516B
Propellers	CPP in Kort Nozzles

Thruster

Bow	650 hp, 6 t thrust
Stern	Nil
Azimuth	Nil

Auxiliary Engines

Shaft Generator	n/a
Diesel Generator	2x320 kw @ 1800 rpm Caterpillar
Emergency Generators	1 x 74 kw @ 1800 rpm Caterpillar
Supply System - Voltage	440 V

Accommodation

Single Berth Cabins	6 x 1
Double Berth Cabins	2 x 2
Four Berth Cabins	6 x 4
Total Accommodation	34 persons

Towing and Anchor Handling Winch

AHT Winch	Electro Hyd. Double Drum
Line Pull	150t@0-2.5m/min@1st layer 30t@0-10m/min@1st layer 10t@0-40m/min@1st layer
Stall Pull	165 t @ 1st layer
Break Capacity	200 m static 1st layer
Towing Drum	1,000 m (L) x 52 mm (O) SWR
Anchor Handling Drum	1,000 m (L) x 52 mm (O) SWR
Speed	0-2.5m/min@150t 0-10m/min@30t 0-40m/min@10t
Shark Jaw	300 t
Towing Pin	2x elec/hyd. W turntable flap SWL160t
Spare Wire Reel	1,000 m (L) x 53 mm (O) SWL
Stern Roller	3.5 m (L) x 1.6 m (O) SWL 300 t

Head Office
Suite 1, Level 4 South Shore Centre
85 The Esplanade, SOUTH PERTH WA 6151

w: www.gomarinegroup.com.au
e: info@gomarinegroup.com.au
p: +61 8 9474 3600

GO MARINE GROUP

This publication is for general guidance only and is subject to change without notice
GO MARINE GROUP Pty Ltd accepts no responsibility, and disclaims all liability for any errors and/or ommissions in this publication.
The vessel is always offered on "as is, where is" basis

Annexe B

Emplacement des stations d'échantillonnage

Tableau B-1. Stations d'échantillonnage des sédiments.

Station	Date	Heure	X (UTM)	Y (UTM)	Latitude (DMS) N	Longitude (DMS) O	Profondeur (m)	Intervalle de profondeur de la strate d'échantillonnage(m)	Type
NA-1	11/28/2016	22:11:20	333,447.29	1,779,388.04	16°05'19.77"	16°33'25.98"	23	<25	Sédiment
NA-2	11/28/2016	21:27:15	332,992.09	1,777,873.92	16°04'30.40"	16°33'40.91"	23	<25	Sédiment
NA-3	11/28/2016	20:48:41	333,602.43	1,777,229.56	16°04'09.58"	16°33'20.21"	22	<25	Sédiment
NA-4	11/28/2016	20:11:29	333,663.47	1,775,793.55	16°03'22.88"	16°33'17.80"	21	<25	Sédiment
NA-5	11/28/2016	19:36:28	333,042.62	1,774,746.22	16°02'48.66"	16°33'38.42"	22	<25	Sédiment
PA-1	11/29/2016	12:25:58	322,512.03	1,777,802.84	16°04'25.43"	16°39'33.51"	51	25 à 100	Sédiment
PA-2	11/29/2016	13:45:27	313,641.18	1,777,992.73	16°04'29.24"	16°44'32.02"	79	25 à 100	Sédiment
PA-3	11/29/2016	14:42:46	305,845.73	1,778,498.40	16°04'43.50"	16°48'54.44"	96	25 à 100	Sédiment
PA-4	11/29/2016	17:07:12	297,556.67	1,779,160.22	16°05'02.61"	16°53'33.51"	135	100 à 200	Sédiment
PA-5	11/29/2016	18:50:22	299,856.53	1,778,626.75	16°04'45.94"	16°52'15.98"	119	100 à 200	Sédiment
PA-6	11/29/2016	19:30:25	298,125.62	1,778,680.19	16°04'47.17"	16°53'14.23"	126	100 à 200	Sédiment
PA-7	11/29/2016	22:22:24	293,484.64	1,778,546.46	16°04'41.43"	16°55'50.32"	240	200 à 500	Sédiment
PA-8	11/29/2016	22:58:56	292,239.13	1,778,707.18	16°04'46.27"	16°56'32.27"	290	200 à 500	Sédiment
PA-9	11/29/2016	23:57:30	289,011.30	1,779,009.72	16°04'55.12"	16°58'20.95"	415	200 à 500	Sédiment
PA-10	11/30/2016	1:01:06	286,161.88	1,779,182.29	16°04'59.84"	16°59'56.86"	500	500 à 1,000	Sédiment
PA-11	11/30/2016	1:52:10	284,186.51	1,778,913.52	16°04'50.48"	17°01'03.23"	600	500 à 1,000	Sédiment
PA-12	11/30/2016	3:04:15	280,348.41	1,778,729.33	16°04'43.26"	17°03'12.28"	850	500 à 1,000	Sédiment
PA-13	11/30/2016	6:20:36	276,268.87	1,778,787.58	16°04'43.82"	17°05'29.53"	1120	1,000 à 1,500	Sédiment
PA-14	11/30/2016	7:46:21	273,296.16	1,779,401.71	16°05'02.81"	17°07'09.74"	1300	1,000 à 1,500	Sédiment
PA-15	11/30/2016	9:07:20	271,443.38	1,779,289.89	16°04'58.56"	17°08'12.02"	1400	1,000 à 1,500	Sédiment
PA-16	11/30/2016	10:48:39	267,425.46	1,778,964.80	16°04'46.62"	17°10'27.06"	1600	1,500 à 2,000	Sédiment
PA-17	11/30/2016	12:50:10	263,742.99	1,779,702.78	16°05'09.35"	17°12'31.19"	1780	1,500 à 2,000	Sédiment
PA-18	11/30/2016	14:33:51	261,384.72	1,779,209.27	16°04'52.48"	17°13'50.33"	1880	1,500 à 2,000	Sédiment
PA-19	11/30/2016	18:17:13	257,112.94	1,779,708.66	16°05'07.21"	17°16'14.20"	2080	2,000 à 2,500	Sédiment
PA-20	11/30/2016	20:17:17	251,337.04	1,779,620.13	16°05'02.24"	17°19'28.44"	2250	2,000 à 2,500	Sédiment
PA-21	11/30/2016	22:16:07	246,134.58	1,779,898.58	16°05'09.37"	17°22'23.52"	2370	2,000 à 2,500	Sédiment
OA-1	12/1/2016	1:03:25	236,645.97	1,779,958.36	16°05'07.71"	17°27'42.66"	2530	>2,500	Sédiment
OA-2	12/1/2016	19:36:59	220,053.95	1,781,112.89	16°05'38.61"	17°37'01.12"	2660	>2,500	Sédiment
OA-3	12/1/2016	17:26:41	220,695.84	1,776,132.11	16°02'56.94"	17°36'37.42"	2660	>2,500	Sédiment
OA-4	12/1/2016	15:15:35	224,865.83	1,776,791.73	16°03'20.09"	17°34'17.49"	2585	>2,500	Sédiment
OA-5	12/1/2016	13:08:10	226,361.07	1,778,991.41	16°04'32.21"	17°33'28.13"	2580	>2,500	Sédiment

Système de coordonnées XY: WGS84 UTM Zone 28N
Unité(s): mètres

Système de coordonnées latitude-longitude: WGS84
Unité(s): Degrés, Minutes, Secondes.

Tableau B-2. Stations d'échantillonnage des colonnes d'eau.

Station	Date	Heure	X (UTM)	Y (UTM)	Latitude (DMS) N	Longitude (DMS) O	Profondeur (m)	Intervalle de profondeur de la strate d'échantillonnage (m)	Type
NA-1	11/28/2016	23:09:22	334,068.12	1,779,236.09	16°05'14.98"	16°33'05.05"	20	<25	Eau
NA-2	11/29/2016	0:12:21	333,894.45	1,776,842.47	16°03'57.06"	16°33'10.29"	21	<25	Eau
NA-3	11/29/2016	1:01:14	333,647.83	1,775,788.45	16°03'22.71"	16°33'18.32"	21	<25	Eau
PA-1	11/29/2016	20:17:47	298,126.74	1,778,679.83	16°04'47.16"	16°53'14.19"	126	100 à 200	Eau
PA-2	11/30/2016	4:06:58	280,350.75	1,778,730.02	16°04'43.28"	17°03'12.20"	920	500 à 1,000	Eau
PA-3	11/30/2016	15:50:19	261,383.35	1,779,217.30	16°04'52.74"	17°13'50.38"	1550	1,500 à 2,000	Eau
OA-1	12/1/2016	20:53:02	220,053.25	1,781,112.90	16°05'38.61"	17°37'01.14"	2347	>2,500	Eau

Système de coordonnées XY: WGS84 UTM Zone 28N
Unité(s): mètres
Système de coordonnées latitude-longitude: WGS84
Unité(s): Degrés, Minutes, Secondes.

Tableau B-3. Stations d'échantillonnage d'ichtyoplancton.

Station	Cycle	Date	Heure	X (UTM)	Y (UTM)	Latitude (DMS) N	Longitude (DMS) O	Profondeur de la strate d'échantillonnage
NA-1	Début (jour)	11/29/2016	07:44:22.649	333,680.83	1,775,566.22	16°03'15.49"	16°33'17.15"	profonde
NA-1	Fin (jour)	11/29/2016	07:55:10.825	333,676.63	1,775,675.27	16°03'19.04"	16°33'17.32"	profonde
NA-1	Début (jour)	11/29/2016	08:09:48.716	333,680.38	1,775,578.84	16°03'15.90"	16°33'17.17"	peu profonde
NA-1	Fin (jour)	11/29/2016	08:16:13.138	333,675.62	1,775,678.33	16°03'19.14"	16°33'17.36"	peu profonde
NA-2	Début (jour)	11/29/2016	08:47:52.522	333,906.93	1,776,790.54	16°03'55.38"	16°33'09.86"	profonde
NA-2	Fin (jour)	11/29/2016	08:54:41.950	333,942.17	1,776,890.17	16°03'58.63"	16°33'08.70"	profonde
NA-2	Début (jour)	11/29/2016	09:08:04.779	333,914.18	1,776,788.72	16°03'55.32"	16°33'09.61"	peu profonde
NA-2	Fin (jour)	11/29/2016	09:13:43.154	333,939.65	1,776,869.38	16°03'57.95"	16°33'08.78"	peu profonde
NA-3	Début (jour)	11/29/2016	09:53:22.855	334,065.71	1,779,214.29	16°05'14.27"	16°33'05.13"	pronfonde
NA-3	Fin (jour)	11/29/2016	10:01:37.156	334,064.63	1,779,338.80	16°05'18.32"	16°33'05.19"	pronfonde
NA-3	Début (jour)	11/29/2016	10:25:24.635	334,073.41	1,779,226.84	16°05'14.68"	16°33'04.87"	peu profonde
NA-3	Fin (jour)	11/29/2016	10:31:16.607	334,072.35	1,779,315.97	16°05'17.58"	16°33'04.93"	peu profonde
NA-1	Début (nuit)	11/29/2016	05:51:59.028	333,684.64	1,775,559.89	16°03'15.28"	16°33'17.02"	pronfonde
NA-1	Fin (nuit)	11/29/2016	05:59:07.848	333,679.00	1,775,663.94	16°03'18.67"	16°33'17.24"	pronfonde
NA-1	Début (nuit)	11/29/2016	02:08:15.356	333,679.61	1,775,592.05	16°03'16.33"	16°33'17.20"	peu profonde
NA-1	Fin (nuit)	11/29/2016	02:12:41.170	333,670.87	1,775,658.20	16°03'18.48"	16°33'17.51"	peu profonde
NA-2	Début (nuit)	11/29/2016	05:14:46.871	333,904.48	1,776,769.58	16°03'54.69"	16°33'09.93"	pronfonde
NA-2	Fin (nuit)	11/29/2016	05:22:09.466	333,898.85	1,776,889.16	16°03'58.58"	16°33'10.15"	pronfonde
NA-2	Début (nuit)	11/29/2016	02:47:48.039	333,903.97	1,776,817.85	16°03'56.26"	16°33'09.96"	peu profonde
NA-2	Fin (nuit)	11/29/2016	02:57:13.072	333,903.52	1,776,953.70	16°04'00.68"	16°33'10.01"	peu profonde
NA-3	Début (nuit)	11/29/2016	04:05:18.263	334,070.16	1,779,252.79	16°05'15.52"	16°33'04.99"	pronfonde
NA-3	Fin (nuit)	11/29/2016	04:12:34.528	334,055.74	1,779,373.60	16°05'19.45"	16°33'05.50"	pronfonde
NA-3	Début (nuit)	11/29/2016	03:33:47.060	334,077.00	1,779,216.89	16°05'14.35"	16°33'04.75"	peu profonde
NA-3	Fin (nuit)	11/29/2016	03:39:31.279	334,066.81	1,779,290.95	16°05'16.76"	16°33'05.11"	peu profonde
OA-1	Début (jour)	12/1/2016	10:08:27.184	219,059.12	1,777,358.99	16°03'36.16"	17°37'32.97"	peu profonde
OA-1	Fin (jour)	12/1/2016	10:13:55.538	219,098.11	1,777,433.18	16°03'38.59"	17°37'31.69"	peu profonde
OA-1	Début (jour)	12/1/2016	10:26:17.008	219,061.76	1,777,365.82	16°03'36.38"	17°37'32.88"	pronfonde
OA-1	Fin (jour)	12/1/2016	10:31:57.824	219,100.27	1,777,442.67	16°03'38.90"	17°37'31.62"	pronfonde
OA-2	Début (jour)	12/1/2016	09:23:37.980	222,570.17	1,774,567.62	16°02'06.85"	17°35'33.74"	pronfonde
OA-2	Fin (jour)	12/1/2016	09:28:42.637	222,595.68	1,774,640.98	16°02'09.24"	17°35'32.92"	pronfonde

Tableau B-3. (suite).

Station	Cycle	Date	Heure	X (UTM)	Y (UTM)	Latitude (DMS) N	Longitude (DMS) O	Profondeur de la strate d'échantillonnage
OA-2	Début (jour)	12/1/2016	09:04:09.044	222,564.18	1,774,542.05	16°02'06.01"	17°35'33.93"	peu profonde
OA-2	Fin (jour)	12/1/2016	09:10:16.178	222,589.23	1,774,631.58	16°02'08.93"	17°35'33.13"	peu profonde
OA-3	Début (jour)	12/1/2016	08:16:21.873	226,347.97	1,774,984.53	16°02'21.93"	17°33'26.91"	pronfonde
OA-3	Fin (jour)	12/1/2016	08:22:20.105	226,371.92	1,775,072.42	16°02'24.79"	17°33'26.14"	pronfonde
OA-3	Début (jour)	12/1/2016	07:54:30.403	226,340.79	1,774,975.23	16°02'21.62"	17°33'27.15"	peu profonde
OA-3	Fin (jour)	12/1/2016	08:00:15.923	226,365.09	1,775,055.26	16°02'24.23"	17°33'26.36"	peu profonde
OA-1	Début (nuit)	12/1/2016	03:42:03.597	219,068.06	1,777,360.15	16°03'36.20"	17°37'32.67"	pronfonde
OA-1	Fin (nuit)	12/1/2016	03:48:20.500	219,084.14	1,777,459.10	16°03'39.42"	17°37'32.17"	pronfonde
OA-1	Début (nuit)	12/1/2016	03:21:57.888	219,064.38	1,777,335.71	16°03'35.40"	17°37'32.78"	peu profonde
OA-1	Fin (nuit)	12/1/2016	03:27:34.900	219,077.69	1,777,418.79	16°03'38.11"	17°37'32.37"	peu profonde
OA-2	Début (nuit)	12/1/2016	04:48:43.716	222,559.35	1,774,487.21	16°02'04.23"	17°35'34.07"	pronfonde
OA-2	Fin (nuit)	12/1/2016	04:53:55.950	222,575.83	1,774,566.71	16°02'06.82"	17°35'33.55"	pronfonde
OA-2	Début (nuit)	12/1/2016	04:33:12.310	222,560.93	1,774,484.70	16°02'04.15"	17°35'34.02"	peu profonde
OA-2	Fin (nuit)	12/1/2016	04:38:51.757	222,578.45	1,774,568.81	16°02'06.89"	17°35'33.46"	peu profonde
OA-3	Début (nuit)	12/1/2016	05:31:39.169	226,346.45	1,774,973.45	16°02'21.57"	17°33'26.95"	pronfonde
OA-3	Fin (nuit)	12/1/2016	05:37:08.258	226,361.80	1,775,055.46	16°02'24.24"	17°33'26.47"	pronfonde
OA-3	Début (nuit)	12/1/2016	06:16:11.618	226,352.02	1,775,021.66	16°02'23.14"	17°33'26.79"	peu profonde
OA-3	Fin (nuit)	12/1/2016	06:21:22.731	226,366.10	1,775,100.89	16°02'25.72"	17°33'26.35"	peu profonde

Système de coordonnées XY: WGS84 UTM Zone 28N
Unité(s): mètres
Système de coordonnées latitude-longitude: WGS84
Unité(s): Degrés, Minutes, Secondes.

Annexe C

Polluants prioritaires définis par l'USEPA

Liste d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) désignés comme polluants prioritaires par la U.S. Environmental Protection Agency.

Naphtalène
1,2-dihydroacénaphtylène
Acénaphtylène
Fluorène
Anthracène
Phénanthrène
Fluoranthène
Pyrène
Benzo[a]anthracène
Chrysène/triphénylène
Benzo[b]fluoranthène
Benzo[k,j]fluoranthène
Benzo[a]pyrène
Dibenz[a,h]anthracène
Benzo[ghi]pérylène
Indéno[1,2,3-c,d]pyrène

ANNEXE E : RAPPORTS SUR LES RESSOURCES HALIEUTIQUES, LA PÊCHE ET LES COMMUNAUTÉS DE PÊCHEURS

Annexe E
Rapports sur les ressources halieutiques, la pêche et les communautés de pêcheurs

CONTENU DE L'ANNEXE

La présente annexe fournit des données compilées par les experts mauritaniens et sénégalais sur les ressources halieutiques et la pêche et sur les communautés de pêcheurs dans les portions mauritanienne et sénégalaise de la zone d'étude restreinte du projet.

E-1 Rapport sur les ressources halieutiques et la pêche dans la portion mauritanienne de la zone d'étude restreinte du projet

E-2 Rapport sur les ressources halieutiques et la pêche dans la portion sénégalaise de la zone d'étude restreinte du projet

E-3 Rapport sur les communautés de pêcheurs dans la portion mauritanienne de la zone d'étude restreinte du projet

E-4 Rapport sur les communautés de pêcheurs dans la portion sénégalaise de la zone d'étude restreinte du projet

ANNEXE E-1 : RAPPORT SUR LES RESSOURCES HALIEUTIQUES ET LA PÊCHE DANS LA PORTION MAURITANIENNE DE LA ZONE D'ÉTUDE RESTREINTE DU PROJET

PROJET AHMEYIM/GUEMBEUL DE PRODUCTION DE GAZ OFFSHORE EN MAURITANIE ET AU SENEGAL

2017

Étude d'impact environnemental et social

Ressources halieutiques et pêche dans la portion mauritanienne de la zone d'étude restreinte du projet Ahmeyim/Guembeul de production de gaz

Ecodev
Ext Ilot K 155 - TVZ
BP 41 74
Nouakchott, Mauritanie
Phone : (222) 529 30 54

Mahfoudh Taleb Sidi

12 avril 2017

Révisé octobre 2017

Sommaire

1. INTRODUCTION....1
2. CONTEXTE ACTUEL....3
3. DECOUPAGE DE LA ZEEM....5
4. BIODIVERSITE MARINE ET COTIERE....8
5. STATUT DE LA BIODIVERSITE MARINE ET COTIERE (LISTE ROUGE DE L'UICN)....11
6. LES RESSOURCES HALIEUTIQUES....14
   - *A. Les ressources pélagiques....14*
   - *B. Les espèces démersales....19*
7. SYSTEME DE GESTION ET D'EXPLOITATION DES RESSOURCES HALIEUTIQUES....27
   - *A. Systèmes de gestion....27*
   - *A.1. Droit d'usage des ressources halieutiques....27*
   - *A.2. Les licences de pêche....27*
   - *A.3. Les accords de pêche....28*
   - *A.3.1. Accord de pêche avec le Sénégal....28*
   - *A.3.2. Accord privé entre la Mauritanie et Japan Tuna....29*
   - *A.3.3. Accord de pêche privée avec la Société chinoise Poly-HonDone....29*
   - *A.3.4. Accord avec l'Union européenne....30*
   - *A.3.5. Le repos biologique....30*
   - *A.3.6. La pêche INN....31*
   - *B. Système d'exploitation....31*
   - *B.1. Pêche artisanale....31*
   - *B.1.1 Evolution de l'effectif des unités de pêche artisanale....33*
   - *B.1.2. Evolution des engins de pêche de la pêche artisanale et côtière....35*
   - *B.1.3 Capture de la pêche artisanale....36*
   - *B.1.4.Biodiversité de la faune aquatique et pêche artisanale au Parc National du Diawling (PND)....37*
   - *B.2. La flotte de pêche côtière....41*
   - *B.2.1. Pêche côtière mauritanienne....42*
   - *B.2.2. Pêche côtière chinoise....42*
   - *B.2.3. Pêche côtière turque....43*
   - *B.3. La Pêche Hauturière....43*
   - *B.3.1 Pêche industrielle pélagique....43*
   - *B.3.2.Pêche thonière hauturière....46*
   - *B.3.3. Pêche industrielle démersale....47*
8. SYNTHESES ET CONCLUSIONS GENERALES....52
9. BIBLIOGRAPHIE....56

1. Introduction

La Zone Economique Exclusive mauritanienne (ZEEM) a une superficie de plus 234 000 km².La côte mauritanienne est un vaste ensemble qui s'étend entre l'embouchure du fleuve Sénégal 16°04' à la pointe du Cap Blanc (20°36'N) de latitude Nord sur près de 720 Km (Sanyo, 2002). Elle est rocheuse au nord du cap Blanc, sableuse et rectiligne au sud du cap Timiris. Le plateau continental au sud du cap Blanc est large de 40 à 60 milles puis se rétrécit jusqu'au niveau du cap Timiris où l'isobathe 200 ne se trouve plus qu'à 10 milles de la côte. De nombreuses fosses entaillent profondément le plateau continental et arrivent au contact du banc où les fonds de 10m voisinent alors avec ceux de 300 à 400m. Dans la zone centre de la ZEEM, l'accore du plateau au-delà des fonds de 200 m se présente en chute nette avec un talus bien marqué suivi d'une pente franche. Les formations rocheuses apparaissent ici plus nombreuses qu'au nord du cap Timiris, entre les sondes de 15 et 30 m. Au sud de 18°00'N, ces roches peuvent former des reliefs longitudinaux bien marqués. Le plateau est beaucoup plus régulier avec cependant des canyons sous-marins que l'on trouve entre 18°40'N et 18°50'N. Plus au sud encore, de nombreuses fosses de moindre importance entaillent le rebord du plateau ; les plus importantes sont situées à 16°30'N et 16°50'N (Dubrovin et al., 1991).

Le plateau continental, d'une superficie de 39 000 km², est plus étendu au Nord qu'au sud (Bonin et al, 2013).

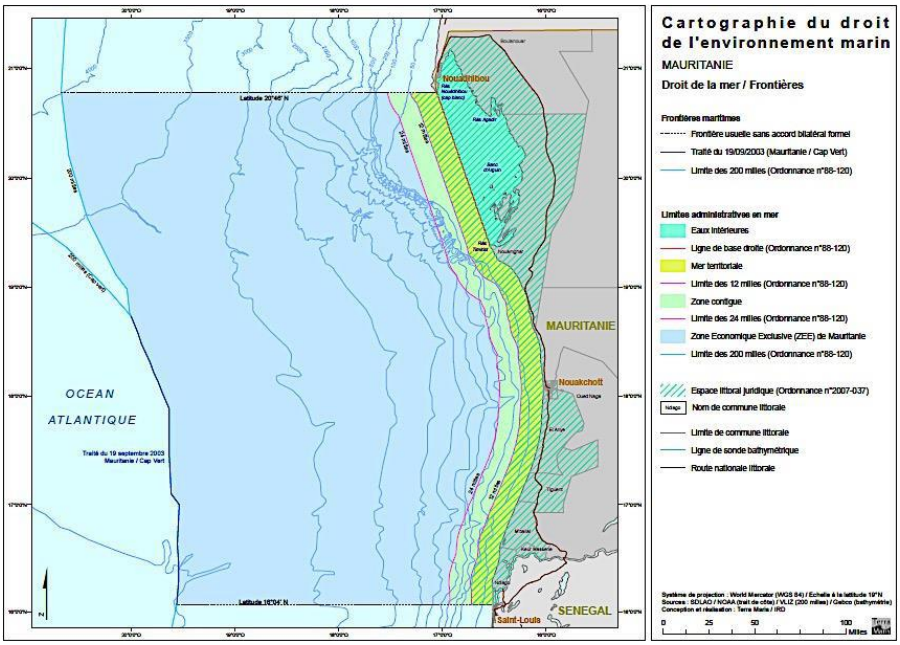


Fig. 1 La Zone Economique Exclusive Mauritanienne (Bonnin, 2013)

La délimitation de la zone d'étude du projet Ahmeyim/Guembeul de production de gaz tient compte de tous les secteurs susceptibles d'être affectés par le projet. Elle inclut :

1) une zone d'étude restreinte (Fig.2). C'est l'aire immédiate autour des infrastructures et des opérations prévues dans la zone offshore, la zone de pipelines et la zone à proximité des côtes; les couloirs de transit les ports, les installations d'amarrage et d'entreposage occupées ou situées à proximité des bases logistiques de Nouakchott (port et aéroport); le couloir maritime entre les infrastructures projetées et le port de Nouadhibou d'où seront acheminés potentiellement des roches durant la phase de construction du projet; et les communautés côtières entre Nouakchott et N'Diago.

2) La zone d'étude élargie inclut les zones sensibles à proximité des infrastructures projetées notamment le delta du fleuve Sénégal et l'aire protégée du Parc National du Diawling (PND) et la Réserve du Chat Boul.

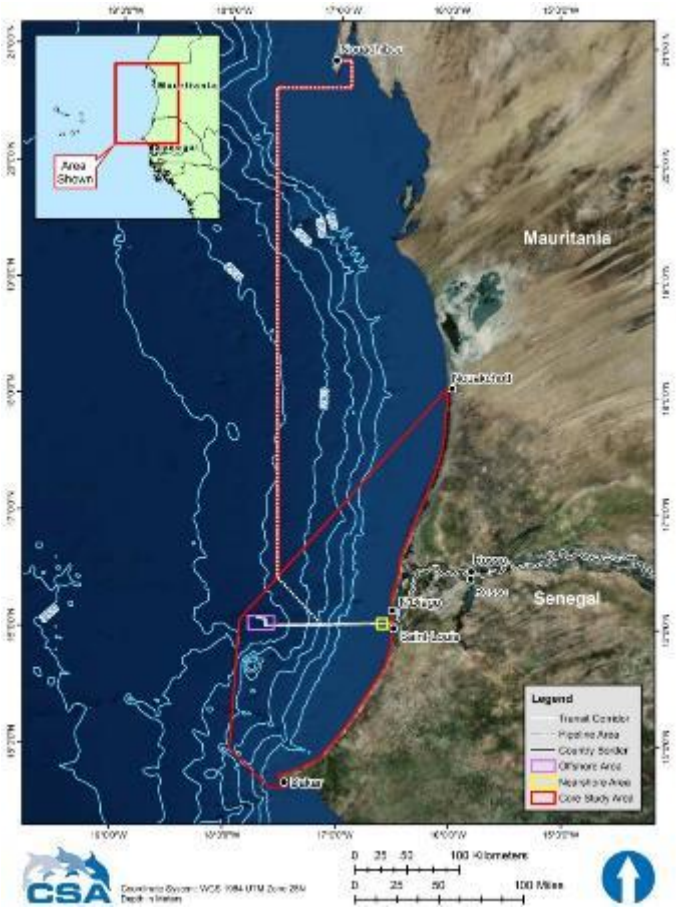


Fig. 2 Localisation de la zone d'étude du projet Ahmeyim/Guembeul de production de gaz

La région maritime de la République Islamique de Mauritanie est l'un des deux grands systèmes d'upwelling les plus productifs de l'Océan Atlantique. Elle supporte de grandes pêcheries commerciales (Pauly et Christensen, 1995). En 2010 et 2011, les captures ont atteint 1 200 000 tonnes par an (IMROP, 2014). Elles ont chuté sensiblement à la faveur d'introduction de mesures de protection de cette richesse jugées très contraignantes par les armements étrangers, responsables de la plus grande partie de la production halieutique dans la ZEEM.

Malgré cette conjecture baissière passagère, la pêche reste une activité structurante pour l'économie nationale.

Cette ZEEM accueille une diversité biologique marine et côtière d'une importance internationale. L'Upwelling côtier est la source principale de cette diversité. Ce dernier est permanent au nord de la ZEEM et saisonnier dans la région côtière centre et sud de cette ZEEM, qui concerne la zone d'étude restreinte du projet Ahmeyim/Guembeul.

La Mauritanie est aussi une zone de transition biogéographique exceptionnelle particulièrement au niveau de la zone du Cap Blanc- Cap Timiris où des dizaines d'espèces d'origine tropicales et tempérées à tous les niveaux des règnes animal et végétal se côtoient (Inejih et al ; 2014). Or les

ressources halieutiques sont très fragiles en général, mais elles le sont davantage quand elles se retrouvent à leur périphérie de distribution.

L'avènement de l'exploration offshore du pétrole à la fin des années 1990, a suscité beaucoup d'espoirs mais aussi des craintes à telle enseigne que plusieurs acteurs se posaient la question : pétrole offshore et poissons que choisir ? Heureusement avec le recul et les expériences accumulées de par le monde, notamment en Norvège et au Brunei, les autorités, la société civile et les professionnels se rendent compte de la possibilité de concilier les activités pêche et le pétrole. Mieux ils considèrent que l'exploitation des hydrocarbures leur permet d'intégrer les préoccupations de durabilité avec des partenaires étrangers (Union européenne, Japon, Russie..) du fait que l'Etat mauritanien n'est plus tributaire uniquement des seules entrées de la pêche comme source d'entrée de devise.

Dans la perspective de cette conciliation, des études d'impacts environnementales pour toutes activités offshores d'envergures deviennent obligatoires. C'est pour répondre à cette obligation que nous entamons la présente étude sur les ressources halieutiques et la pêche ; celle-ci vise principalement à établir la situation détaillée des ressources halieutiques et de la pêche maritime dans les eaux entre Nouakchott et la frontière sud de la Mauritanie dans le contexte du projet Ahmeyim/Guembeul de production de gaz proposé par la société Kosmos Energy.

Ce rapport sera également un support pour répondre à plusieurs questions liées aux éventuels impacts du projet dont notamment :

1. La zone du projet et la zone d'étude restreinte de l'étude d'impact environnemental et social chevaucheront-elles avec l'aire de distribution d'espèces halieutiques d'importance ou impacteront-elles la biodiversité marine et littorale, support de cette richesse halieutique ? Cette question est traitée dans le présent rapport en abordant la distribution de la biodiversité, des ressources et des captures dans la zone économique exclusive mauritanienne (ZEEM) en focalisant l'attention sur la zone d'étude restreinte du projet et ses zones adjacentes particulièrement :le Parc National du Diawling et la Réserve de Chatt Boul, .
2. Quel est l'état de la ressource halieutique pélagique et démersale, qui est d'une grande importance commerciale et qui migre relativement peu, et de leur niveau d'exploitation dans la ZEEM et notamment dans la zone d'étude restreinte du projet Ahmeyim/Guembeul de production de Gaz en particulier.

Cette démarche, qui exploite les documents et les données existants, mais aussi les données expertes, vise à aboutir à des informations permettant de répondre à ces questions. Mais, au préalable, un inventaire des différents compartiments bathymétriques pour les espèces démersales sera effectué.

Nous présentons succinctement le contexte général avant de focaliser l'attention sur la biodiversité marine et côtière en mettant l'accent sur les espèces exploitées et leur dynamique spatialo-temporelle en privilégiant la zone d'étude restreinte du projet.

2. Contexte actuel

Dans un contexte désertique extrême, la pêche maritime constitue, en Mauritanie, la principale activité d'exploitation des ressources naturelles renouvelables. L'économie du pays est donc fortement dépendante de la disponibilité et de l'exploitation de ses ressources halieutiques. Cette exploitation répond non seulement à la demande alimentaire domestique de plus en plus soutenue, mais surtout participe à la création de richesse et d'emplois. Tout en limitant son empreinte

écologique, cette exploitation se doit de répondre à plusieurs enjeux et menaces pour satisfaire les besoins des générations actuelles sans compromettre ceux des générations futures.

Outre une croissance démographique importante, le pays doit faire face à un processus d'urbanisation, de littoralisation et de développement rapide, qui modifie le contexte socio-économique déjà pesant dans la zone côtière. La problématique de l'emploi constitue l'une des plus grandes préoccupations au niveau national à cause du taux élevé de chômage (31 %, EPCV 2008) mais « uniquement » 13 % en 2014 toujours suivant les enquêtes de l'Office Nationale des Statistiques (ONS). Ce qui reste tout de même assez élevé. Il faut donc adapter le système de formation et accroitre la capacité de production du secteur des pêches afin d'offrir des opportunités d'emploi permanents.

Les changements climatiques peuvent se manifester par une accentuation des événements « naturels » extrêmes (sécheresse, inondation, élévation du niveau de la mer), ce qui pourrait conduire à une augmentation de l'exode rural vers la côte. Il y a aussi la possibilité de phénomènes plus pernicieux comme l'acidification de l'océan (Scott et al, 2009) et l'expansion de la zone de minimum d'oxygène et la baisse de l'intensité d'upwelling (Birane et al., 2016). Pour le sud de la ZEEM, ces changements peuvent affecter la biomasse et la distribution de plusieurs espèces de poissons d'importance commerciale.

Dans la ZEEM, l'activité de pêche actuelle intervient dans un contexte mondial marqué par une surexploitation de plusieurs espèces démersales et plus rarement pélagiques et une demande de plus en plus forte sur les produits halieutiques notamment de poissons gras. Les qualités nutritionnelles des poissons gras et leur richesse en Oméga 3 rendent les espèces pélagiques de plus en plus convoitées. Aussi de réelles possibilités de développement existent et ces potentialités halieutiques exercent un tel attrait sur les pavillons étrangers que certains sont disposés à y pêcher même de façon frauduleuse.

Pour asseoir une politique d'aménagement et de développement des pêches, y compris pour les espèces démersales, le Gouvernement mauritanien a instauré en 2015 de nouvelles mesures de gestion basées sur les quotas individuels. Pour une plus grande acceptabilité sociale, cette évolution intervient dans un contexte d'innovations institutionnelles et organisationnelles qui favorisent de nouvelles formes d'organisation et de coordination et donc la bonne gouvernance : (i) création en 2013 des Gardes Côtes Mauritaniennes et de la Zone Franche de Nouadhibou, avec son cluster de compétitivité halieutique, (ii) réorganisation en 2015 du Ministère de la Pêche et de l'Economie Maritime (MPEM) avec une décentralisation plus accentuée de ses différentes directions sur tout le littoral) pour prendre en compte l'impératif de la préservation et la durabilité de ces ressources stratégique et l'attente des opérateurs du secteur où qu'ils se trouvent.

En Mauritanie, la pêche se distingue par cinq caractéristiques principales :

- Une ZEEM parmi les plus poissonneuses au monde ;
- Une biodiversité marine et côtière riche et variée dont des dizaines d'espèces sous-exploitées avec deux exceptions notables : le poulpe (*Octopus vulgaris*) et la sardinelle ronde (*Sardinella aurita*) ;
- Plus de 97 % des poissons pêchés dans les eaux mauritaniennes sont destinés à l'exportation ;
- Plus de 80 % des prises sont réalisées par des flottes étrangères opérant dans le cadre d'accord de pêche ou de contrat d'affrètement ;
- La filière pêche représente environ 18 % du budget national, 40 % des recettes en devise, environ 4-5 % du Produit Intérieur Brut (PIB) et 36 % de l'emploi dit moderne. Ces statistiques donnent des indications sur la contribution du secteur mais ne constituent pas pour autant de réels indices de performance de la santé économique de ce secteur dont les retombées peuvent encore être plus importantes.

L'objectif principal de ce diagnostic est de procéder à un état des lieux du secteur des pêches en Mauritanie, et de permettre notamment de saisir les éventuels impacts ou interactions avec le projet Ahmeyim/Guembeul de production de gaz offshore au large de l'extrême sud de la ZEEM. Pour atteindre ces objectifs nous donnons un aperçu succinct de la situation du secteur des pêches notamment maritime en Mauritanie en traitant successivement les aspects de biodiversité marine et côtière, les ressources halieutiques et leur système d'exploitation. Un accent particulier sera accordé à la zone d'étude restreinte du projet Ahmeyim/Guembeul de production de gaz offshore au large des côtes à la frontière maritime mauritano-sénégalaise.

Etant donné l'importance de la composante spatiale de cette étude, nous commençons par présenter les découpages de la ZEEM, établis à priori, tant pour les campagnes scientifiques expérimentales, base de l'étude de la biodiversité, que pour le volet pêche. Il n'est donc pas possible de le charger à posteriori.

3. Découpage de la ZEEM

3.1. Découpage dans les campagnes scientifiques

Dans les campagnes scientifiques, la ZEEM a été divisée en trois zones : nord, centre et sud (Fig.3).

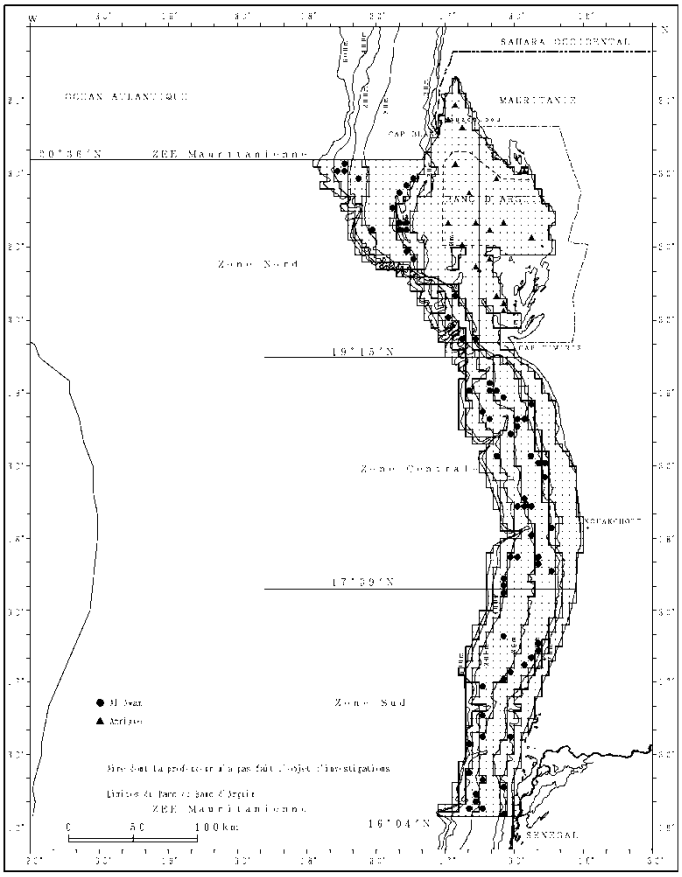


Fig. 3 Découpage de la ZEEM utilisée lors des campagnes scientifiques

Dans chaque zone, cinq strates de profondeur ont été définies (Tableau 1). Pour la superficie totale, un gradient nord sud s'établit. Celui-ci s'explique par une plus grande largeur du plateau continental dans la zone nord.

Tableau 1 : Superficie, en km², de chaque zone en fonction des strates bathymétriques

Profondeur	Zone nord	Zone centrale	Zone sud	Total
0- 30 m	7 110	2 730	1 550	15 820
30-80 m	2 830	2 980	2 910	8 720
80-200 m	1 300	2 560	2 730	6 590
200-400 m	980	1 720	1 060	3 760
400-600 m	730	710	440	1 880
Total	**12 950**	**10 700**	**8690**	**36 770**

3.2. Découpage utilisé pour l'activité de pêche industrielle

La base de données des livres de bord (ou journaux de pêche) gérée par les Gardes Côtes Mauritaniennes, regroupe les déclarations de captures par espèce, ou groupe d'espèces et d'effort de pêche (en nombre d'heures de chalutage, du nombre d'opérations et de jours de pêche) à l'échelle du jour, du bateau depuis 1991. Ces statistiques décrivent l'activité par zone géographique.

Pour décrire la répartition spatiale de l'activité de pêche dans la ZEEM, seules les données de la pêche industrielle sont géo référenciées (carré statistique de 30 mn de côté, Fig.4).

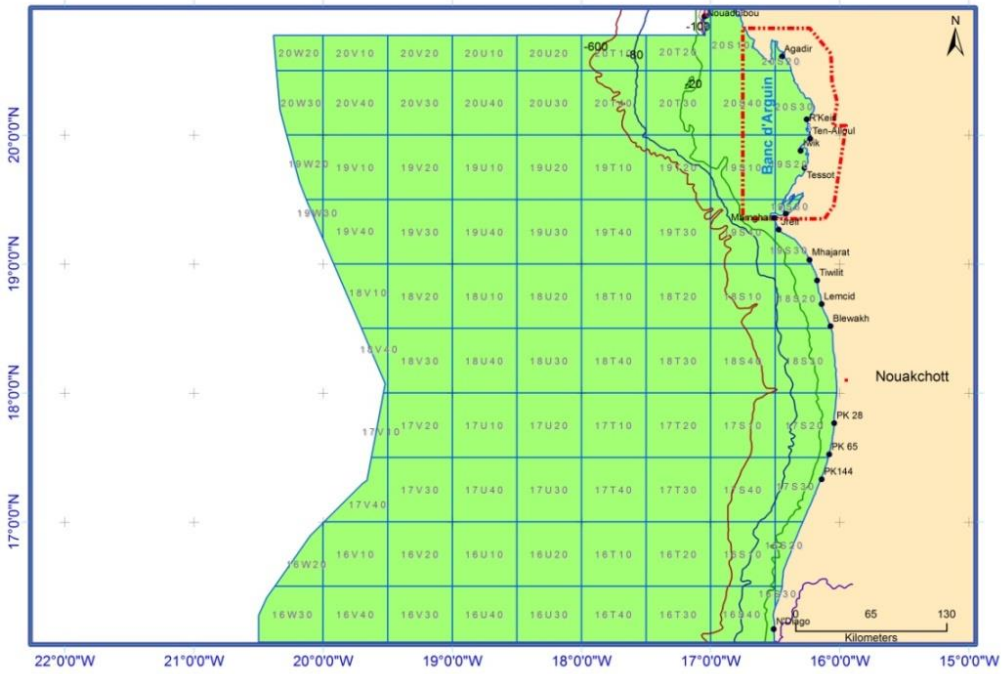


Fig. 4 découpage de la ZEEM en secteur statistique de 30 mn X 30 mn pour le suivi de l'activité de la pêche industrielle

3.3 Découpage utilisé pour la pêche artisanale

L'échantillonnage au débarquement est la principale source d'information pour la pêche artisanale et côtière. Il ne couvre pas l'ensemble des sites de débarquement ni les zones de pêche en raison du caractère informel de ce sous-secteur et de l'insuffisance des moyens de suivi mis en œuvre. Aucune information officielle sur la répartition spatio-saisonnière fine de ce segment, de très faible rayon

d'action, n'est disponible, faute de registre spécifique ou d'enquête dédiée. Il n'est donc pas possible de suivre la répartition de l'effort de pêche artisanale ni connaitre avec précision les zones de pêche de ce segment. En lieu de place, l'IMROP identifie 5 régions de débarquements

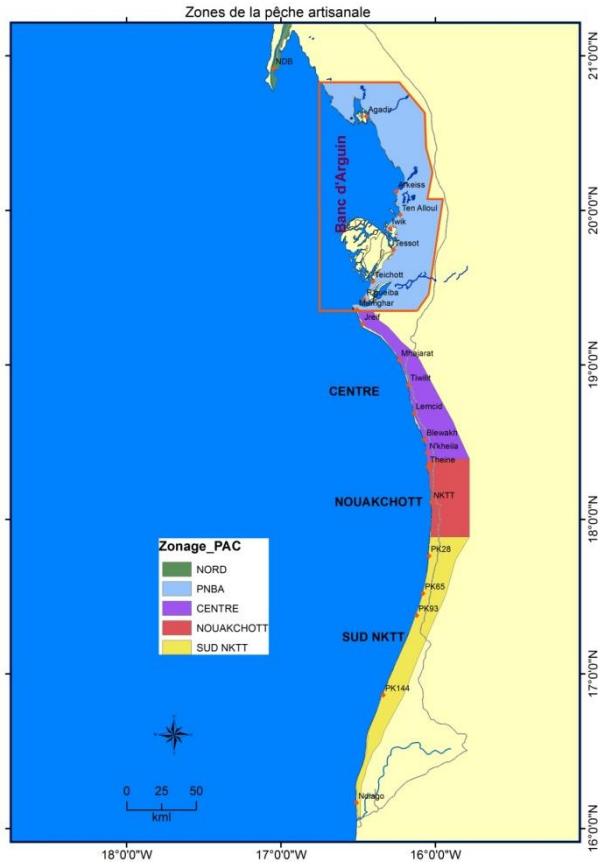


Fig. 5 Découpage utilisé pour le suivi de l'activité de la pêche artisanale

Il est un fait que la partie centre et le sud du littoral mauritanien manque encore d'infrastructures de débarquement et de services aux bateaux. Des projets sont en cours pour modifier cette situation et répartir les efforts de pêche de la pêche artisanale pour mieux exploiter les ressources dans la partie centre et sud de la ZEEM et alléger ainsi la pression sur les ressources et la biodiversité dans la zone nord de la ZEEM.

Le zonage permet une organisation cohérente de l'espace de nature à éviter la concentration de l'effort de pêche sur une seule ressource pendant une saison donnée et dans un seul secteur, évitant ainsi la surexploitation de cette ressource halieutique et en même les conflits entre les différents segments de pêche (artisanale, côtière et hauturière). Une zone côtière exclusive est réservée à la pêche artisanale. Cette zone exclusive est située en deçà de 6 milles marins dans la partie sud de la ZEE mauritanienne et inférieure à 9 milles marins ailleurs sur la côte. Seulement, la pêche artisanale et la pêche côtière ne sont pas cantonnées vers le large. Vu les profondeurs de plus en plus importantes fréquentées par la pêche artisanale et côtière et l'absence de cantonnement à une zone particulière, la perte des casiers et des pots à poulpe reste assez fréquente. En effet, l'interaction est en particulier forte avec les chalutiers pélagiques mais aussi les chalutiers démersaux. Aussi, des collisions, souvent mortelles, sont aussi signalées particulièrement de nuit entre les chalutiers industriels et les embarcations artisanales qui ne disposent pas de réflecteurs radars, ni de feux de signalisation. Ces embarcations ne sont donc pas repérables par les grands navires. Le zonage est établi dans une logique de préserver les profondeurs inférieures à 20 mètres du chalutage riche en biodiversité.

4. Biodiversité marine et côtière

La biodiversité est d'abord considérée en se basant sur la définition de la Convention sur la Diversité Biologique (CDB) précisée en son article 2. D'un point de vue scientifique, cette définition reflète trois niveaux d'organisation : le niveau des gènes (variabilité génétique au sein des espèces), le niveau des espèces (diversité des taxons) et le niveau des écosystèmes (diversité des communautés d'espèces et de leur environnement non vivant). C'est le deuxième niveau, qui est considéré ici.

La Zone Economique Exclusive Mauritanienne (ZEEM) se caractérise par une grande diversité des ressources halieutiques regroupant près de 500 espèces dont 50 font l'objet d'une exploitation plus ou moins ciblée. Ces ressources sont réparties sur l'ensemble du territoire maritime mais de façon très inégale. Grâce à la combinaison de l'Upwelling, permanent au nord de la Mauritanie et saisonnier au sud (Tableau 2), et aux nutriments apportés par le Fleuve Sénégal dans la zone sud. , cet écosystème est très productif avec une grande biodiversité. Il offre ainsi une large palette d'habitats pour des algues, des herbiers, des invertébrés et des espèces de poissons : petits pélagiques, espèces démersales côtières et du large, espèces hautement migratoires comme les thons. Il abrite aussi des espèces emblématiques comme les mammifères marins, les oiseaux et les tortues de mer.

Tableau 2 : Période d'intensité de l'Upwelling sur la côte nord-ouest africaine (zone du courant des Canaries) et production primaire annuelle (Sanyo, 2002).

Zone	Période d'intensité de l'Upwelling (mois)	Longueur de la côte (km)	Zone du large sous l'influence de l'Upwelling (km)	Surface (km^2)	Production primaire annuelle (tonne C/an)
Freetown – Dakar	10, 11, 12, 1, 2	800	50	40×10^3	$34{,}80\times10^6$
Dakar – Cap Blanc	10, 11, 12, 1, 2, 3, 4	700	150	105×10^3	$12{,}19\times10^6$
Cap Blanc – Canaries	4, 5, 6, 7, 8, 9	1.020	300	306×10^3	$31{,}40\times10^6$
Canaries – Casablanca	4, 5, 6, 7, 8, 9	1.000	150	150×10^3	$12{,}83\times10^6$
Cape St. Vincent – Vigo	6, 7, 8, 9, 10	600	150	90×10^3	

4.1. Répartition de la biodiversité côtière

Dans la partie côtière, l'Upwelling explique la grande richesse en ressources marines exploitables mais aussi la diversité biologique, notamment côtière tout aussi remarquable. Ainsi dans la zone du projet (zone sud, Fig.6), un gradient côte large décroissant, mesuré en nombre moyen d'espèces rencontrées dans les campagnes de scientifiques chalutages de l'IMROP pour la période 2011-2015, est observé. En deçà de la strate de 400 m de profondeur, 426 espèces de la faune marine ont été identifiées dans la zone d'étude restreinte du projet. La diversité spécifique est maximale entre 30 et 80 m. Elle baisse par la suite de façon très sensible au-delà de 200m.

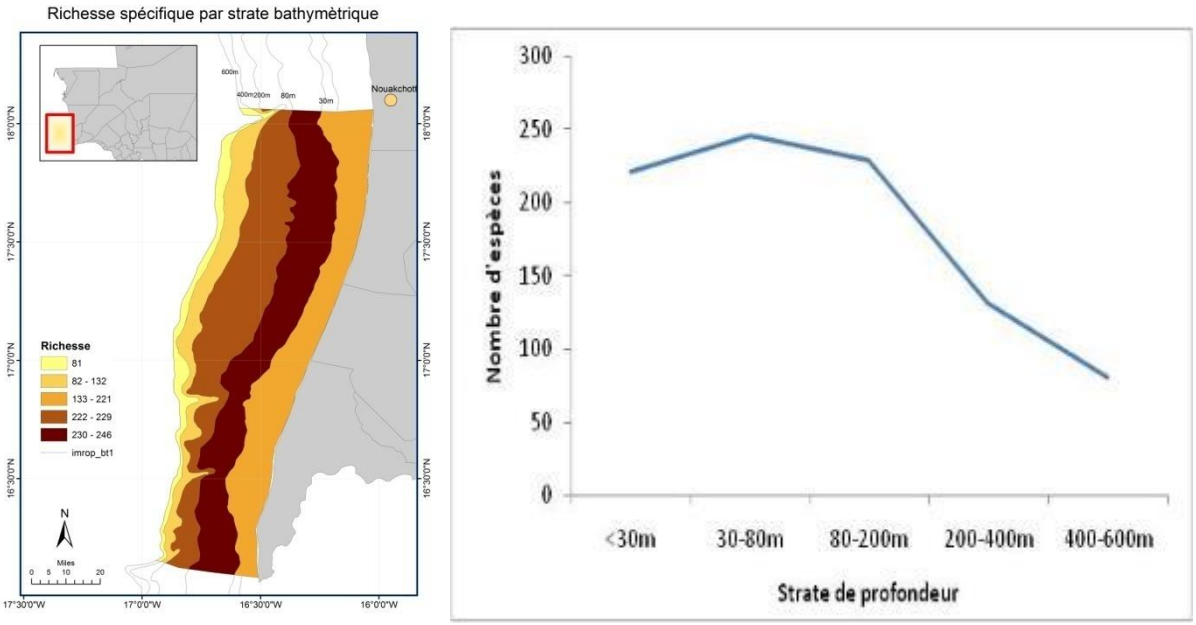


Fig.6 Variation bathymétrique de la diversité spécifique (en nombre d'espèce) dans le sud de la ZEEM

Etant donné son importance économique et sociale directe, la biodiversité des espèces marines et côtières exploitables est suivie dans la ZEEM de façon continue depuis le début des années 1980 par l'Institut Mauritanien de Recherches Océanographiques et des Pêches (IMROP). La connaissance de la distribution géographique des espèces est cruciale pour les besoins de l'exploitation, de la conservation et de la gestion de la biodiversité.

A l'échelle de la ZEEM et de sa zone adjacente, les inventaires de la biodiversité restent encore modestes. Inejih et al (2014) ont répertorié environ 2403 espèces pour toute la ZEEM contre plus de 7700 espèces au Maroc voisin. Cette différence provient principalement de l'effort de recherche encore insuffisant dans la zone mauritanienne. **Aussi certaines espèces peuvent même disparaitre avant qu'elles ne soient répertoriées**.

4.2. Biodiversité marine

Globalement, l'état des connaissances sur la zone profonde au-delà de 400 m est assez fragmentaire voire, dans certains cas, déficient. Les explorations pétrolières dans des fonds de plus en plus profonds ont été à l'origine de la découverte de la richesse de ces écosystèmes dans la ZEEM. Les deux dernières décennies ont vu un accroissement spectaculaire des études qui traduisent l'intérêt accordé par la communauté scientifique à la compréhension de la diversité biologique de ces écosystèmes.

Dans ce cadre, la découverte du plus long habitat corallien d'eau froide au monde dans la ZEEM a suscité un regain d'intérêt des scientifiques pour cette zone. Ces monticules sont à environ 100 m de hauteur, 500 m de large à la base, et couvrent une étendue linéaire d'au moins 190 km (Colman et al, 2005). Ainsi, pour évaluer cette importante biodiversité, des campagnes de recherche scientifiques espagnoles, allemandes, norvégiennes, et françaises se sont déroulées lors de la dernière décennie. La publication des résultats de ces investigations ne manquera pas d'apporter des connaissances nouvelles à cet égard. Mais déjà les premiers résultats disponibles sont assez saisissants.

Ainsi, le bateau de recherche espagnol Vizconde de Eza a effectué une campagne scientifique entre le 15 novembre et le 12 décembre 2007 dans la zone mauritanienne entre 200 et 2000 mètres (Ramil et Ramos, 2007). L'objectif de leur travail était d'évaluer la richesse faunistique et l'abondance et la biomasse de la communauté benthique (Tableau 3). Ce type d'inventaires faunistique exhaustif de

cette communauté benthique peut servir de base pour l'étude et le suivi de l'impact environnemental des activités anthropiques comme la pêche et l'exploitation pétrolière.

L'objectif des campagnes du N/O Espagnol Vizconde de Eza visait à comprendre l'importance de la richesse spécifique de la macrofaune et le déterminisme de l'organisation spatiale de peuplements de la faune de 200 à 2000 m au large de la Mauritanie ainsi que sa variation spatio-saisonnière. Comme tout engin de pêche, le chalut démersal utilisé dans ce cas ne permet pas une étude qualitative et quantitative de toute la diversité présente. Le meiobenthos, par exemple n'était pas concerné dans ce cas.

Tableau 3 : Diversité par grand groupe taxonomique entre 200 et 2000 m au large de la ZEEM (Ramil et Ramos ; 2007)

Phylum	Abondance en nombre %	Biomasse en poids (%)
Echinodermes	94,583	97,298
Cnidaires	4,476	2,625
Crustacés	0,507	0,065
Pycnogonidés	0,229	0,002
Mollusques	0,136	0,006
Annélide	0,045	0,003
Bryozoaires	0,013	0,000
Porifera	0,008	0,001
Sipuncula	0,003	0,000

Lors de cette campagne 206 espèces benthiques ont été répertoriées. En moyenne la richesse en espèces était de 29 espèces d'invertébrés benthiques par coup de chalut. Dans la partie sud de la ZEEM, 79 espèces sont rencontrées avec des rendements par coup de chalut nettement plus faibles (13 espèces). Dans ce secteur, les Holothuries (échinodermes) dominent largement tant au niveau abondance (nombre d'individus) qu'en biomasse (poids) soit 94% du nombre d'individus et 98% de la biomasse totale (Tableau 4).

Tableau 4 : Principaux résultats obtenus par zone obtenus par la campagne de Vizconde de Eza en 2007

Zone	Nombre de coup de chalut	nombre d'espèces	espèces/coup de chalut	indiv./coup de chalut	Biomasse (Kg)/coup de chalut
Nord	28	138	14	1448	90
Centre	26	81	11	458	26
Sud	23	79	13	2930	327
Total (moyenne)	77	206	29	1556	150

Globalement pour toute leur zone d'étude, 70 espèces différentes ont été enregistrées pour la state comprise entre 801 et 1200 m (11 espèces par coup de chalut) avec la domination au niveau nombre des Echinoidea : regularia avec 70%, suivie par Ophiuroidea (21%) et Holothuroidea (4%). En termes

de biomasse du groupe dominant était Holothuroidea avec 78% du total, suivie par Echinoidea : regularia (17%).

La biomasse (en Kg) et l'abondance (en nombre) augmente de plus en plus vers le large (Fig.7, Ramil et Ramos, 2007). Ce résultat est à priori surprenant quand on sait que l'influence de l'upwelling faiblit si on va de plus en plus dans les zones des grandes profondeurs. On peut néanmoins observer que l'effet de la pêche, notamment chalutière, diminue de plus en plus qu'on s'éloigne de la côte. Ces zones de grandes profondeurs, de 1200 à 2000 m, qui sont épargnées de toutes activités anthropiques, développent les biomasses et les abondances les plus importantes.

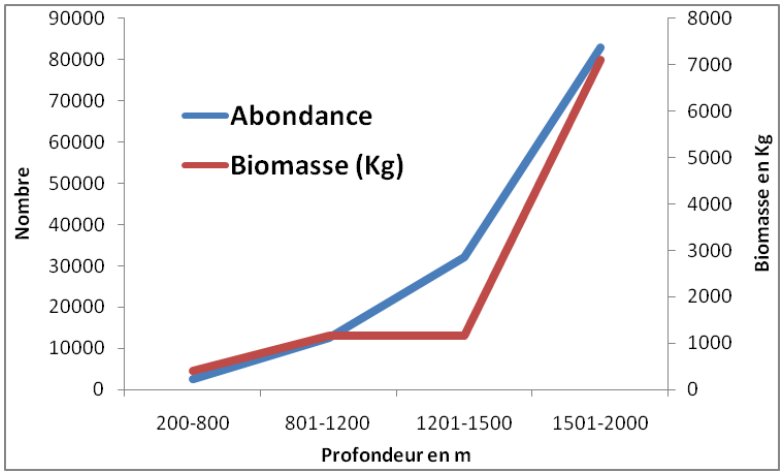


Fig. 7: Evolution de la biomasse et de l'abondance (en nombre) dans les différentes strates

5. Statut de la biodiversité marine et côtière (Liste rouge de l'UICN)

Pour évaluer le statut mondial, régional ou national de toutes les espèces animales et végétales marine et côtière, la Liste Rouge des espèces menacées de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) est aujourd'hui largement reconnue comme l'une des sources d'informations les plus pertinentes et les plus fiables.
Les Catégories de la Liste Rouge de l'UICN sont appliquées aux évaluations des espèces en tenant compte de différents critères (écologie et cycle biologique, répartition, habitat, menaces, tendances actuelle de la population et mesures de conservation) pour déterminer le risque relatif d'extinction de ces espèces.

Dans le cadre d'une démarche régionale comme celle de la région Ouest Africaine (Sidibé, 2010), les espèces évaluées peuvent se classer dans 9 différentes catégories. Les taxons qui sont déclarés définitivement disparus et/ou confrontés à un risque très élevé d'extinction sur la base des données scientifiques pertinentes sont qualifiés comme Eteint (EX), Eteint à l'état sauvage (EW), en danger critique d'extinction (CR), En danger (EN) ou Vulnérable (VU). Les taxons dont les évaluations se rapprochent des seuils de menace ou qui seraient en situation de menace ou pour lesquelles il n'y a pas encore des programmes de conservation sont classés comme Quasi menacé (NT). Les taxons évalués comme ayant un risque faible d'extinction sont classifiés comme Préoccupation mineure (LC). La Liste Rouge de l'UICN répertorie également les taxons qui ne peuvent être évalués en raison d'un manque de connaissances ou d'informations, et ces espèces appartiennent donc à la catégorie Données insuffisantes (DD) et de Non Evalué (NE). Ces deux dernières catégories ne signifient pas nécessairement que l'espèce n'est pas menacée, mais que son risque d'extinction ne peut pas être évalué scientifiquement avec les données actuellement disponible.

L'analyse de situation concernant tout l'Atlantique centre-est ou focalisé sur l'Afrique l'Ouest ou, réalisée par l'UICN et publiée en 2016 ou commanditée par elle (Sidibé, 2010) indique clairement que la menace de cette biodiversité marine dans cette région est en grande partie attribuable à une importante dégradation et perte d'habitat en raison principalement de la surpêche, du changement climatique, de l'introduction d'espèces et de la pollution. Or, l'érosion de cette biodiversité marine, outre ces conséquences catastrophiques sur les populations de ces pays qui en dépendent fortement pour leur nourriture et leur emploi, fragilise aussi les écosystèmes marins et par conséquent le climat de la planète entière, car les océans sont essentiels aux cycles biogéochimiques, dont celui de l'oxygène.
Ces études sont axées sur les espèces demersales et plus globalement les poissons marins osseux. Nous allons aussi traiter succinctement les poissons cartilagineux.

5.1. Les poissons osseux

Ce groupe renferme le plus grand nombreux d'espèces. Il est important tant du point de vue écologique qu'économique. La perte de ces espèces représenterait un grave danger pour la sécurité alimentaire et les moyens de subsistance de plus de 340 millions de personnes vivant dans ces régions. Polidoro et al, 2016, ont évalué le statut des espèces de poissons osseux dans l'Atlantique centre-est de la Mauritanie au Nord à l'Angola au Sud. L'évaluation des 1400 poissons marins osseux, y compris ceux des zones côtières et des eaux profondes de l'Atlantique Centre-Est, montre que moins de 1% d'entre eux sont en danger ou menacés d'extinction. Ainsi, une seule espèce est en danger critique d'extinction et dix sont en danger (Tableau 5). Plus 83 % de ces espèces présentent le statut envié de préoccupation mineure. Aucune extinction n'est enregistrée. Ce qui traduit globalement une situation relativement peu perturbée.

Tableau 5 : Statut des espèces de poissons osseux dans l'Atlantique Centre Est suivant les catégories de la liste rouge de l'UICN (Polidoro et al, 2016)

Catégorie de la liste rouge	Numbre d'espèces	Proportion des espèces	Nombre d'espèces endémiques	Proportion d'espèces endémiques
en danger critique d'extinction (CR)	1	0.1%	0	0.0 %
En danger(EN)	10	0.8 %	5	2.2 %
Vulnérable(VU)	26	2.0 %	10	4.3 %
Quasi menacé (NT)	14	1.1%	2	0.9 %
Préoccupation mineure (LC)	1073	83.3 %	145	62.8 %
Données déficientes (DD)	164	12.7%	69	29.9 %
Total	1288		231	

Dans toute cette zone, la densité maximale de la diversité est de 757 espèces par 100 km². Cette très haute concentration est enregistrée aux alentours des Iles du Cap Vert et à la frontière sénégalo-mauritanienne. Cette zone abrite aussi la plus forte densité d'espèces endémiques (Fig.8). Cependant, uniquement un nombre limité d'espèces endémiques de poissons osseux est observé au large dans la zone d'étude restreinte du projet Ahmeyim/Guembeul de production de gaz.

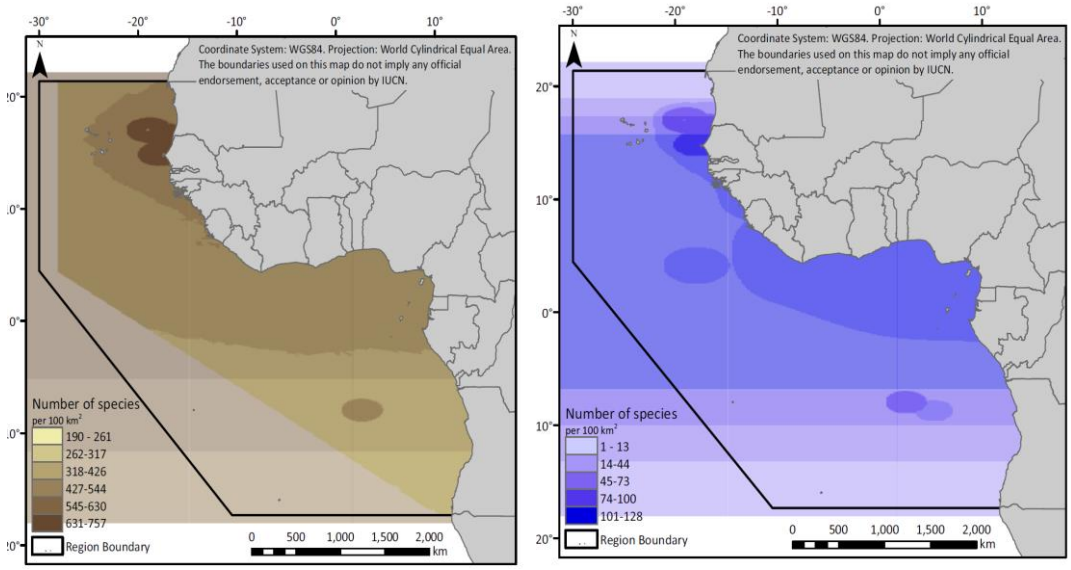


Fig. 8 Distribution de 1288 espèces de poissons osseux (à gauche) et de 231 espèces endémiques marines dans l'océan atlantique Centre-Est (droite) (Source : Polidoro et al, 2016).

5.2. Les poissons cartilagineux

Quatorze espèces de raies et de requins vivant dans la zone CCLME (Canary Current Large Marine ecosystem) sont classées sur la Liste rouge de l'UICN, comme étant soit «en danger d'extinction» ou «en danger critique». Il s'agit notamment deux des trois espèces de poisson-scie (*Pristis pectinata* et *P. perotteti*). Le poisson-scie à petites dents, fréquentait dans le passé les eaux le long de la côte de l'Afrique occidentale, de l'Angola à la Mauritanie (Faria et al., 2013). Il n'y a eu qu'un seul enregistrement confirmé pour la région dans les 10 dernières années en Sierra Leone en 2003; des signalements non-confirmés de (*Pristis* sp.) ont été rapportés en Guinée-Bissau en 2011 et en Mauritanie en 2010 (CCLME, 2013). Trois espèces de raie-guitare sont répertoriées comme étant «en danger d'extinction». Ces espèces sont ciblées par l'ensemble des pêcheries artisanales et capturées comme prises accessoires par les chalutiers de fond. A l'échelle de la sous-région Ouest Africaine de la Mauritanie à la Guinée,,la situation des sélaciens est la même: la raie-guitare (*Rhinobatos cemiculus*) et le poisson paille (*Rhynchobatos lübberti*) ne se retrouvent plus qu'en Mauritanie, tandis que le poisson scie (*Pristis* sp) n'existe plus que dans trois pays (Gambie, Guinée et Guinée-Bissau) (CCLME, 2013).

Au niveau de l'Atlantique tropical et subtropical Est et Ouest, *Pristis pristis* apparait en danger d'extinction dans toutes ses 6 régions de distribution. Le risque d'extinction est quantitativement détecté dans trois de ces régions : côtes des Etats-Unis, la partie nord de l'Amérique du Sud et dans l'Ouest Africain (Carvalho et al, 2013).

En définitive, la biodiversité marine et côtière, est devenue un motif de préoccupation majeure au niveau mondial. Pour les poissons marins osseux, une grande partie des activités humaines notamment la pêche semble jusqu'à présent être compatible avec le maintien d'une biodiversité importante relativement peu perturbée. Ce n'est pas le cas des espèces de poissons cartilagineux (raies et requins) dont une quinzaine sur la cinquante d'espèces répertoriées sont dans un état critique malgré la présence des aires marines protégées notamment celle du Banc d'Arguin qui constitue l'un des plus grands sanctuaires de sélaciens de toute la côte ouest africaine. Cette conservation in situ est souvent vue comme la stratégie idéale, mais elle est rarement possible. La généralisation du chalutage a dans de nombreux cas était à l'origine de la destruction d'habitats de ces espèces rares ou en voie de disparition. Le statut des invertébrés ne requiert pas encoreune grande attention scientifique et politique mis à part les ressources de céphalopodes, de crustacés et gastéropodes, dont le niveau de conservation est assez satisfaisant et qui font l'objet d'exploitation.

6. Les Ressources Halieutiques

En tenant compte de leur habitat, ces ressources sont classées en deux grands groupes, les ressources pélagiques et les ressources démersales.

A. Les ressources pélagiques

Nous allons traiter successivement les espèces en présence et leur potentialité.

A.1. les pélagiques comprennent les grands groupes suivants:

a) Les espèces de petits pélagiques sont reparties à leur tour en fonction de leur affinité biogéographique en deux sous-groupes :
   - Six espèces à affinité tropicale : deux espèces de sardinelles (*Sardinella aurita* et *S. maderensis*), deux espèces de chinchards, chinchard noir (*Trachurus trecae*) et chinchard jaune (*Caranx rhonchus*), le maquereau espagnol (*Scomber japonicus*) et l'éthmalose (*Ethmalosa fimbriata*) ; Elles sont pêchées essentiellement lors de la saison chaude. Leur concentration est plus importante au sud du Cap Timiris. **Ces espèces de petits pélagiques seraient donc les plus susceptibles d'être impactés par le développement du nouveau projet de Kosmos**.
   - Quatre espèces à affinité d'eaux tempérées : la sardine (*Sardina pilchardus*), l'anchois (*Engraulis encrasicolus*), le chinchard blanc (*Trachurus trachurus*) et le sabre argenté (*Trichiurus lepturus*). Elles sont localisées essentiellement au nord du Cap Timiris en saison froide (20°N15).**Ces espèces ne sont donc pas susceptibles d'être présentes dans la zone d'étude restreinte.**

b) Les espèces de thons côtiers : Cinq espèces appartenant à la famille des Scombridés sont pêchées de façon accessoire, plus ou plus régulièrement, dans les eaux mauritaniennes notamment par les flottilles industrielles de petits pélagiques. Il s'agit de la sarde (*Sarda sarda*), de l'auxide (*Auxis rochei* et *Auxis thazard*), de la palomète (*Orcynopsis unicolor*) et de la thonine (*Euthynnus alletteratus*). Les potentialités de petits thonidés sont inconnues mais plus de 16 000 tonnes ont été prélevées, de façon accessoire, par les flottilles pélagiques industrielles en 2011.

c) Les courbine, mulets et Tassergal, qui sont aussi pêchés en masse par la flottille industrielle pélagique en tant que prises accessoires, développent des potentialités estimées à 15 000 tonnes par an, sur la base des captures historiques.

d) Les espèces de thons hauturiers :Les thons hauturiers entreprennent de très grandes migrations dans la zone de l'Atlantique-Est comprise entre le sud du Maroc et le Golfe de Guinée. Il s'agit principalement de l'albacore (*Thunnus albacares*), du thon obèse (*Thunnus obesus*) et du listao (*Katsuwonus pelamis*). C'est la Commission Internationale pour la Conservation des Thonidés de l'Atlantique (CICTA ou ICCAT en Anglais) qui se charge de l'évaluation et de la gestion de ces stocks. Le diagnostic de l'ICCAT révèle une légère surexploitation pour l'albacore, une exploitation proche du niveau durable pour le thon obèse et une exploitation légèrement au-dessous du niveau durable pour le listao. Pour cette dernière espèce des captures très importantes ont été effectuées au large de la Mauritanie.

e) Les mésopélagiques sont parmi les organismes marins les plus abondants qui sont les moins étudiés et donc largement sous-utilisés par l'humanité (Venecia et al ; 2011). Dans la zone mauritano-sénégalaise, ils regroupent plus de 100 espèces suivant les résultats de la campagne du N/O Français Thalassa effectués en 2014(données non publiées). Ces poissons effectuent des migrations verticales entre les méso- (200-2000m) et épi-pélagiques (10-100m). Les myctophides sont importants écologiquement (nourriture pour les mammifères marins, les oiseaux, les thons…) et économiquement pour les pêcheries mondiales en fournissant des matières premières à l'industrie de la farine de poisson (Venecia et al ; 2011).Dans l'Atlantique tropicale et subtropicale du Brésil au Cap Vert, la zone nord mauritanienne regroupe la faune mixte de

mésopélagiques d'origines tropicales et subtropicales et même tempérées la plus diversifiée (Pilar et Al ; 2017). Cette région est aussi caractérisée par le nombre le plus élevé d'individus, bien qu'aucune seule espèce ne domine numériquement. Les mésopélagiques sont probablement les derniers grands groupes de poissons qui ne font pas l'objet d'exploitation dans la ZEEM malgré leur potentialité tout à fait impressionnante qui se chiffre à des millions de tonnes (6 à 18 millions de tonnes par an).

A.2. Etat des stocks des pélagiques

Les stocks de petits pélagiques exploités en Mauritanie sont transfrontaliers. Ils migrent saisonnièrement entre les différents pays de la sous-région selon leur affinité biogéographique. Ils sont donc exploités successivement par plusieurs flottilles dans les ZEE de ces différents pays, depuis le Maroc jusqu'au Sénégal (IMROP, 2013).

Etant donné la nature transfrontalière de ces espèces, il est difficile de calculer un potentiel spécifique pour la Mauritanie, du fait qu'il est extrêmement variable. Néanmoins, on présente ici l'état des stocks pélagiques pour lesquels des évaluations, par méthode directes (campagnes acoustiques) et/ou indirectes sont disponibles. Les diagnostics présentés sont ceux du dernier groupe de travail de l'IMROP tenu en décembre 2014 (

Tableau 6) qui évalue le potentiel global pouvant être pêché en Mauritanie à 1 340 000 de tonnes de pélagiques, sur la base des statistiques de pêche récentes.

Il faut noter aussi la grande difficulté de réaliser simultanément le potentiel de toutes les espèces pélagiques du fait que les maximums de biomasse correspondant aux pics de production ne se produisent pas en même temps, et vraisemblablement pas toujours exactement dans la même zone géographique. La sardinelle plate et la sardine paraissent sous-exploitées et justifient le développement d'un segment spécifique. Ce n'est pas le cas de la sardinelle ronde et des chinchards, et dans une moindre mesure le maquereau, malgré la baisse importante de l'effort de pêche industriel. Compte tenu du degré d'exploitation élevé subi par la sardinelle ronde, on peut conclure que les perspectives actuelles d'expansion sur cette espèce sont nulles pour éviter le risque d'effondrement réel chez les espèces de pélagiques.

Tableau 6 - Diagnostic et recommandations pour les ressources pélagiques (en tonnes, IMROP 2014, ICCAT, 2014)

Stocks	***Potentiel halieutique de sous-région Maximum Sustainable Yield (COPACE 2014)***	***BIOMASSE Campagnes Scientifiques (Moy :2008-2012)***	***Potentiel de Captures (acoustique 2008/2012)***	***Captures moyennes de la Mauritanie (tonnes, 2008/2012)***	***Diagnostic***	***Recommandation de gestion***
Sardine Stock C	509 000	3 980 000	1 592 000	120 000	Pas pleinement exploité	Possibilités d'augmenter à (320 000)
Maquereau	228 000	510 000	204 000	69 000	Pleinement exploité	Par mesure de précautions ne pas dépasser les captures actuelles
Anchois				98 000		
Chinchard de l'Atlantique	134 000	233 000	69 900	52 000	Pleinement exploité	Ne pas dépasser 260 000 tonnes
Chinchard noir	270 000	368 000	110 400	248 000	Surexploité	
Caranx rhonchus				31 000		
Sardinelle ronde	375 000	2 040 000	816 000	289 000	Pleinement exploité / surexploité	Ne pas dépasser la moyenne des dernières années (290 000 tonnes)
Sardinelle plate	265 000	758 000	303 000	35 000	Pas pleinement exploité	Capture pouvant atteindre 150 000 tonnes par an
Ethmalose	67 000		67 000	28 000	Surexploité	Ne pas dépasser la capture de 2013, soit 90 000 tonnes
Thons tropicaux				30 000		
Totaux	1 848 000		3 161 000	980 000		

A.3 Répartition des biomasses de petits pélagiques

Les campagnes acoustiques conduites dans la ZEEM par les navires de recherche mauritaniens et étrangers donnent des indications, à un moment donné, de la répartition spatiale et saisonnière des biomasses ou des indices d'abondances de certaines de ces espèces de petits pélagiques, très mobiles. C'est le cas des campagnes de chalutage effectuées par le navire de recherche Alawam de l'IMROP. Cette méthode d'évaluation bien qu'orientée vers les espèces démersales donne de très bons rendements pour les chinchards, notamment le chinchard noir. Cette espèce est relativement bien répartie dans le sud de la ZEEM avec de fortes concentrations dans le secteur extrême sud, frontière avec le Sénégal (Fig.9 gauche), c'est-à-dire dans la zone d'étude restreinte du projet Ahmeyim/Guembeul. Une répartition sensiblement identique est mise en évidence dans les résultats obtenus par un navire de recherche océanographique russe (AtlantNiro) qui utilise lui la méthode acoustique, qui est plus appropriée pour les espèces de petits pélagiques (Fig.9, droite)

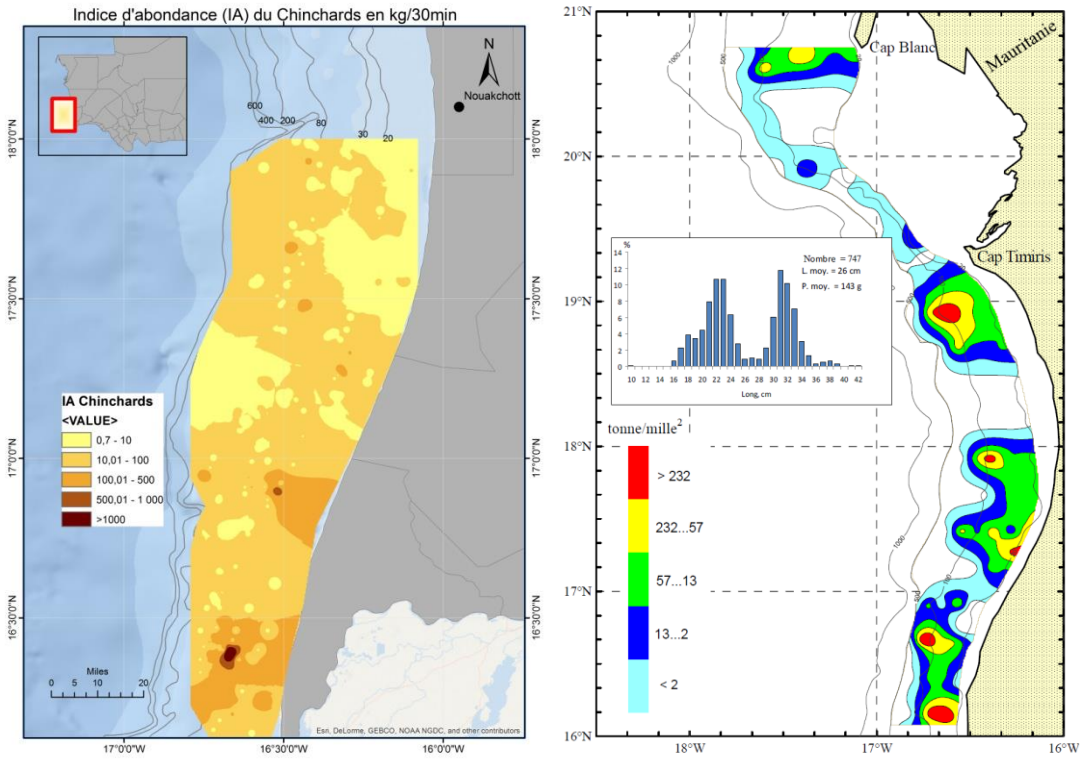
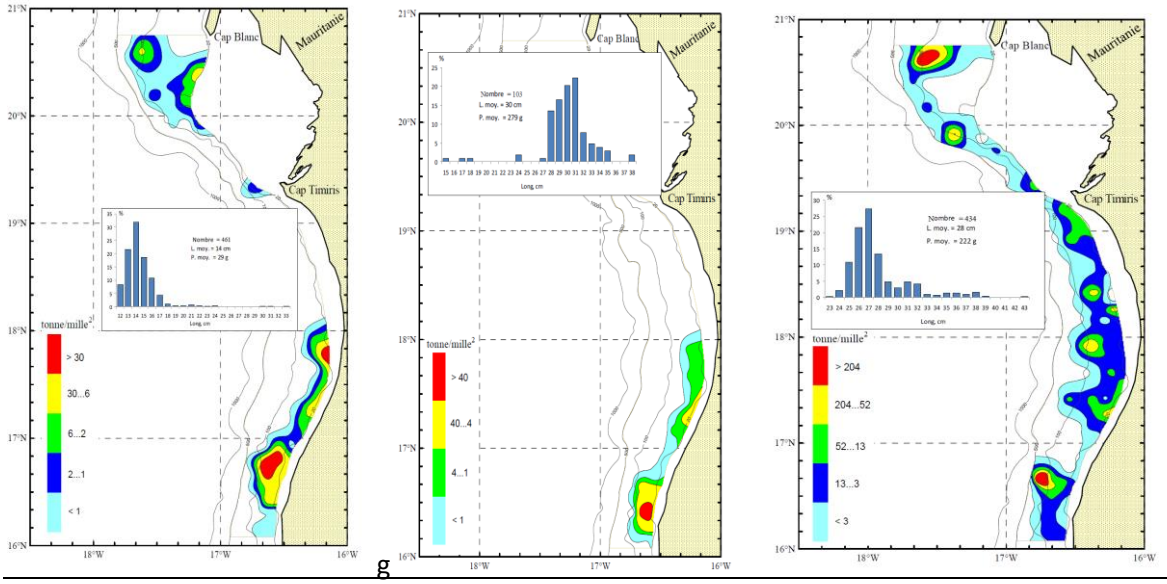


Fig. 9. Répartition des indices d'abondances du chinchard noir à des saisons et des années différentes respectivement avec le Bateau Alawam de l'IMROP et le Navire Océanographie russe AtlantNiro

Les autres espèces de petits pélagiques rencontrées dans la partie sud de la ZEEM sont respectivement la sardinelle ronde (Fig 10, gauche), le maquereau (Fig.10, centre) et le chinchard jaune (Fig.10, droite). Les plus grandes concentrations sont localisées dans la frange côtière en deçà de 100 m de profondeur. Là aussi d'importantes biomasses sont localisées dans la partie sud à la frontière avec le Sénégal.



g

Fig. 10. Répartition des concentrations de certaines espèces tropicales de petits pélagiques Sardinelles rondes à gauche, maquereau au centre et chinchard jaune à droite (AtlantNiro, 2012)

A.4. Synthèse sur les ressources pélagiques

Les ressources pélagiques représentent des biomasses de plus de 3 millions de tonnes, soit environ 1 300 000 tonnes exploitables par an suivant les évaluations de l'IMROP de 2014. Etant donné leur comportement migratoire très prononcé, leur vie en banc, cette ressource à l'âge adulte peut fuir toute source de pollution ou lorsque les conditions deviennent adverses (baisse du taux d'oxygène ou variation brusque de la température…).

Les petits pélagiques, qui vivent à proximité de la surface se répartissent en fonction de la nature et la caractéristique des eaux (salinité et température) et de leur préférence physiologique (alimentation, reproduction, prédation) qui les emmènent à faire des migrations, latitudinales ou longitudinales (zonales) à la recherche de conditions idéales (Tableau 7). Leur abondance est aussi liée à la saisonnalité de l'hydroclimat.

Tableau 7 : Synthèse de la distribution et du potentiel des principales espèces de petits pélagiques dans la région et la ZEEM (Chavance et al, 1991 a; Machu et al, 2009 ; Yeslem,2013)

Espèce/Stock	Distribution (Région)	Période et lieu de ponte	Disponibilité pour la pêche en ZEEM	Distribution bathymétrique
Chinchard européen stock saharo-mauritanien	Entre 26°N et 10°N	Décembre à avril 20 à 26°N	Dans toute la ZEEM d'octobre à mai ; Seulement en zone nord pendant la saison chaude.	De la côte à plus de 300 m, préférence au-dessus des fonds de 100 m et plus ;
Chinchard africain : stock sénégalo-mauritanien	23°N à 9°N	Toute l'année 2 pics : (mars-juin et août-oct.) ; Cap Vert et Cap Timiris	Toute l'année Se déplace dans la ZEEM en fonction du front thermique	au-dessus des profondeurs inférieures à 100 m. Plus côtier que le chinchard européen.
Chinchard jaune	23°N à 9°N	Juin à octobre Sud du Cap Timiris	Toute l'année, plus sud que les autres chinchards ; - de janvier à juin seulement dans la zone sud	De la côte à l'isobathe des 150 m, en banc près du fond le jour, se disperse et remonte en surface la nuit
Sardinelle ronde : stock sénégalo-mauritanien	26°N-10°N	2 principales périodes : Juillet à août et décembre à janvier dans le nord de la Mauritanie	Toute l'année (baie du lévrier Banc d'Arguin); adultes essentiellement dans la ZEEM	Au-dessus des fonds inférieurs à 50 m. Adultes au-dessus des fonds de 100 à 200 m
Sardinelle plate: stock sénégalo-mauritanien	26°N à 10°N	La principale entre mai et sept nurseries (nord du Cap Timiris)	Toute l'année	Au-dessus des profondeurs inférieures à 100 m, de préférence des fonds inférieures à 30m
Sardine : stock C	Cap Juby-Cap Blanc (28°N à 21°N).	Une principale en décembre et une secondaire en mars dans le nord de la Mauritanie	Saison froide, début et fin de saison de transition	Généralement au-dessus de 100m

Maquereau	12°N-24°N	Octobre à mai en Guinée Bissau ; Gambie Sénégal et Sahara Occidental.	Toute l'année se déplace dans la ZEEM avec l'isotherme 19-20 °C	Au-dessus des fonds allant de 15 à 30 m à 350-400m
Anchois	Atlantique oriental de la Norvège au nord de Bergen (62°N) jusqu'en Afrique du Sud (23°S).	Avril à octobre Cap-Blanc à Cap Timiris	Pratiquement toute l'année	Espèce très côtière

B. Les espèces démersales

Les ressources démersales sont principalement composées de céphalopodes (seiches, calamars et poulpe), de poissons démersaux (daurades, mérous, soles, raies et requins, rougets, merlus), de crustacés (crevettes, langoustes, crabes), de mollusques bivalves (praires, cymbium) et autres. En général ce sont des espèces à forte valeur commerciale. Ces espèces, qui vivent à proximité du fond, se répartissent en fonction de la nature du substrat et des caractéristiques des eaux (salinité et température). Leur abondance est aussi liée à la saisonnalité de l'hydroclimat. Elles se composent des poissons démersaux côtiers, et du talus, des céphalopodes côtiers et de fonds ainsi que des crustacés côtiers et de fond et des sélaciens côtiers et profonds.

B.1. Les poissons démersaux côtiers

Les plus importantes espèces de poissons démersaux côtiers sont les suivantes :

- sur les fonds durs et les fonds rocheux : les mérous (*Epinephelus guaza*, *Epinephelus goreensis, Epinephelus aeneus*), les sparidés (*Diplodus bellotii,Sparus caeruleosticus pagres*, *Lithognathus mormyrus,Dentex canariensis*), et les soles (*Solea spp,Synaptura punctatissima*) ;
- sur les fonds mous : les rougets (*Pseudupeneus prayensis*).

Certaines espèces démersales (les mérous, le pagre à points bleus, le pageot, la daurade grise, le denté) ont des comportements migratoires relativement de grande amplitude. Il convient de noter également que beaucoup d'espèces démersales effectuent des migrations entre la côte et le large, généralement liées à la reproduction ou à l'alimentation.

Dans le sud de la ZEEM, la zone côtière située entre 3 et 30m, totalise à elle seule plus de 56 % de la biomasse des espèces étudiées(Sanyo, 2002). Un gradient côte-large décroissant est mis en évidence. La strate la plus profonde, située entre 200-400 m ne contribue que faiblement avec 7 % (Tableau8).

Tableau 8. La répartition des ressources démersales par strate bathymétrique dans la partie sud de la ZEEM lors de la période janvier à mai (saison froide) (Sanyo, 2002).

Espèces		Stocks en tonnes	Distribution des stocks par strate (m)			
			3-30	30-80	80-200	200-400
Plectorhinchus mediterraneus	Commerciale	6.900	98%	2%	(0,1)%	0%
*Trachurus trecae**	Très commerciale	5.864	9	40	50	1
Brachydeuterus auritus	Idem	3.893	100	(0.2)	0	0
Chloroscombrus chrysurus	Commerciale	3.071	100	0	0	0
Chlorophthalmus agassizi	Idem	2.827	0	(0.1)	94	6
Galeoides decadactylus	Commerciale : frais, séché, salé ou fumé.	2.262	100	0	0	0

Pomadasys incisus	Commerciale mineure.	2.103	96	4	0	0
*Pagellus bellottii**	Commerciale : poisson comestible important	2.054	6	94	(0.1)	0
*Pagrus caeruleositictus**	Commerciale	1.716	99	1	0	0
Hoplostethus cadenati	Idem	1.479	0	0	0	100
Trichiurus lepturus	Très commerciale : congelé, salé/séché.	1.330	50	38	10	2
Pontinus kuhlii	Commerciale	1.251	0	1	97	2
*Octopus vulgaris**	(Très commerciale)	1.079	1	47	52	0
Merluccius polli(*)	Commerciale mineure : frais, congelé, farine de poisson, huile	1.051	0	34	44	22
Synagrops microlepis	-	943	0	12	86	1
Dentex macrophthalmus	Commerciale	926	0	50	49	(0,4)
*Zeus faber**	Commerciale: chair excellente.	698	2	28	70	0
*Pseudupeneus prayensis**	Commerciale	376	75	25	0	0
*Sepia officinalis**	(Très commerciale)	151	100	0	0	0
*Parapenaeus longirostris**	(Commerciale)	268	0	3	43	53
Autres	-	20.870	63	14	16	7
Total		**61.112**	**56**	**16**	**21**	**7**

Remarque : Les espèces cibles pour les différentes pêcheries (*).

B.2. Répartition des biomasses des espèces démersales

Pour les espèces côtières, le mérou et le rouget sont localisés très proche de la côte en deçà de 80 m de profondeur (Fig.11).

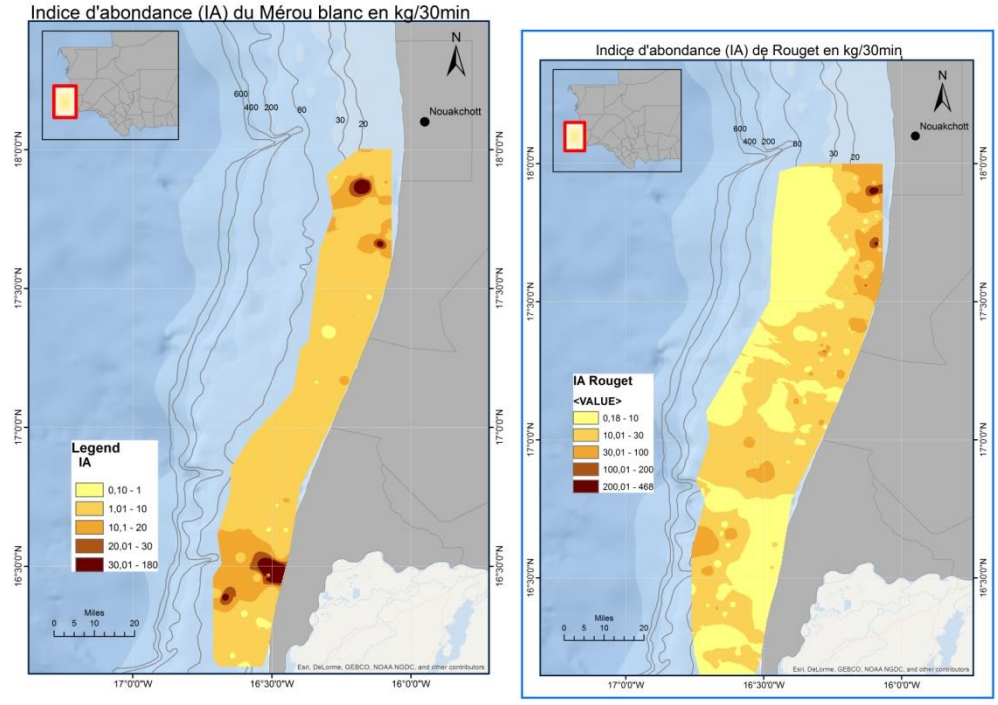


Fig.11 Distribution des densités du Mérou blanc (fond rocheux) et du rouget (fond meuble) dans la partie sud de la ZEEM

Une grande concentration de mérou située proche de l'extrême sud est observée. Le rouget, quant à lui a une distribution plus diffuse (Fig.11).

B.2. Les poissons démersaux du talus : La communauté de la pente continentale est constituée par des espèces rencontrées au-delà de 200 m et jusqu'à 600 à 800 m (Bast et al., 1983). Cette communauté est composée notamment de *Merluccius senegalensis*, *Helicolenus dactylopterus* et *Chlorophthalmus agassiz* (Tableau9). Hormis le merlu du Sénégal (*Merluccius senegalensis*) qui est réparti le long des côtes de l'Afrique nord-ouest dans les profondeurs de 18 à 500 m (Sanyo, 2002, Meiners et al, 2010), aucune de ces espèces ne fait l'objet d'exploitation ciblée.

Tableau 9 : Répartition bathymétrique des ressources de la pente continentale (couche 200-400 m) lors de la saison chaude (Sanyo, 2002)

Espèces	Type de pêche	Stocks en tonnes	Biomasse relative par zone		
			Nord	Centrale	Sud
Helicolenus dactylopterus	ommerciale : frais	29.511	32%	63%	5%
Merluccius senegalensis	rès commerciale	10.610	12	69	19
Chlorophthalmus agassizi	ommerciale : frais, farine de poisson	7.247	3	71	27
Synagrops microlepis		5.319	3	68	29
Caelorinchus caelorhinchus	ommerciale mineure	3.622	52	36	11
Capras aper	ans intérêt	3.005	99	1	0
Autres espèces	-	9.333	32	47	21
Total		**68.856**	**27**	**60**	**14**

B.3 Les céphalopodes côtiers : Les principales espèces cibles dans les pêcheries céphalopodières sont le poulpe (*Octopus vulgaris*), le calmar (*Loligo vulgaris*) et la seiche (Sepia spp., *Sepia officinalis* ; *Sepia bertheloti* ; *Sepia hierredda*). La proportion de cette dernière décroît vers le sud. Le *Sepia bertheloti* est plutôt importante dans la sous-région, ouest africaine. Elle est commercialisée sous la dénomination «sepiola».

Parmi les céphalopodes côtiers, le poulpe est l'espèce la plus abondante et de plus grande valeur commerciale dans les pêcheries céphalopodières de la sous-région, avec 65 à 75 % des débarquements totaux (FAO, 2012). Le poulpe est une espèce ubiquiste, présente sur la quasi-totalité du littoral mauritanien sur des profondeurs dépassant rarement les 200 mètres. Son importance diminue vers le sud et il est remplacé par des proportions croissantes de *Sepia hierredda*. Le calmar disparaît aussi virtuellement des débarquements faits au sud du Sénégal.

Pour les céphalopodes, trois fonds principaux de pêche se trouvent le long de la côte de l'Afrique nord occidentale et coïncident plus ou moins avec les zones de distribution des trois stocks de poulpe qui apparaissent dans la sous-région (FAO, 2012). Du nord au sud, il s'agit de : i) la zone entre le Cap Boujdour (26 ºN) et le Cap Blanc (21 ºN); ii) la zone entre le Cap Blanc (21 ºN) et l'embouchure du fleuve Sénégal (16 ºN); et iii) la zone entre l'embouchure du fleuve Sénégal (16 ºN) et la frontière avec la Guinée-Bissau (12 ºN).

Les trois espèces de céphalopodes sont assez côtières. Les principales concentrations sont observées en deçà de 200m. Seul le calamar et surtout la seiche semblent être abondants dans la zone d'étude restreinte du projet (Fig.12).

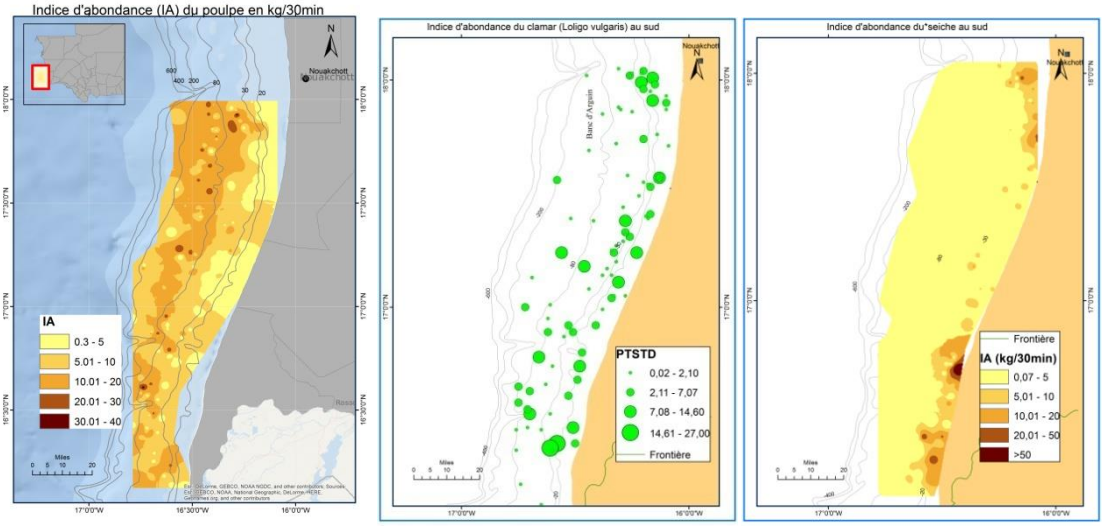


Fig. 12 Distribution des densités du poulpe, du calamar et de la seiche dans la partie sud de la ZEEM (source IMROP)

B.4. Les céphalopodes du large (océanique) : une partie des céphalopodes océaniques ont un comportement pélagique assez prononcé. D'autres vivent en permanence sur le fond ou dans la couche proche du fond, ou descendent jusqu'au fond seulement à l'âge adulte pour pondre des œufs (Nesis, 2003). Ainsi, le calamar européen du large *Todarodes sagittatus*, largement distribuée dans l'Atlantique Est, de 70°N-10°S, était capturé de façon accessoire par des chalutiers russes qui recherchent les chinchards (pélagiques) et les merlus (démersaux) dans la zone mauritanienne. Entre le Cap Blanc au nord de la Mauritanie jusqu'à à 23°N30' au sud du Maroc, le pic des captures entre 300 et 500 kg / jour de pêche est enregistré entre juin et juillet (Arkhipkin et al, 2015). En 1974, selon ces derniers auteurs, les chalutiers russes ont pêché 18000 tonnes de cette espèce autour du Cap Blanc. Les campagnes scientifiques effectuées par le navire de recherche «AtlantNIRO» entre 1995-1998 montrent que les principales concentrations du calamar européen du large sont rencontrées entre le 18 et 32°N à des profondeurs situées préférentiellement entre 400 et 800 m, alors que les eaux de moins de 300 m sont occupées par des ommastrephides différents. Ces auteurs notent aussi que cette espèce était également pêchée occasionnellement par la flotte russe en Mauritanie jusqu'en 1983, date à laquelle le pays a introduit une interdiction des captures accessoire des céphalopodes.

Le petit calmar volant *Todaropsis eblanae* présente une distribution très large, entre 61°N et 36°S de l'Atlantique Est. C'est une espèce démersale de taille moyenne, associée à des fonds sableux et vaseux. Elle préfère des températures de 9 à 18°C et vit entre 20 et 850 m environ (Arkhipkin et al, 2015). Typiquement, elle est associée à la rupture de la pente continentale. Aucune migration saisonnière ou de tout autre type de migration majeure n'a été mis en évidence. Il est probablement le moins mobile des calmars ommastrephidae.
L'espèce *Illex coindetii*, elle aussi, est largement répartie dans l'est de l'Atlantique 20°S à 60°N (Arkhipkin et al, 2015).

B.5. Les crustacés : Ce groupe se compose de crustacés côtiers (langouste verte, crevettes côtières) et de crustacés profonds (crevettes profondes, langouste rose et crabe profond). Pour les langoustes par exemple deux espèces sont présentes sur la ZEEM. La langouste verte (Panulirus regius) et la langouste rose (Palinurus mauritanicus). La langouste verte, est depuis plusieurs dizaines d'années exploitée par une flottille artisanale mauritanienne à partir de La Guerra, à proximité de Nouadhibou où la pêche se pratique toute l'année contrairement au sud du Cap Timiris où elle a un caractère saisonnier au printemps et à l'automne (Pencalet-Kerivel, 2008). L'effondrement des stocks de la langouste verte a induit l'abandon de cette pêcherie en 1993 (Julien, 2002). La pêche de cette espèce

a repris de façon intermittente notamment par des bateaux de l'Union européennes opérant dans le cadre d'accord entre la Mauritanie et cet Etat. Une amélioration des captures a été observée à partir de 2006 et des captures exceptionnelles de plus de 400 tonnes ont été enregistrées en 2014. Une chute importante est observée à partir de 2015 (Données IMROP, non publiées).

B.5.1. Les crustacés côtiers : Dans la partie sud de la ZEEM, on rencontre un stock de langouste verte (*Panulirus regius*) et de crevettes côtières *Penaeus notialis, Panaeus kerathurus*. Pour les langoustes vertes le potentiel annuel ne dépasse pas quelques centaines de tonnes. Les crevettes côtières sont représentées principalement par l'espèce *Penaeus notialis.* Cette espèce habite sur les fonds vaseux ou sablonneux jusqu'à 100 m de profondeur, mais plus généralement entre 10 et 75 m. Au mois de mars, les principales concentrations sont observées entre le Cap Timiris et la limite sud de la ZEEM entre 50 et 100 m de profondeur. Le secteur 19-20°N contribue avec plus de 70 % des captures pour les deux espèces de « langostino » (*Penaeus notialis* et *P. kerathurus*) dans la strate la plus côtière (0-80 m). Deux stocks sont généralement admis : un stock sud entre Nouakchott et Saint-Louis, qui est en relation avec celui du Sénégal, et un stock nord entre 18°50 N et 20°00 N qui proviendrait d'une zone de nurseries sur les hauts fonds du banc d'Arguin. La crevette rose, la plus débarquée des deux crevettes côtières est abondante surtout à l'embouchure du fleuve Sénégal en deçà de l'isobathe de 20 m(Fig.13).Elle est donc présente dans la zone d'étude restreinte du projet Ahmeyim/Guembeul.

B.5.2. Les crustacés profonds : Il s'agit des langoustes roses et les crevettes profondes et le crabe**.** Les plus fortes densités de la crevette profonde et de la langouste rose sont situées au large et au nord de la Mauritanie (Fig.13). Ces deux espèces ne sont donc concernées que partiellement concernées par la zone d'étude restreinte du projet.

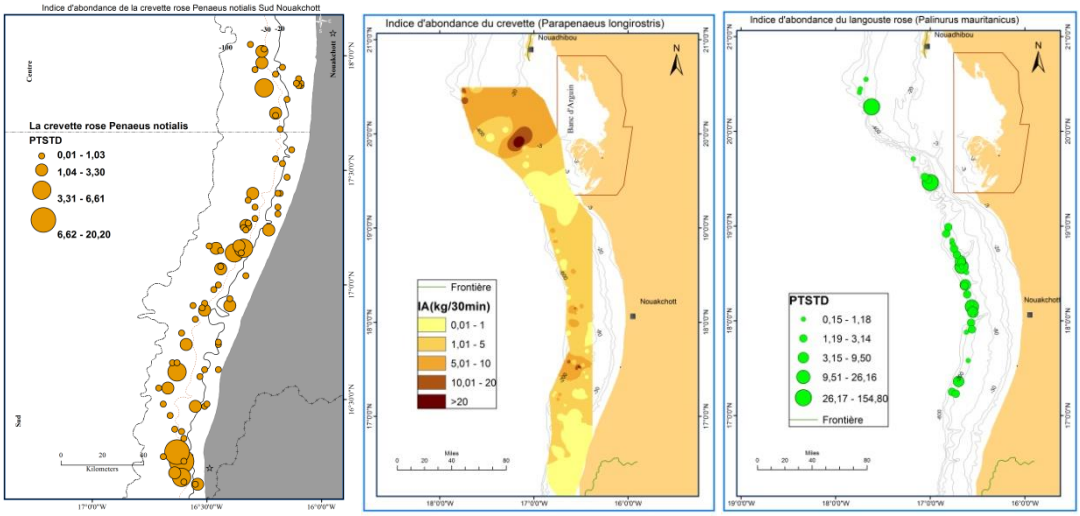


Fig.13 Répartition de la crevette côtière, la crevette profonde et la langouste du large

B.6. Les sélaciens

Les sélaciens (raies et requins) sont des espèces très vulnérables. En effet, les sélaciens sont caractérisés par une faible fécondité, une maturité tardive, une longue durée de vie et une croissance lente. Ces caractéristiques confèrent aux populations de raies et requins une résilience très faible face à une exploitation dirigée. Nous allons traiter le cas des sélaciens côtiers et des sélaciens profonds séparément.

B.6.1. Les sélaciens côtiers : Les plus fortes concentrations de sélaciens côtiers sont observées dans la strate bathymétrique de moins de 20 m particulièrement en zone nord et en zone sud, où se situe la zone d'étude restreinte du projet Ahmeyim/Guembeul. Un gradient côte-large assez prononcé s'établit dans ces deux zones jusqu'à 200 m de profondeur. Les rendements s'accroissement rapidement par la suite entre les 200 et 400 m dans la partie nord de la ZEEM et centre mais pas dans sa partie sud (Fig.14).

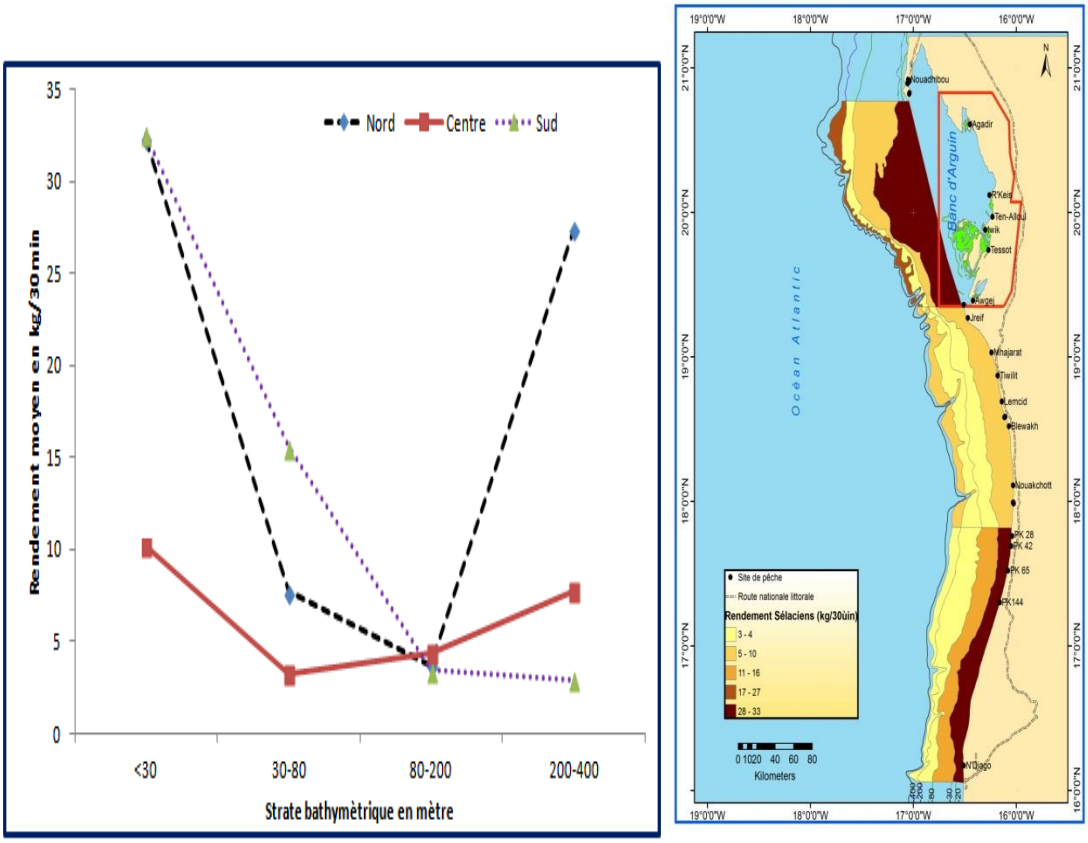


Fig. 14 Répartition spatiale des rendements des sélaciens côtiers par grande zone (Campagnes IMROP communication présentée par Mr. Yeslem à l'Atelier de Teichott ; février 2017)

B.6.2. Les sélaciens profonds : La campagne démersale réalisée par le bateau espagnol Vizconde de Eza en 2007 a identifié 28 espèces de sélaciens dans la ZEEM dans des profondeurs comprise entre 400 et 2000m. Pour les trois zones, les rendements sont relativement faibles dans la strate de 400 à 1000m en raison probablement de l'impact de la pêche industrielle notamment chalutière. Les rendements pour la zone nord sont surtout importants entre 1200 et 1400m pour baisser par la suite avant d'enregistrer une reprise assez nette entre 1801 à 2000 m. Pour la zone centre, les rendements s'accroissent de 400 à 1800m. Entre 1800 et 2000 m aucun individu n'est pêché (Fig.15). C'est aussi le cas de la zone sud, où se situe la zone d'étude restreinte du projet Ahmeyim/Guembeul. Dans cette zone, le pic des rendements est enregistré à l'isobathe 1001-1200 m. Ce pic est moins important que celui observée de la zone nord à une strate plus profonde (Fig.15). Il est intéressant de signaler qu'aussi bien en zone centre qu'en zone sud, aucun spécimen de sélaciens n'a été rencontré dans les captures, contrairement à la zone nord, qui est sous l'influence directe d'un upwelling intense et permanent qui peut être ressenti loin au large (Pilar et al. 2017).

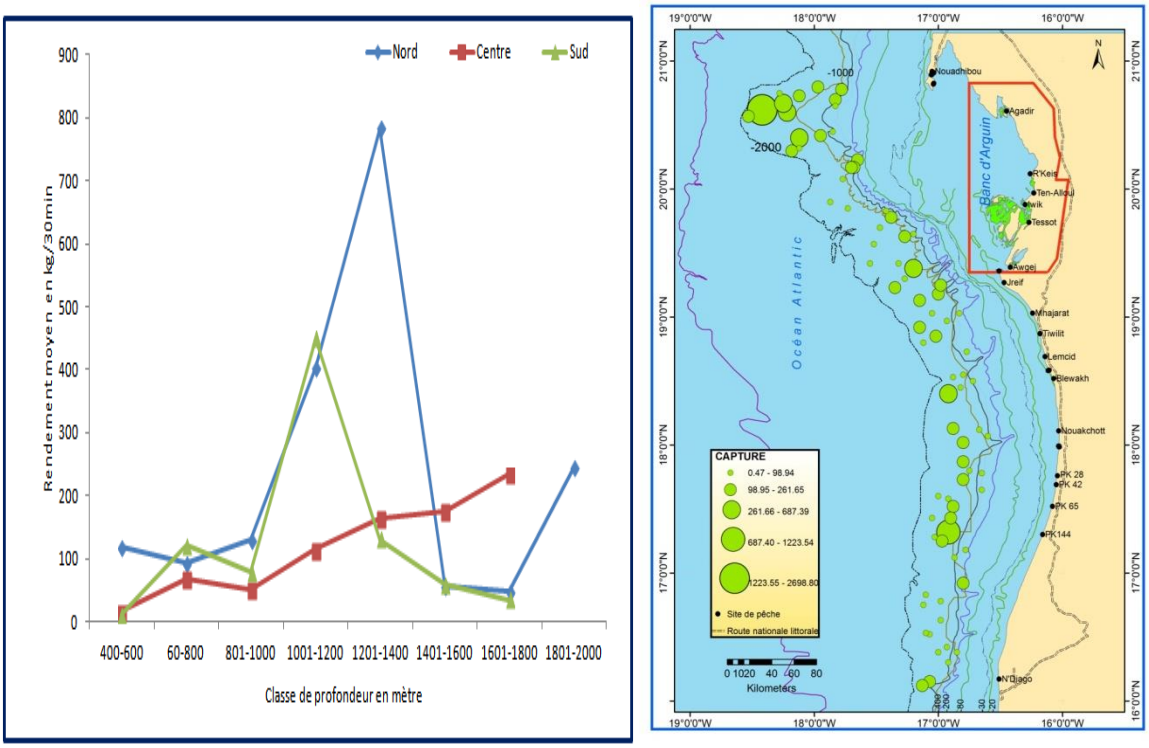


Fig. 15 Répartition spatiale des rendements des sélaciens profonds (Campagne Vizconde de Eza , 2007 communication présentée par Yeslem à l'Atelier de Teichott ; février 2017)

B.7. Etat des stocks des démersaux

Nous traitons l'évolution de l'état du stock des céphalopodes, des crustacés et de certaines espèces principales de poissons démersaux.

B.7.1. Les céphalopodes : Ils se composent des poulpes, des seiches et des calmars. Les populations de poulpes se répartissent du Sénégal au Sahara Occidental. Elles constituent l'ensemble le plus important du monde. Le potentiel de poulpe varie du simple au double, entre 20 000 à 40 000 t/an, selon les conditions hydro-climatiques et le niveau de la pression de pêche. Deux stocks de poulpe sont identifiés dans la ZEEM : le stock de la zone nord, situé plus au large, qui est le plus abondant et celui, plus côtier, situé entre le Cap Timiris et Nouakchott. Pour le poulpe, les stocks sont surexploités mais sont en train de se reconstituer suivant les résultats du groupe de travail de l'IMROP de 2014 (Tableau 10). Pour le calamar et les seiches, la Pêche Artisanale et côtière (PAC) peut produire davantage.

B.7.2. Les crevettes : Les crevettes côtières (*P. notialis*) et profondes (*P.longirostris*) sont aussi sous-exploitées (Tableau 10).

Tableau 10 - Diagnostic, état des stocks et recommandations pour les ressources démersales

Stock	Capture 2013 en tonnes (moyenne 2009-2013)	Potentiel (MSY)	Evaluation	Recommandation
Poulpe *Octopus vulgaris*	25 000 (26 218) Tendance à l'amélioration depuis 2006	32 000	Surexploité avec un dépassement de 17 % contre 25 % en 2010 de l'effort de maximisation	Reconstitution progressive du stock. Maintenir le niveau de l'effort correspondant au niveau actuel de captures
Seiches *Sepia spp*.	3 200 (2 800)	3 800	Sous-exploité	Augmenter progressivement l'effort de pêche

Calmar *Loligo vulgaris*	2 000 (1 600)	3 430	Sous-exploité	Augmenter progressivement l'effort de pêche
Langostino *P. notialis*	200 (1 020)	2 000	Sous-exploité	Augmenter progressivement l'effort de pêche
Gamba *P. longirostris*	290 (1 690)	2 400	Sous-exploité	Augmenter progressivement l'effort de pêche
Merlus *Merluccius spp.*	4 400 (5860)	11 700	Sous-exploité	Augmenter progressivement l'effort de pêche

Source : IMROP, 2014

B.7.3. Autres poissons démersaux

Globalement, l'abondance des ressources démersales des pays de l'Afrique de l'Ouest ont été divisées par 4 au cours des 30 dernières années. Gascuel et al. (2007) ont confirmé aussi la très forte dégradation des ressources démersales mauritaniennes.

Suivant ces auteurs, la baisse est particulièrement forte pour les hauts niveaux trophiques et atteint un facteur 10 voire 20 pour les espèces les plus touchées. Ces auteurs concluent que cette évolution compromet la capacité des pêcheries démersales, industrielles et artisanales à contribuer au développement des pays concernés.

En Mauritanie, différentes mesures de conservation des ressources halieutiques démersales et de leur habitat[1] semblent avoir porté leurs fruits avec une inversion des tendances de déclin depuis 2006 pour une vingtaine d'espèces démersales au niveau de l'ensemble de la ZEEM (Fig.16).

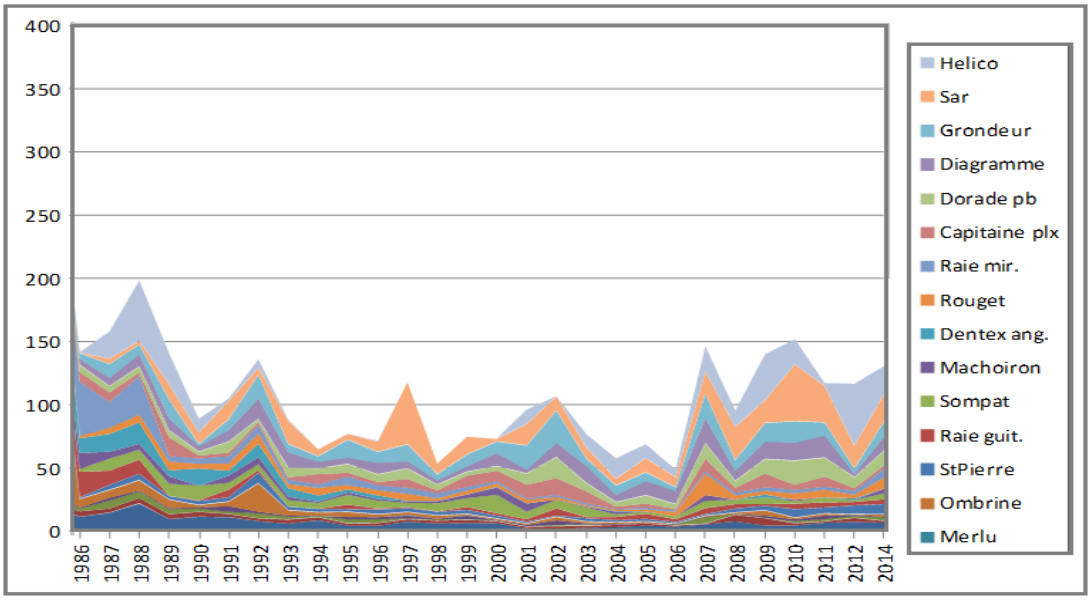


Fig. 16 - Evolution des indices d'abondances (en milliers de tonnes d'une vingtaine d'espèces démersales dans la ZEEM (Source: IMROP, 2014)

[1]C'est le cas de l'interdiction de chalutage qui visait à répondre à une série de préoccupations, dont en particulier la préservation des ressources et l'atténuation des conflits entre la pêche artisanale et la pêche industrielle. Cette mesure instaurée en 2002, et effectivement appliquée à partir de 2005 avec l'introduction du VMS (Vessel Monitoring System), devrait ainsi améliorer l'abondance des espèces cibles et restaurer les habitats dégradés, ce qui serait de nature à préserver la santé et l'intégrité de l'écosystème côtier riche (56 % de la biomasse totale démersale selon Sanyo (2002)) avec une très grande diversité spécifique (Kidé et al 2015) mais aussi très fragile.

B.8. Synthèse sur les espèces démersales

La forte dégradation des ressources halieutiques à l'échelle mondiale, notamment pour les ressources démersales (FAO, 2010), ne semblent pas inéluctables. Les tendances clairement alarmistes en ce qui concerne l'évolution des ressources halieutiques mondiales sont à nuancer pour le cas de la Mauritanie où il apparait clairement qu'il est possible d'inverser la tendance, avec des améliorations notables des biomasses d'une vingtaine d'espèces démersales à partir de 2006 suite à l'application de mesures réglementaires contraignantes et facilement contrôlables (VMS). Ainsi, la mesure de l'interdiction du chalutage de fond à moins de 20 m semble avoir enregistré un franc succès. La reconstitution du milieu aurait bien pu profiter aux poissons démersaux, mais moins aux espèces opportunistes (comme le poulpe) dont la dynamique est plus performante en temps de perturbation.

Hormis les espèces comme les crevettes côtières, le calmar et les seiches, la plupart des ressources halieutiques sont surtout localisées dans la zone nord de la Mauritanie et plus accessoirement au centre mais faiblement dans le sud**.** L'absence relative des sélaciens comprenant des espèces fragiles et emblématiques, telle que rapportée par Pilar et al. (2017), de la zone d'étude restreinte du projet, est un résultat majeur à signaler malgré leur présence en zone nord à des profondeurs identiques dans des concentrations relativement importantes.
Il semblerait que l'influence de l'upwelling, permanent et intense dans la partie nord de la ZEEM pourrait expliquer cette différence importante.

7. Système de gestion et d'exploitation des ressources halieutiques

A. Systèmes de gestion

En Mauritanie, le système de gestion des pêcheries a pour objectif :

- une meilleure régulation de l'accès aux ressources ;
- un meilleur contrôle des activités de pêche et ;
- une répartition dans le temps et dans l'espace de la pression de pêche exercée sur les ressources.

A.1. Droit d'usage des ressources halieutiques

Le Code de la Pêche de 2015 définit des droits d'usage correspondant à des quotas individuels de capture, des moyens de production (navires, engins de pêche) et des zones de pêche par type de ressource. Ces droits d'usage sont alloués en fonction du volume des investissements et du niveau d'intégration des activités dans l'économie nationale. Pour l'exploitation du droit d'usage, deux régimes d'accès sont prévus :

- **le régime national** est accordé à tout concessionnaire dont le quota est pêché par un navire battant pavillon mauritanien, débarquant, traitant et commercialisant les produits à partir de la Mauritanie;
- **le régime étranger :** c'est un régime d'exception accordé aux concessionnaires étrangers qui disposent d'un droit d'usage. Dans ce cas, les navires de pêche peuvent obtenir des dérogations à l'obligation de débarquement des produits mais sont astreints au transbordement en rade de Nouadhibou, sous contrôle des autorités compétentes. Le régime étranger exclut les céphalopodiers.

A.2. Les licences de pêche

En ce qui concerne les licences, les navires opèrent sous trois types de régime d'exploitation :

- le **régime d'acquisition** concerne les unités, quel que soit le type de pêche (artisanale, côtière ou hauturière), acquises par des opérateurs mauritaniens ou agissant dans le cadre de sociétés mixtes de droit mauritanien ;
- le **régime d'affrètement** permet à un opérateur mauritanien d'affréter un navire étranger. Il est principalement utilisé pour la pêche pélagique ou des poissons démersaux ; et
- le **régime de licence libre** incluant les licences délivrées aux unités opérant principalement dans le cadre d'accords de pêche.

Chaque navire doit aussi obtenir au moins une licence de pêche, octroyée pour une durée maximale d'un an, par type de pêche et par pêcherie, en fonction des espèces ciblées. Les ressources halieutiques de la ZEE Mauritanienne sont exploitées par une grande diversité de système d'exploitation, battant pavillon national ou d'origines étrangères. La réglementation des pêches classifie ces systèmes en trois catégories principales :

- La pêche artisanale (nationale et affrétée) ;
- La pêche côtière (nationale, affrétée et étrangère) – comprenant les unités de pêche à la senne tournante opérant à partir de navires non pontés ;
- La pêche hauturière (nationale, affrétée et étrangère).

A.3. Les accords de pêche

Pour les différentes catégories, la composante étrangère reste encore importante même si le gouvernement mauritanien encourage par des incitations multiformes la constitution et la modernisation de flottilles artisanales, côtières et hauturières pour prendre de façon progressive la place des flottilles étrangères. Le recours aux flottilles étrangères reste encore de mise dans le cadre d'accords de pêche publics ou autres arrangements avec un ou des pays tiers ou une entité privée étrangère.

- Accord public : régime de licence libre sous le protocole à l'accord avec le Sénégal, 2013, expiré en 2016. Il n'a pas été renouvelé.
- Accord public : régime de licence libre avec l'UE, de 2015 pour 4 ans
- Accord privé : régime de licence libre sous l'accord avec l'Association japonaise de coopératives de pêche au thon dont le dernier en date remonte à 2016
- Accord privé : régime de licence libre sous la convention avec la société chinoise Poly-HonDone de 2010 (ratifiée par l'assemblée nationale en 2011)

A.3.1. Accord de pêche avec le Sénégal

La première convention dans le domaine de la pêche et de l'aquaculture, signée entre la Mauritanie et le Sénégal date de 1983. Il a pour objet d'encourager la coopération entre les deux pays dans les domaines liés à la pêche et à l'aquaculture. Le dernier protocole à la convention a été signé le 1er juin 2013 pour un an et pour 40 000 t de petits pélagiques à l'exception du mulet pour un maximum de 300 embarcations sous licence trimestrielle avec une redevance de 10 euros par tonne pêchée. 18 embarcations (6 % de la flotte autorisées) sont obligées de débarquer en Mauritanie. C'est le cas aussi pour les unités affrétées. Les principales conditions imposées aux pirogues sénégalaises peuvent être résumées ainsi : (i) payer 10 euros par tonne pêchée (soit 400 000 EUR par an pour les 40 000 tonnes de quota annuel); (ii) disposer d'un bon de sortie délivré par les autorités compétentes sénégalaises; (iii) passer au point d'entrée et de sortie des eaux sous juridiction mauritanienne, situé au large de N'Diago (village frontalier avec le Sénégal, situé à 11 km au nord de Saint Louis); (iv) déclarer les captures réalisées à la fin de chaque marée au niveau du point de passage de N'Diago; et (v) assurer le débarquement à Nouakchott de 6 % de la flotte autorisée.

Le dernier protocole d'accord a été signé entre les deux parties le 4 décembre 2014. Il concerne à la fois les stocks migratoires de petits pélagiques dans la Zone Sud, mais également des canneurs qui

capturaient des thonidés. Plusieurs nouveautés sont à signaler par rapport aux protocoles passés. Ce Protocole alloue un quota de 50 000 tonnes, exploitable par 200 sennes tournantes soit 400 embarcations ciblant les petites espèces pélagiques (stocks Sud) à l'exception du mulet, afin d'approvisionner le marché de Saint-Louis. Les autres clauses du protocole de 2013 restent inchangées.

A.3.2. Accord privé entre la Mauritanie et Japan Tuna

Le dernier accord de pêche avec l'Association japonaise de coopératives de pêche de thon (*Japan Tuna fisheries cooperatives association*) a été signé en 2016. Il porte sur 36 mois (3 ans). Vingt palangriers japonais sont autorisés à opérer dans les eaux mauritaniennes. Les caractéristiques de ces unités sont définies (équipement à bord, type et nombre de matériel de pêche, capacité de stockage, nombre de marins).

A.3.3. Accord de pêche privée avec la Société chinoise Poly-HonDone

En juin 2010, la Mauritanie a signé une Convention d'établissement de 100 millions d'USD avec la société chinoise Poly-HonDone Pelagic Fishery Co. Ltd, du groupe chinois Poly Technologies Inc[2].
Les objectifs d'investissements s'articulent autour de trois composantes : (i) la construction d'une unité de transformation (un complexe frigorifique, une fabrique de glace, deux unités de traitement et une unité de production de farine de poisson) avec une capacité de congélation de 6 000 tonnes de poisson, (ii) l'aménagement et la construction d'un quai de débarquement et d'un ponton d'accostage, enfin (iii) la mise en place d'un atelier pour la construction de 100 pirogues de pêche artisanales et l'acquisition d'unités côtières et industrielles.

Les quotas de pêche autorisés dans ce cadre se situent entre 80 000 tonnes et 100 000 tonnes par an constitués principalement de petits pélagiques (80 %) mais également d'espèces démersales dont le poulpe (20 %). La convention engage l'investisseur à créer 2463 emplois permanents et à garantir la formation professionnelle des ressortissants mauritaniens qu'il aura à employer.

Le Protocole d'Accord d'Investissement annexé à la Convention mentionne la transformation et la valorisation à Nouadhibou de 100 000 tonnes de produits de la pêche. Outre 26 navires hauturiers[3], une centaine d'unités de pêche artisanale, une vingtaine de navires côtiers sont autorisés à travailler dans ce cadre dont 4 caseyeurs, 8 palangriers et 8 fileyeurs. La flotte qui sera engagée comprend 146 embarcations et navires de pêche[4] qui seront soumis au régime d'acquisition et seront donc immatriculées en Mauritanie.

[2] Cette convention est critiquée par les professionnels de pêche, les ONG, certains parlementaires sur plusieurs points :

- sa durée qui s'étale sur 25 ans,
- possibilité de commercialiser ses produits, voire ceux des autres producteurs nationaux en concurrence directe avec les opérateurs nationaux et la SMCP.
- absence des spécifications des unités de pêche devant opérer dans la zone, des espèces qui seront pêchées et des quantités visées ;
- introduction du chalut à bœuf, engin de pêche susceptible d'avoir des effets négatifs sur les ressources et leur environnement.

[3] 5 chalutiers de fond, 5 paires de chalutiers pélagiques opérant en bœuf et 16 senneurs ;

[4] L'arrivée sans cesse reportée des bateaux de pêche de petits pélagiques, a créé un contentieux entre les deux parties. La convention a été suspendue fin octobre 2012 par la partie mauritanienne pour non-respect des engagements contractuels. En avril 2013, la société chinoise a été autorisée à reprendre ses activités de pêche après des engagements.

A.3.4. Accord avec l'Union européenne

Depuis 1987, date de la première conclusion d'accord de pêche avec l'Union européenne (CEE), la Mauritanie n'a cessé de renouveler ce partenariat privilégié. Le dernier en date conclu en 2006, le plus important signé par l'Union européenne avec un pays tiers, a déjà fait l'objet de la signature de 4 protocoles dont le dernier s'étale sur la période de novembre 2015 à novembre 2019. Il porte sur les petits pélagiques, les merlus, poissons de fonds, les crevettes et les thons hauturiers. Les possibilités de pêche, sont fonction soit des capacités (GT et/ou nombre de navires) plus récemment de quota par espèces ou groupe d'espèces.

Les possibilités de pêche sont revues à la baisse presque à la conclusion d'un nouveau protocole[5].
Le protocole en cours se structure autour de l'accès de 8 catégories de pêche aux espèces hautement migratoires (thonidés et espèces associées), aux crustacés, aux poissons démersaux, aux petits pélagiques et aux céphalopodes (sans possibilités de pêche allouées pour le moment à cette catégorie) pour un total annuel de captures autorisé de 274 000 t pour environ 135 navires de pêche par an au maximum.

Tableau 11: Possibilités de pêche annuelles accordées aux navires de l'Union Européenne depuis novembre 2015

Catégories de pêche	**Totaux admissibles de captures et tonnages de référence**
1 Navires de pêche aux crustacés à l'exception de la langouste et du crabe.	5 000 tonnes
2 Chalutiers (non congélateurs) et palangriers de fond de pêche au merlu noir	6 000 tonnes
3 Navires de pêche des espèces démersales autres que le merlu noir avec les engins autres que le chalut	3 000 tonnes
4 Thoniers senneurs	12 500 tonnes
5 Thoniers canneurs et palangriers de surface	7 500 tonnes
6 Chalutiers congélateur de pêche pélagique	225 000 tonnes (*)
7 Navires de pêche pélagiques au frais	15 000 tonnes (**)
8 Céphalopodes	(pm) tonnes
(*) Avec un dépassement autorisé de 10 % sans incidence sur la contrepartie financière versée par l'union européenne pour l'accès ; (**) Si ces possibilités de pêche sont utilisées, elles sont à déduire du total admissible de captures prévues à la catégorie 6.	

A.3.5. Le repos biologique

Le **repos biologique** concerne directement le **poulpe** et aussi les **crevettes**, étant donné les importantes prises accessoires de poulpe effectuées par les crevettiers, mais d'autres espèces démersales. En Mauritanie, les plans d'aménagement des pêcheries ont privilégié les espèces à vie courte (poulpe, crevettes, petits pélagiques, etc.) dont l'exploitation repose uniquement sur 1 ou 2 cohortes annuelles en raison de l'importance des enjeux économiques et sociaux liés à leur exploitation, des difficultés de les gérer et de l'état de la surexploitation du poulpe. L'état de ces stocks est directement lié au succès du recrutement de nouvelles cohortes de poissons qui présente de fortes variations saisonnières et interannuelles dont les déterminants restent encore mal connus.

[5] Les possibilités de pêche annuelles des petits pélagiques qui étaient de 450 000 tonnes en 2006, sont passées à 300 000 tonnes en 2012 et 225000 tonnes pour le dernier protocole 2015/2019. La pêcherie céphalopodière, historiquement importante, qui réalisait des captures de l'ordre de 25 000 t en 2011, ont été exclu du nouveau protocole. Ces ressources sont désormais réservées depuis 2012 aux nationaux.

Ces espèces peuvent cependant supporter un niveau d'exploitation important et, en cas d'effondrement comme observé pour le poulpe dans la zone de Dakhla au Sahara Occidental, la population pourra se rétablir rapidement si, d'une part l'effort de pêche fait l'objet d'un contrôle rigoureux et d'autre part si les conditions environnementales redeviennent favorables. Les autres espèces de petits pélagiques (par exemple, sardinelles, chinchards, maquereau), dont la durée de vie est nettement supérieure, relèvent aussi de ce groupe qui se caractérise par sa grande instabilité liée à la dynamique de l'upwelling.

A.3.6. La pêche INN

Un Plan d'action national (PAN-INN) visant à combattre, contrecarrer et éliminer la pêche illicite, non réglementée et non déclarée (INN) a été élaboré par le MPEM. Pauly et al. (2014) a par exemple estimé les niveaux de prélèvements effectifs des pêcheries chinoises dans le monde. Pour la zone ouest-africaine, les pêcheries chinoises y réaliseraient 2,9 millions de tonnes par an. Ces estimations sont fournies sans distinction des pays victimes et des espèces concernées, ce qui en rend l'utilisation problématique dans une optique d'évaluation. La pêche INN pourrait modifier à la fois la perception de la situation qu'ont les scientifiques et la dynamique des ressources et des pêcheries à l'échelle nationale et sous-régionale.

Les Gardes côtes mauritaniennes et le Département des Pêches sont bien conscients de ces enjeux et des dispositions et dispositifs adéquats viennent d'être mis en place (nouvelles stations radars avec l'appui de la coopération allemande, coordination de la collecte des données de débarquement de la pêche artisanale et côtière en temps réel, surveillance des lieux de pêche, port de N'Diago pour mieux sécuriser les frontières sud etc.).

B. Système d'exploitation

La flotte de pêche active dans la zone mauritanienne comporte une **flotte de pêche artisanale, côtière** (PAC) et **une flotte hauturière tant pélagique que démersale**.

Le décret portant Règlement général d'application de la Loi n017-2015 du 29 juillet 2015 portant Code des Pêches stipule que la pêche commerciale comprend la pêche artisanale, la pêche côtière et la pêche hauturière. Ce décret précise :

- est considérée comme pêche artisanale maritime, toute pêche, s'exerçant à pied ou à l'aide de navires de longueur hors-tout (LHT) inférieure ou égale à quatorze (14) mètres non motorisés ou ayant un moteur de puissance inférieure ou égale à 40 chevaux et opérant avec des engins de pêche passifs, à l'exception de la senne tournante coulissante ». La pêche artisanale compte quatre catégories : Céphalopodes, Crustacés, Poissons de fonds et Poissons pélagiques.
- Est considérée comme pêche côtière maritime, toute pêche exercée par un navire (i) de longueur inférieure ou égale à 26 mètres pour les poissons démersaux et (ii) de longueur strictement inférieure à 60 m pour les pélagiques. Ils opèrent avec des engins passifs ou non à l'exception du chalut de fond et de la drague. La pêche côtière est une pêche fraîche dont les produits sont débarqués et commercialisés au départ de la Mauritanie. La pêche côtière comprend quatre (4) catégories : Céphalopodes, Crustacés, Poissons de fonds et Poissons pélagiques. Au niveau de la catégorie des poissons pélagique, on distingue 3 segments : Senneurs de LHT inférieure à 26m, Senneurs de LHT de 26 à 40 mètres et Senneurs et chalutiers pélagiques de LHT 40 à 60 m.
- Est considérée comme pêche hauturière maritime toute pêche commerciale pratiquée à l'aide de navires ayant des caractéristiques autres que celles définies ci-dessus.

B.1. Pêche artisanale

En raison de sa très forte adaptabilité, dans un environnement très dynamique (migration des pêcheurs, ressources halieutiques, marché, etc.) la pêche artisanale mauritanienne connaît un développement rapide particulièrement lors des dix dernières en dépit de la raréfaction de certaines ressources démersales, poulpe notamment.

En plus de trente ans d'existence, les enquêtes cadres de l'IMROP, conduites deux fois par an, ont mis en évidence le développement spectaculaire de la pêche artisanale. **Le parc piroguier actif est passé de 530 unités en 1982 à 4 182 embarcations en 2010. L'augmentation s'accélère ensuite, avec un effectif de plus de 6 000 pirogues en 2014**. En outre, les facteurs d'accroissement de la puissance de pêche sont particulièrement importants : augmentation de la taille des pirogues, motorisation, aides à la navigation. On peut dès lors estimer que **l'effort de pêche de cette flottille a été multiplié par plus de 15 au cours des 30 dernières années**. Longtemps considérée comme relativement marginale, la pêche artisanale a ainsi pris une place très importante en Mauritanie, avec un volume de production, certaines années, équivalent à celui de la pêche industrielle.

La **pêche artisanale sénégalaise**, opérant dans la zone mauritanienne conformément à la convention de 2001 ou dans le cadre d'affrètement renforce la pression de ce segment. Dans le nouveau protocole signé en juin 2013, la Mauritanie autorise 300 pirogues sénégalaises à pêcher dans les eaux mauritaniennes dans les mêmes conditions que les unités artisanales mauritaniennes. Aucune contrainte spatiale n'est imposée à ce segment en dehors du Banc d'Arguin, où seule la pêche artisanale non motorisée est admise. En revanche, une zone côtière exclusive lui est réservée. Elle est située en deçà de 6 milles dans la partie sud de la ZEEM qui concerne le projet Ahmeyim/Guembeul et inférieure à 9 milles ailleurs (Fig.17). Depuis le début de févier 2017 les embarcations et les pêcheurs sénégalais ne sont plus autorisés à opérer dans la zone mauritanienne.

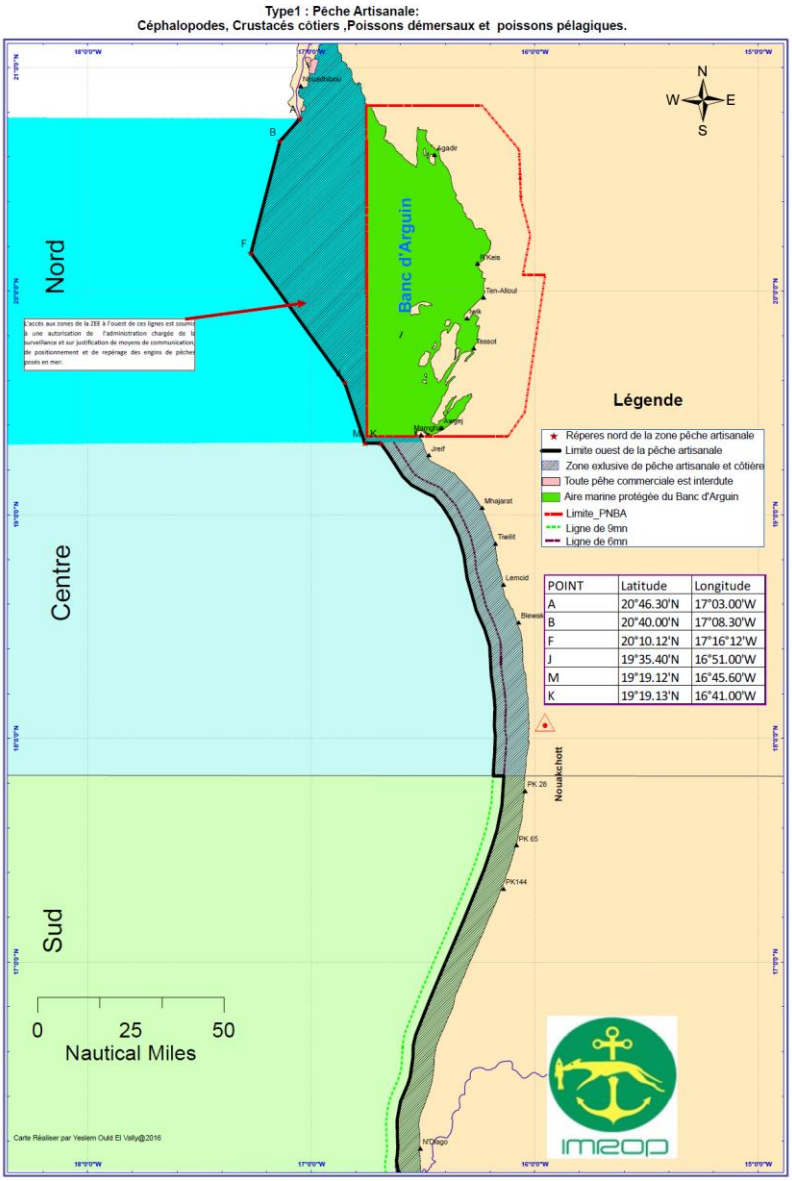


Fig.17.Zone réservée à la pêche artisanale

B.1.1 Evolution de l'effectif des unités de pêche artisanale

Le parc des pirogues a plus que doublé en 10 ans passant de 3 008 pirogues en 2006 à 6 244 unités en 2016. Cet accroissement s'explique principalement par l'augmentation du nombre des pirogues en plastique qui était de 850 unités en 2006 et atteint 3 900 unités en 2016 soit plus de 3 100 pirogues supplémentaires (310 nouvelles unités chaque année) (IMROP, 2012, 2013 et 2014). Ces unités en plastique sont principalement construites à Nouadhibou dans une dizaine de chantiers.

Situé à l'extrême nord de la Mauritanie, la zone de Nouadhibou est le premier quartier maritime mauritanien pour la pêche artisanale et côtière où plus de 53 % du parc y est concentré (Fig.18). Tous les types de navires y sont représentés à l'exception des unités à voile (lanche). On y observe une très nette dominance des pirogues en plastique (77 % de ces unités sont concentrées dans cette zone en 2014), suivies de loin par les unités en bois (12 %). Par contre dans les zones Nouakchott, Centre et Sud, le parc des navires artisanaux et côtiers est dominé par les pirogues en bois dont 86 % de l'effectif de ce type est concentré dans ce secteur. Avec la très forte baisse du parc piroguier en bois suite au non renouvellement du protocole d'accord de pêche entre la Mauritanie et le Sénégal, suivi du retrait des pêcheurs et des pirogues sénégalais, le port de Tanit, à 60 km au nord de Nouakchott, qui sera achevé en fin 2017, exercera un attrait certain pour les unités en plastique qui ne peuvent pas échouer sur la plage en douceur, qui seront largement dominantes. Les pêcheurs

artisans de la zone sud de Nouakchott qui choisissent de s'y implanter devraient bénéficier de l'augmentation des revenus consécutifs à la demande de poisson de meilleures qualités et en plus grande quantité. Dans le moyen terme, ce sera le tour du port de N'Diago. Malgré des acquis certains, et une meilleure sécurisation des biens et des personnes, ces infrastructures risquent, à l'image du port autonome de Nouakchott, d'altérer les régimes de sédimentation et les caractéristiques écologiques de la zone littorale. De plus, elles bouleverseraient les écosystèmes marins locaux et obligeraient les pêcheurs à changer leurs engins de pêche et leurs espèces-cibles.

Dans tous les cas, il est clair que suite à ces développements récents (départ des pirogues sénégalaises et leur équipage, ouverture du port de Tanit) une baisse de l'activité de pêche artisanale dans la zone sud de Nouakchott sera enregistrée. Une activité qui est déjà assez réduite actuellement avec une densité de 20 unités de pêche par Km de côte contre 138 unités/Km à Nouakchott et 350 unités par Km à Nouadhibou.

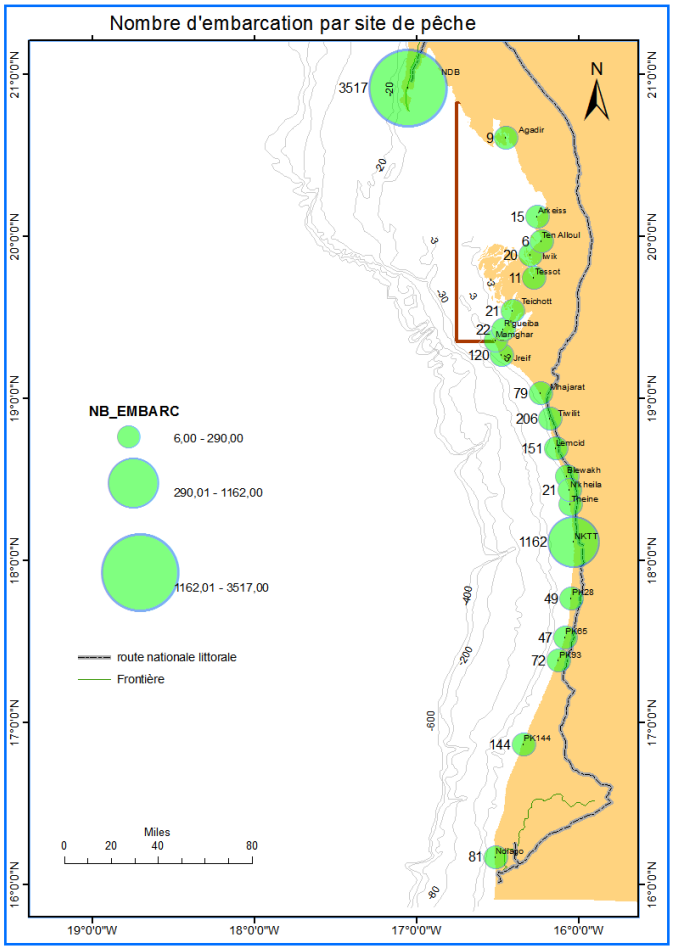


Fig. 18. Répartition des unités de pêche artisanale par site de débarquement dans toute la ZEEM (source enquête cadre IMROP avril 2016)

Les sites au sud de Nouakchott (Pk 28, Pk 65, Pk 93, Pk 144 et N'Diago, Fig.19), qui concernent le projet Ahmeyim/Guembeul qui s'étalent sur 200 km totalisent seulement 400 embarcations dont une majorité d'unités en bois qui peuvent s'échouer relativement facilement sur la plage (beaching) en dehors de toute infrastructure d'accueil. Du fait de la proximité des zones de pêche, des puissances des moteurs limitées, où les moteurs de 15 CV dominent (IMROP, 2016), le rayon d'action de ces unités de pêche artisanale est relativement réduit. Le mode de conservation, faisant appel dans les meilleurs des cas à la glace lorsqu'elle est disponible, interdit un séjour prolongé en mer.

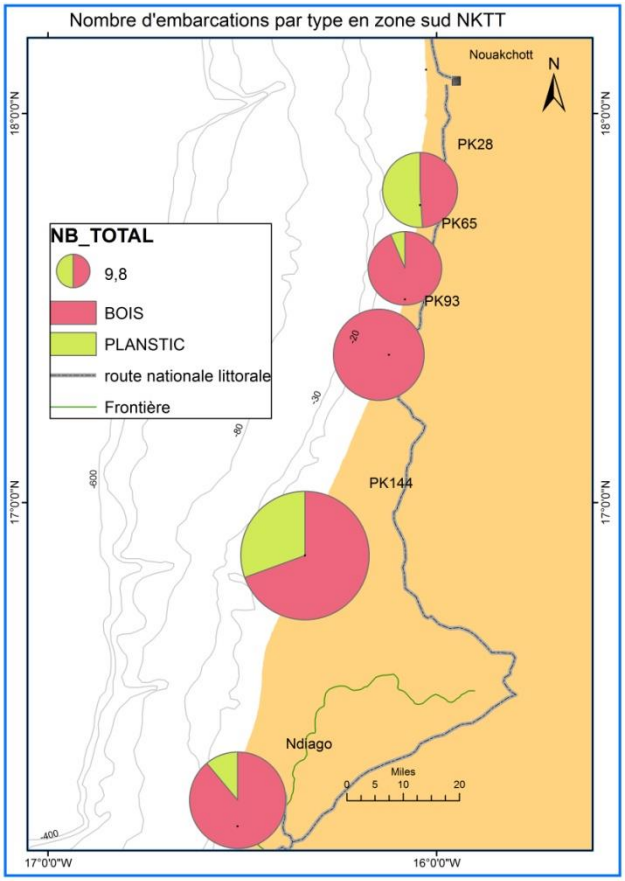


Fig. 19. Répartition des unités de pêche artisanale par site de débarquement dans la partie sud de la ZEEM (source enquête cadre IMROP avril 2016)

B.1.2. Evolution des engins de pêche de la pêche artisanale et côtière

Depuis une dizaine d'années, une évolution rapide s'est dessinée dans la fréquence de l'emploi de certains engins de pêche passifs comme le pot à poulpe, les filets et les palangres. Le pot à poulpe déjà bien présent en 2006 (60,2 % du parc piroguier était armé avec cette technique) a littéralement explosé pour représenter plus de 83 % en 2016. L'effectif de ces unités à pot à poulpe a été multiplié par un facteur de 4,6 en l'espace de 10 ans. Les filets soles et les filets maillants dérivants, généralement en monofilament (mais également en filets en nylon câblé), se sont aussi généralisée, malgré l'interdiction. Le nombre des unités armées avec les filets soles a augmenté de 80 % entre les deux années. Les unités pratiquant la pêche des clupéidés avec la senne, absentes en 2006, ont atteint 134 unités en 2016, dans le sillage du développement de l'industrie de farine de poissons. Par contre, la pratique du filet courbine a enregistré un recul de plus de 60 % suite à la mesure d'interdiction de l'exportation en frais qui a frappé plusieurs espèces dont la courbine.

Il paraît donc clair que la pratique de la pêche artisanale et côtière avec les engins de pêche passifs (filets dormants, pots, palangres) devient de plus en plus importante. Cette évolution s'est faite au détriment des lignes à main, dont les captures sont de meilleure qualité mais dont la mise en œuvre exige une endurance et une technicité non toujours maitrisée par les pêcheurs mauritaniens, par manque de formation adaptée et de tradition maritime. Le départ des pêcheurs sénégalais, suite à la non reconduction de l'accord de pêche entre la Mauritanie et le Sénégal, après la décision du gouvernement mauritanien de « mauritaniser » ce segment, devrait accentuer cette tendance dans le court et le moyen terme.

B.1.3 Capture de la pêche artisanale

Les captures de la pêche artisanale et côtière ont plus que doublé entre 2011 et 2013 passant de 160 000 tonnes environ à plus de 330 000 tonnes en 2013 saisissant le vide laissé par les armements industriels étrangers suite à la non reconduction des accords de pêche. De 2012 à 2015, les captures annuelles moyennes de la pêche artisanale débarquant en Mauritanie sont d'environ 300 000 tonnes (Tableau 12).

Tableau 12: Production et effectif moyens de pirogues annuel moyenne (2012/2015) et contribution de chaque zone

Zone	Production (en tonnes)	Effectif des pirogues	Rendement annuel par pirogue (en tonnes)	Contribution par zone dans la production (%)
Nord	229125	3517	65	76
PNBA	3233	221	15	1
Centre	7454	951	8	2
Nouakchott	53861	1162	46	18
Sud	6161	393	16	2
Total général/Moyenne	299834	6244	48	100

Les débarquements réalisés par la pêche artisanale et côtière dans la zone nord représentent plus de 76 % de l'ensemble des captures de ce segment avec un rendement par pirogue quatre fois plus important qu'en zone sud, qui concerne directement le projet de Ahmeyim/Guembeul. La contribution dans la zone au sud de Nouakchott, qui intéresse directement le projet Ahmeyim/Guembeul, reste marginale (2%).

Afin de caractériser les captures de la pêche artisanale par site de débarquement, nous présentons (Tableau 13) la production moyenne annuelle pour la période 2012/2015 pour Nouakchott et chacun des petits villages. Hormis Nouakchott, c'est le village de N'Diago où les débarquements sont les plus importants.

Tableau 13: Production annuelle moyenne (2012/2015) par site dans la zone d'étude restreinte du projet

	Production en Tonne
Nouakchott	53861
PK 28	1481
PK65	515
PK93	1429
PK144	345
N'Diago	2391
Total général	60022

Dans la zone nord, la pêche artisanale et côtière a débarqué 180 espèces différentes. Mais les 7 premières espèces totalisent plus de 93 % de ces prises en moyenne annuelle pour la période 2010 à 2014. Á elles seules, les trois espèces de clupéidés (petits pélagiques) totalisent 92 % de prises de ces 7 espèces. Les démersaux contribuent avec 6 %. Le reste est réparti entre la courbine et le mulet, deux espèces semi-pélagiques (Fig.20).

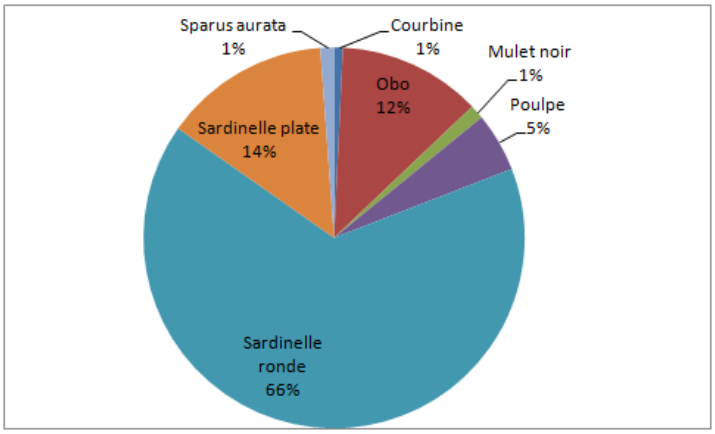


Fig.20. - Proportion de capture moyenne par espèce du segment "pêche artisanale" dans la zone Nord (Nouadhibou) entre 2010 et 2014 (Source : IMROP)

B.1.4.Biodiversité de la faune aquatique et pêche artisanale au Parc National du Diawling (PND)

Le Parc National du Diawling est localisé dans la partie deltaïque du fleuve Sénégal. Ce fleuve parcourt quatre pays de l'Afrique occidentale : la Guinée, le Mali, la Mauritanie et le Sénégal. La sécheresse récurrente et les nombreux aménagements ont considérablement modifié son fonctionnement naturel au cours des dernières décennies. Ainsi, la construction d'importants ouvrages hydro-agricoles (barrages de Manantali et de Diama), des aménagements divers (brèche) souvent réalisés de manière curative ont contribué à la salinisation des terres et des eaux. Ce qui engendre de graves difficultés pour l'agriculture et la pêche artisanale (Jacout, 2006) et la biodiversité de la faune aquatique, surtout pour les espèces anadromes.

B.1.4.1. Biodiversité de la faune aquatique du PND

Il y a 141 espèces de poissons rencontrées au niveau du fleuve Sénégal (Hoga, 2013). Pour cet auteur aucune espèce n'est endémique. Les espèces benthopélagiques, de 92 à 170 cm de longueur totale, sont représentées par le poisson chat nord-africain (*Clarias gariepinus*), le poisson chat électrique (*Malapterurus electricus*) et la carpe africaine (*Labeo coubie*). Les espèces démersales dont la longueur totale varie de 150 à 204 cm présentes dans le bassin de ce fleuve comprennent (*Gymnarchus niloticus*), la perche du Nil (*Lates niloticus*), de 183 cm et le Sampa (*Heterobranchus longifilis*), et (*Mormyrops anguilloides*). Enfin les espèces pélagiques, dont la taille maximale varie de 16 à 65 cm incluent le *Brycinus macrolepidotus* et Pellonuline (*Odaxothrissa ansorgii*). Le suivi scientifique de la faune aquatique dans les différents ouvrages du PND et de sa zone périphérique, effectué sur plusieurs années (IMROP, 2005), a révélé la présence de 87 espèces dont 47 espèces d'eau douce et 40 espèces estuariennes et marines. Les poissons d'eau douce sont représentés par *Clarias* sp., *Tilapia* sp., *Lates niloticus, Citharinus citharus, Labeo coubie, Hydrocunus brevis*, etc. Parmi les espèces estuariennes et marines, il y a le *Mugil cephalus, Ethmalosa fimbriata, Albula vulpes, Liza* sp., *Enneacampus kaupi,* etc. Le groupe des invertébrés aquatiques est représenté par les crustacés, ordre des Décapodes dont *Syciona carinata, Penaeus notialis, Paneus kerathurus*. Au total, une dizaine d'espèces de crevettes appartenant à la famille des *Peneidae* est signalée au PND (FFEM 2005).

Ces différentes espèces font l'objet d'une pêche ciblée, lors de la période de décrue principalement de novembre à mars.

B.1.4.2. Pêche Artisanale au PND

Avant la construction du barrage du Diama sur le fleuve Sénégal dans le milieu des années 1980, la pêche était considérée comme l'activité emblématique des populations du Bas-delta (André 2007) où se trouve l'actuel PND. Les ressources halieutiques étaient très importantes. Depuis la fin de la construction de cet ouvrage, ces ressources ont fortement diminuées et se sont modifiées.

Les poissons de mer ont remplacé les poissons d'estuaires en aval du barrage et en amont subsistent les poissons d'eau douce.

On trouve pratiquement dans chaque village une fraction, même infime, de pêcheurs.

Plusieurs sites sont propices à la pêche notamment au niveau des ouvrages (le Chayal, Lemer, Lekser, Bell) et dans le bassin de N'Tiallakhe (Fig.21). Les ouvrages, Cheyal et Lemer, concentrent la plus grande partie de l'activité de pêche à partir de novembre suite à la décrue des eaux. Le site de Gambar, où jadis une pêche intense s'y pratiquait, est désormais envahi par le typha et n'est plus exploité que très occasionnellement.

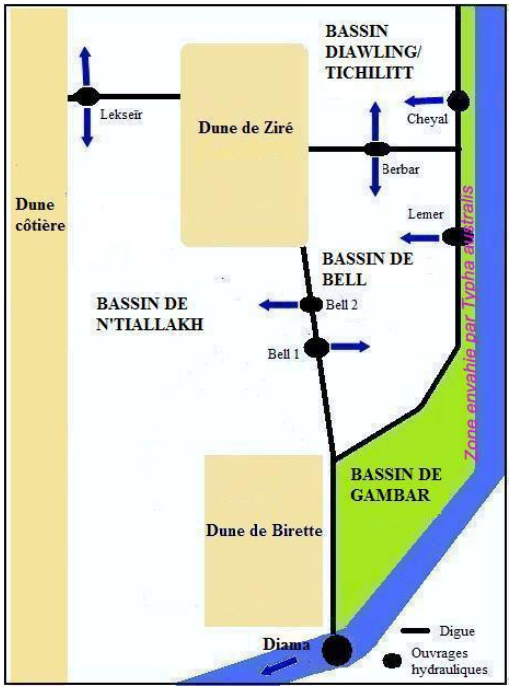


Fig.21 Principaux ouvrages de pêche dans la zone du PND

Les principales techniques de pêche utilisées dans ces différents ouvrages sont l'épervier de petite taille[6], la palangre et les filets maillants dormants. D'une longueur de 100 m environ, la palangre non appâtée est munie de plusieurs hameçons d'une taille comprise entre 10 et 12 mm. Le filet maillant dormant est l'engin le plus utilisé avec une longueur comprise entre 50 et 100 m. Comme pour la palangre, il posé plusieurs jours et relevé en fin de matinée et dans l'après-midi.

Le parc piroguier dans l'estuaire du Ntiallakhe se compose d'une quinzaine de pirogues sénégalaises dont un tiers sont motorisés. Elles sont utilisées occasionnellement pour la pose de filet dormants. elles servent principalement au transport de personnes et marchandises entre les villages de la dune côtière et la ville de Saint-Louis. Aussi, la pêche est souvent pratiquée à pied. Les principales espèces de poissons capturées sont : *Tilapias zilii, Oreochromis niloticus, Lates niloticus, Synodontis schall et Heterotis niloticus.*

[6]Entre 2,5 et 3 m de hauteur, avec une circonférence de 3 à 5 m, des mailles comprises entre 30 à 40 mm.

La production halieutique estimée, sur la base des résultats d'enquêtes effectuées par le service de suivi écologique sur les sites de pêche du PND, est disponible de 2013 à 2016 (uniquement pour le mois de janvier pour cette dernière année). Le volume de captures qui était de 64 tonnes de poisson pour la campagne 2009/2010, a sensiblement augmenté en 2013 et 2014 pour atteindre 147 tonnes pour chacune de ces deux années avant de baisser tous aussi rapidement en 2015 (Fig.21), malgré l'augmentation de l'effort de pêche. Le tableau 14 présente l'évolution annuelle la production halieutique des deux principales zones de pêche du PND.

Tableau 14: évolution des captures (en kg) dans les deux principaux sites de pêches du PND

	Cheyal	Lemer	Total général
2013	**94349**	**49799**	**144148**
2014	**95058**	**49711**	**144769**
2015	**44523**	**31364**	**75887**
2016	**2655**	**1778**	**4433**

Aussi, les rendements journaliers par pêcheur qui se situaient en moyenne entre 21 et 24 Kg respectivement en 2013 et 2014 ne sont plus de 17 Kg en 2015 soit une baisse de 29 % (Tableau 15). C'est la pêche dans l'ouvrage de Cheyal qui a été la plus affectée (-50 %) alors que c'est le site de pêche le plus important avec environ les deux tiers de la production en 2013 et en 2014.

Tableau 15: évolution des rendements (en kg/pêcheur et par jour) dans les deux principaux sites de pêches du PND

	Cheyal	Lemer	Autres sites (Crevettes)	Rendement moyen
2013	22	22	8	21
2014	21	28	8	24
2015	11	23		17
2016	6	11		9

Avec moins de 2 tonnes de production en 2013 et 2014, les captures de crevettes ont ainsi chuté de plus 50 % par rapport à leur niveau de 2009/2010 qui s'élevait à 4 tonnes. Une telle baisse semble s'inscrire dans la durée puisque l'IMROP (2005) rapportait une production annuelle qui approchait 20 tonnes en début des années 2000.

Le poisson frais est commercialisé sur place où des mareyeurs de Saint-Louis (Sénégal), de Keur Macene et de Rosso viennent le chercher. Il sert aussi à l'autoconsommation et peut aussi faire l'objet de vente pour approvisionner les villages environnements. La partie invendue est transformée en poisson séché (Guedj) qui est écoulée sur Saint-Louis et/ou à Nouakchott.

En définitive, malgré la faiblesse des captures dans ce secteur comparativement au milieu marin les retombées économiques, sociales et nutritionnelles pour la population locale sont loin d'être négligeables.

B.1.4.3. Les espèces migratrices

Les espèces migratrices, comme les mulets, les crevettes côtières et fort probablement les anguilles font l'originalité du PND au niveau halieutique et constituent un patrimoine naturel à promouvoir pour les générations actuelles et futures. Bien que ces ressources soient encore relativement

importantes dans quelques bassins du PND[7], elles ont du faire face à de multiples agressions et perturbations. Ces dernières ont conduit à la dégradation de l'environnement aquatique (aménagement hydro-agricoles[8] ; avancée des dunes de sable, explosion de l'espèce envahissante typha, pêche intensive à des moments critiques de développement) et gênent leur circuit migratoire. Face à ce constat, la direction du PND, avec l'appui de ses partenaires techniques et financiers, soutient depuis de nombreuses années des actions de restauration en faveur de ces ressources halieutiques et de leur habitat.

Avant la construction du barrage, le bas delta était colonisé par des poissons marins et estuariens euryhalins, en dehors de la période de crue. Il s'agit principalement du *Sarotheron melanotheron, Ethmalosa fimbriata, Elops lacerta, Mugil cephalus, Liza falcipinis, Tilipia guineensis, Dicentrarchus punctatus* (Anonyme, 1988). Durant la crue, les espèces marines cèdent la place aux espèces d'eaux douces estuariennes euryhalines. Avec la construction du barrage du Diama, le peuplement inféodé à l'estuaire et les espèces à affinité marine s'arrêtent à Diama. Les espèces continentales ont progressé plus en aval et s'y maintiennent toute l'année.

Le mulet jaune et la crevette côtière sont toutes deux espèces de grande importance commerciale pour la pêche maritime où deux pêcheries se sont développées depuis plusieurs dizaines d'années. Ces différentes espèces sont anadromes. Ces espèces migratrices amphibiotiques peuvent vivre en eau douce et eau de mer. Elles passent la plus grande partie de leur vie dans la mer et migreraient vers l'eau douce pour se reproduire. D'autres espèces de mulets comme les muges (*Liza falcipinnis*) et l'éthmalose (Ethamalosa fimbriata,) peuvent aussi être considérées comme des espèces anadromes.

En absence d'étude ciblée, il n'est pas possible de conclure si toutes ces espèces sont potamotoques, c'est-à-dire qu'elles accomplissent leur ponte exclusivement en eau douce et leur croissance en eau de mer ou qu'une partie ou la totalité de la reproduction se passe en mer et se sont les œufs et les larves qui sont entrainés par les courants de marées[9] vers l'embouchure du fleuve Sénégal.

L'absence des œufs et des larves de ces espèces dans les rares prélèvements de plancton permet de conclure que la ponte du mulet jaune ait probablement lieu en mer sur les haut fonds littoraux et toutes les études effectuées au bas delta du fleuve Sénégal ont permis de mettre en évidence l'importance de l'estuaire dans le cycle de vie du mulet, du fait d'y avoir rencontré plusieurs cohortes de juvéniles (Mohamed Vall, 2004).

La civelle ou bébé anguille européenne, *Anguilla anguilla,* a été signalée par plusieurs pêcheurs et scientifiques dans le delta du fleuve Sénégal et au niveau du lac de R'kiz, la seule mare pérenne, située sur la rive droite de ce fleuve à plus de 200 km de son embouchure. Les civelles de l'anguille européenne naissent dans la mer des Sargasses et traversent l'Atlantique vers l'Europe, l'Afrique. En 2009 la civelle a été classée sur la liste rouge des espèces menacées d'extinction par l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature). Ces alevins sont très recherchés, dans plusieurs pays.

[7] Certains bassins du PND sont reconnus pour accueillir presque exclusivement l'une ou l'autre de ces espèces comme le lac des mulets ou le bassin des crevettes

[8] Ce milieu a été soumis pendant environ un demi-siècle à partir des années 1970 à une rude sécheresse entrecoupée par de courts épisodes d'humidité. Le fonctionnement estuarien a subi aussi une autre agression écologique : la construction du barrage antisel de Diama à 50 km de l'embouchure du fleuve Sénégal.

[9] Pour les mulets jaunes, les courants jouent un rôle important dans la migration plus particulièrement des juvéniles. C'est ainsi qu'après la ponte dans la partie sud du littoral, les œufs et les larves pélagiques dérivent avec le courant vers l'aire de croissance dans le bas delta du fleuve. Ils doivent rester jusqu'à l'âge de deux ans avant de regagner à nouveau la mer en sortant par la langue de barbarie à proximité de Sain Louis (Mohamed Vall, 2004)

En raison de l'importance de la zone du PND dans le cycle de vie du *Mugil cephalus* et de la crevette côtière, présumées zones de reproduction de ces espèces de grandes importances économiques et sociales, mais potentiellement comme zone de grossissement des juvéniles des anguilles européennes, d'une très grande valeur commerciale, la gestion durable de ces espèces et la protection de ces espaces contre toutes sources de pollution revêt donc un intérêt stratégique aussi bien pour les pêcheurs mauritaniens que sénégalais. Un système de gestion adapté devra donc être mis en place rapidement à l'instar de ce qui existe pour la flotte de pêche côtière.

B.2. La flotte de pêche côtière

En Mauritanie, la pêche côtière est un sous-secteur relativement mal connu et peu de données tant statistiques qu'économiques sont actuellement disponibles. Cette activité, limitée par le passé à une centaine de vielles unités de pêche, héritées des pêcheurs canariens ou acquis dans le cadre d'appuis de partenaires de développement étrangers, était assimilée à de la pêche artisanale. Les capitaines de ces navires n'étaient pas tenus de remplir les journaux de pêche jusqu'en 2015. Cette situation est en évolution positive depuis l'apparition des navires côtiers étrangers chinois en 2012 et turcs en 2015. En effet, depuis le début des années 2010, un processus de modifications des structures de production du segment de la pêche côtière s'est amorcé. Cette réorganisation s'est accompagnée de l'ouverture de ce segment, fermé aux étrangers depuis une trentaine d'années, vers les armements autres que nationaux qui sont beaucoup plus performants (chinois, espagnols, portugais, marocains et turcs) entraînant ainsi une modification du poids de ces différents acteurs dans la production globale de ce sous-secteur. Cette évolution a été largement favorisée par la volonté de l'état mauritanien d'accélérer la mutation de l'exploitation de la zone côtière par des techniques sélectives (sennes, filets, palangres, casiers), plus conservatrices des ressources halieutiques et de leur environnement marin, dans le sillage de l'éloignement des zones de pêche des flottilles hauturières principalement intervenu en 2012. La pêche côtière possède un système d'exploitation non agressif pour le fond marin. Elle ne contribue guère à la dégradation de l'écosystème marin. Elle est aussi très sélective tant au niveau des tailles des espèces pêchées qui respectent en général la réglementaire qu'au niveau de la composition spécifiques qui se limitent aux espèces recherchées avec très peu de rejets. En 2015, ce sous-secteur a été reconnu officiellement comme un segment individualisé par rapport aux autres segments artisanaux et hauturiers.
Le constat global est que le développement historique de la pêche côtière résulte d'un triple processus :

- exploitation par des vieux navires de pêche nationaux qui recherchent des espèces nobles et/ou les plus abondantes et les plus proches de Nouadhibou (Poulpe, Soles, Courbine et Mulets….) ;
- diversification depuis 2012 par la mobilisation, dans le cadre d'une convention avec un partenaire privé, de nouvelles unités de pêche plus performantes d'origine chinoise pour la pêche du poulpe (casiers) des poissons démersaux (palangres) et de la courbine (filets) et acquisition d'unités en seconde main ou affrètement d'unités étrangères notamment espagnoles, portugaise, marocaines pour la pêche de la langouste rose ;
- extension géographique des opérations, par le déploiement vers le large, et en ciblant les espèces de petits pélagiques par des senneurs de grandes tailles (40m) en provenance de la chine depuis 2012 mais surtout de la Turquie en 2015 ;

La pêche côtière mauritanienne recouvre une grande diversité (flottilles, captures, techniques). Elle effectue les 4/5 de ses captures dans l'extrême nord de la ZEE mauritanienne. Elle opère donc très accessoirement dans la zone centre et pas du tout au sud de la zone de Nouakchott, qui concerne le projet Tortue. Elle débarque 100 % de ses captures à Nouadhibou. Cette situation serait appelée à évoluer lorsque le port de Tanit, à 60 Km au nord de Nouakchott, sera inauguré en février 2019 et plus tard ceux de N'Diago et Pk28 au sud de Nouakchott.

En 2016, ce mode de pêche, dont les débarquements ne dépassaient pas auparavant les 10 000 tonnes a débarqué 62 500 tonnes de poissons, de crustacés et de mollusques. Les poissons de petits pélagiques représentent plus de 90 % de ces débarquements. Cette amélioration remarquable est le fruit de l'entrée en activité des bateaux affrétés de la Turquie pour l'approvisionnement des unités de production de la farine et huile de poissons à Nouadhibou.
Tenant compte des spécificités des unités de pêche utilisées, de leur origine et des équipages embarqués, nous pouvons distinguer trois types de pêche côtière.

B.2.1. Pêche côtière mauritanienne

La flotte côtière est composée d'une centaine de navires qui opèrent exclusivement depuis Nouadhibou. Au vu de la vétusté de la majeure partie d'entre elles (+70 %), la richesse de cette zone côtière, l'équipage qui est principalement originaire de Nouadhibou, l'absence de ports de pêche dans la zone centre et sud, cette activité se déroule exclusivement au nord de la ZEE mauritanienne. Elle ne concerne donc pas le projet Ahmeyim/Guembeul.

Ce type de pêche est pratiqué à bord d'unités de pêche d'origine espagnole ou japonaise en bois ou en aluminium. L'âge moyen dépasse les 35 ans. Ce sont des unités d'environ 20 m de longueur et 350 CV. Elles utilisent différentes techniques de pêche en fonction de la saisonnalité des espèces visées : casiers pour le poulpe, filets pour la courbine, les mulets, les soles et les langoustes. Leur nombre qui approchait la centaine est en fort déclin en raison des pannes répétées. Leur activité est principalement circonscrite à chaque saison de pêche lors des périodes de pic de production.

Un nouveau chantier naval est installé en 2014 à Nouadhibou avec l'appui de la coopération japonaise (Yamaha). Il construit des navires côtiers en fibre destinés à la pêche du poulpe. Il a déjà produit une trentaine d'unités conçues sur un modèle japonais. Cette première phase prévoit la construction d'une cinquantaine d'unités au total. Une seconde phase est programmée et vise la construction d'une cinquantaine d'unités spécialisées dans la pêche des petits pélagiques. Les unités déjà opérationnelles travaillent exclusivement en zone nord de la ZEE mauritanienne.

Une pêcherie côtière pour la langouste rose a débuté en février 2015. Elle est composée de 23 fileyeurs de moins de 25 m LHT, opérant sous deux régimes différents : 12 navires nationaux et 11 navires affrétés qui travaillent à des profondeurs de 300 à 400 m. Les 763 tonnes de langoustes pêchées vivantes en 2015 sont transférées et transportées dans des camions équipés de viviers réfrigérés vers le Portugal.

B.2.2. Pêche côtière chinoise

Dans le cadre de la convention conclue avec Poly-HonDone Pelagic Fishery Co. Ltd, du groupe chinois Poly Technologies Inc, la Mauritanie autorise 20 navires côtiers d'origine chinoise à travailler dans sa ZEE. Ces unités ont une LHT de 25,9 m ; une jauge brute de 85 T et une puissance du moteur de 220 KW. Cette flotte est composée de fileyeurs, de caseyeurs et de palangriers qui ne différent que par la technique de pêche utilisée.

Un suivi assuré par les observateurs scientifiques de l'IMROP embarqué à bord de ces navires en 2012ca permis de déterminer que la zone d'activité de pêche de ces différents navires est située presqu'exclusivement dans la zone nord. Les fileyeurs en plus de la zone nord on travaillé dans la zone centre. Les profondeurs moyennes sont de 23 m pour les palangriers, 24 m fileyeurs et 28 m pour les caseyeurs.

Quant aux rendements journaliers ils sont très faibles pour les palangriers et ne dépassent guère de 131 kg en moyenne. Les espèces pêchées sont constituées de 45% des pagres à point bleu et 25% de tollo. Les rejets sont estimés à 1%.

Les fileyeurs sont très efficaces. Le rendement journalier est de 1121 kg composé essentiellement de 98,4 % des démersaux, 1,4 % des pélagiques et 0,2 % des céphalopodes. La courbine et le diagramme représentent respectivement 38 % et 25 % du total capturé. La quasi-totalité (99%) des courbines pêchées ont des tailles inférieures à la taille minimale autorisées. Les rejets sont estimés à 2 %.
Les caseyeurs sont efficaces et très sélectifs et ciblent principalement les céphalopodes. Les rendements quotidiens sont passés d'un minimum de 989 Kg à un maximum de 1510 Kg composés à 95 % de poulpe, 3,70 % de seiches et 1,50% des divers autres démersaux.

B.2.3. Pêche côtière turque

Les premiers senneurs autorisés à travailler dans la zone mauritanienne, dans le cadre d'affrètement par des opérateurs mauritaniens, sont signalés pour la première fois en 2015. En 2017, leur nombre était de 22 senneurs (Ozturk, 2017). Les senneurs, considérés dans leur majorité comme des unités côtière, malgré leur taille (40m) recherchent principalement les petits pélagiques (sardinelles, sardines, chinchards) pour approvisionner les unités de farine et huile de poissons installées à Nouadhibou. En 2016, la production a atteint plus de 52000 tonnes dont 54 % de sardinelles et 23 % de sardines. Les chinchards représentent aussi une composante essentielle (15%) (Tableau 16).

Tableau 16: production en tonnes de la flottille de petits pélagique turque en 2016 (source : journal de pêche)

Espèces	Sardinelles	Sardine	Chinchards	Maquerau	Autres pélag	Mulets	Merlu	Total
Production	28181	12158	7944	340	1902	1191	519	52235
Contribution (%)	54	23	15	1	4	2	1	100

B.3. La Pêche Hauturière

Ce segment comprend la pêche pélagique et la pêche démersale. L'accès des intérêts étrangers aux ressources mauritaniennes est accordé en vertu de divers accords de pêche avec l'Union européenne (UE), la Russie (petits pélagiques), le Japon (thons) et le Sénégal (thons et petits pélagiques). Les autres navires étrangers en activité dans la zone, opèrent dans le cadre de licences libres**.**

Le protocole d'accord avec l'UE, le plus important couvre une période de 4 ans (du 16/11/2015 au 15/11/2019) et permet à la flotte de l'UE de pêcher des crevettes, des poissons démersaux, des thons et des petits poissons pélagiques dans les eaux mauritaniennes, jusqu'à un total de 281 500 tonnes par an. Des quotas de calmars et de seiches ont été attribués récemment à la partie européenne moyennant la révision de la compensation financière versée à la Mauritanie. Pour le gouvernement mauritanien, les flottilles étrangères ne constituant pas une surcapacité.

B.3.1 Pêche industrielle pélagique

Ces pêcheries comprennent la pêche des petits pélagiques et la pêche thonière. La pêche industrielle de petits pélagique contribue à la plus grande partie des débarquements.

B.3.1.1. Effort de pêche hauturier

Les bateaux de pêche industrielle de petits pélagiques congèlent à bord leurs captures. Ils ont principalement de deux origines : bateau de type russe, spécialisé dans la pêche des chinchards et du maquereau, et bateau de l'UE qui recherchent principalement les clupéidés[10]. Jusqu'à récemment seuls des chalutiers étaient présents. Une entrée timide de senneurs, principalement d'origine

[10]L'exploitation de l'UE s'est élargie à celles des maquereaux et des chinchards, suite à l'adhésion des pays baltes à cette Union et dont d'importantes flottes, d'origine russe, opéraient déjà dans la ZEEM depuis le milieu des années 1990.

chinoise, est observée depuis 2013. Cette activité, qui se déroule dans le cadre de pêche expérimentale (cas des chinois), n'est toujours pas concluante, ne se sera pas développée dans le présent rapport.

L'activité est restée donc presque exclusivement chalutière. Ces engins sont conçus et armés pour fonctionner entre deux eaux. Pour les unités hollandaises, le gréement assure au chalut une flottabilité suffisante pour travailler en surface. (Ould Taleb Sidi, 2005). Ces unités de pêche hollandaises utilisent de grands chaluts pélagiques, avec une ouverture verticale de 30-40 m, et une ouverture horizontale de 60-95 m. Dans les petits fonds, l'ouverture verticale est réduite à 20m. Les chaluts sont traînés près de la surface[11,] avec des panneaux émergents. Les bancs de sardinelles, se trouvant près de la surface, constituent la cible principale. Les chinchards plus profonds sont des cibles secondaires.

Pour cibler les chinchards et les maquereaux, les unités industrielles de pêche d'origine russe utilisent des chaluts avec une chute de 72-80 m. Ce qui leur donne une circonférence à l'entrée de plus de 1000m et la possibilité d'atteindre une profondeur de 300 à 400m. Ils opèrent donc à une certaine profondeur, et de ce fait ramènent en même temps des espèces démersales et autres espèces néritiques qui se trouvent dans les couches d'eau intermédiaires balayées par leurs chaluts.

Le nombre de bateaux industriels de la flotte étrangère de petits pélagiques évolue en dent de scie avec une tendance générale à la baisse. La flotte hauturière pélagique est passée de 64 unités en 2011 à 45 unités en 2015. Cette évolution fait suite à l'instauration de nouvelles mesures réglementaires, jugées contraignantes par les armements étrangers. En revanche, la flotte mauritanienne, absente en 2011, s'accroit très rapidement avec 13 unités en 2015 (DARE. Données non publiées)

L'effort de pêche, en nombre de jour de pêche est concentré en zone nord. Le recours aux licences libres (LP) est la règle alors que l'affrètement (AP) est en fort recul (Fig.22).

[11] Le gréement assure au chalut une flottabilité suffisante pour travailler en surface. Au bout de chaque aile supérieure est fixé un flotteur de 2000 litres. Il y a aussi des flotteurs sur la corde du dos attaché par des crochets: les Tanvest (ayant en gros, les dimensions et la flottabilité d'une citerne de fuel domestique).

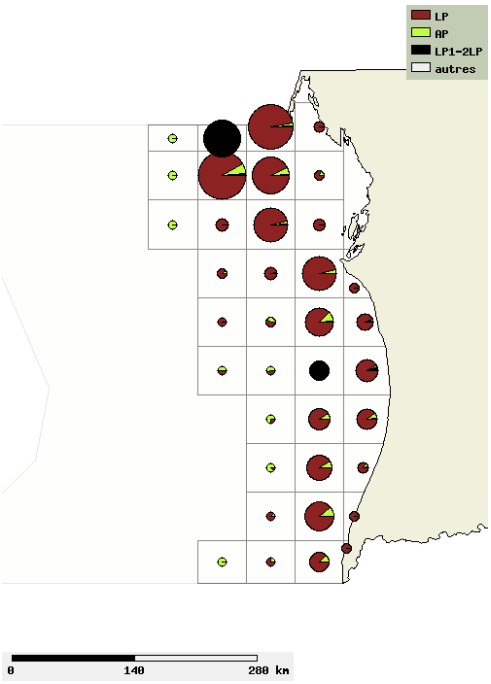


Fig. 22. Répartition de l'effort de pêche (en jour de pêche) de la flottille hauturière de petits pélagiques par secteur statistique de 30mnX30mnen 2013.

B.3.1.2. Capture du segment hauturier

Les captures déclarées par les flottilles industrielles de petits pélagiques s'élèvent à environ 1 000 000 tonnes en 2011 (Figure 23, gauche). En 2012, la baisse des captures par rapport à 2011 a atteint 39 %. Une chute record a été enregistrée en 2013 où les captures de ce segment n'ont pas dépassé les 300 000 tonnes. Cette situation est consécutive au retrait en cascade des flottilles étrangères par suite de l'instauration, dans le cadre d'un nouveau protocole d'accord Mauritanie-Union européenne de 2 ans signé en juillet 2012 et applicable à tous les segments industriels notamment pélagiques, de mesures réglementaires jugées très contraignantes par les armements étrangers. Ces captures se sont redressées en 2014 pour baisser en 2015, où l'accord avec l'Union européenne n'a été reconduit qu'en fin d'année.

Les chinchards représentent la principale cible de la pêche industrielle pélagique avec en moyenne 35 % sur les cinq dernières années, alors que sardinelles et sardines en représentent 27 % (Fig.23, droite). Ceci ne reflète probablement pas une différence de potentiel de ressources mais est lié à un ciblage particulier lié à la demande des marchés internationaux qui rémunère mieux les chinchards (Europe de l'Est et Afrique de l'Ouest). Avec 12 % des prises, le maquereau reste une espèce importante, pêchée en même temps que les chinchards. La rubrique anchois, constituée en fait en majorité de juvéniles de chinchards, contribue avec 7 % des captures globales, en moyenne.

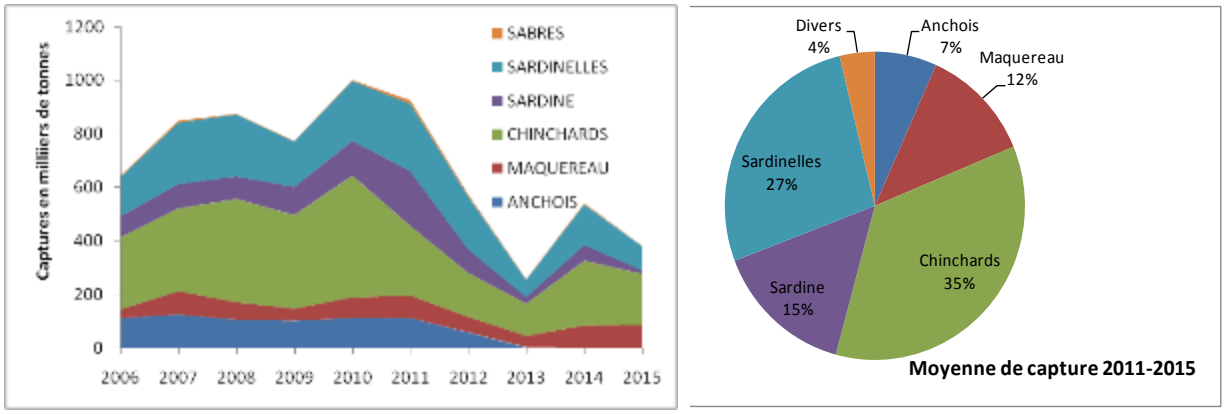


Figure 23- Tendance évolutive des captures de petits pélagiques réalisées par le segment industriel dans la ZEEM (gauche) et contribution des moyennes des principales espèces ou groupes d'espèces (à droite)GCM, 2016, données non publiées

B.3.1.3. Distribution spatiale des captures des petits pélagiques

L'accroissement des prises est assez net du sud au nord. Cette dernière zone (19 et 20°N) contribue avec 60 % des prises en moyenne (Fig.24).

Figure 24- Répartition des captures par carré statistique groupe d'espèces de petits pélagiques avec un zoom respectivement sur les chinchards et les sardinelles (Sources : GCM 2016, données non publiées)

Il se dégage que **60 % environ des captures de petits pélagiques sont réalisées dans la zone nord** (19 et 20°N). Ils sont donc accessibles depuis Nouadhibou. Sur le plan spécifique, ce sont les sardinelles, (Fig. 24; droite) la sardine et les anchois qui sont les plus concernés. Le chinchard a une distribution mieux répartie sur toute la zone côtière y compris la zone d'étude restreinte duprojet.

B.3.2.Pêche thonière hauturière

Au large de la Mauritanie, 3 espèces de thons hauturiers faisaient l'objet d'exploitation, exclusivement par des flottilles étrangères (Union européenne, Japon et Sénégal) opérant dans le cadre d'accord de pêche. C'est le listao *Katsuwonus pelamis* (SKJ) qui domine largement les prises (94 % en moyenne) suivi de l'albacore *Thunnus albacares* (YFT) et enfin le patudo *Thunnus obesus* (BET) (Ould Taleb Sidi, 2015).

L'amélioration des prises de ces espèces a été particulièrement notable en 2012 et 2013. Les captures, qui étaient négligeables en 2011 ont atteint plus de 21 000 tonnes en 2012 avant de dépasser 47 000 tonnes en 2013 (+23 %).

La pêche du listao se pratique actuellement en grande quantité sous un Dispositif de Concentration de Poissions (DCP) (98 et 94 % respectivement en 2012 et 2013) alors qu'auparavant c'est surtout en banc libre (99 % en 2004) que cette ressource était pêchée. Dans le cas des canneurs et des palangriers, il a été observé un étalement de la période de pêche sur la majeure partie de l'année, mais aussi plus au large en latitude. Les tailles et des poids sont aussi exceptionnels (plus de 3-4 kg par individu). Habituellement sous DCP les listao pêchés sont mélangés avec des individus des espèces de petites tailles. Dans la zone mauritanienne, les bancs sont composés de listao plus gros et plus homogène. Il semblerait que l'une des raisons principales de ces évolutions extrêmement rapides est à rechercher, entre autres, dans une meilleure disponibilité de la nourriture qui pourrait servir d'attracteur pour ces espèces presque insatiables (Ould Taleb Sidi, 2015).

En 2014 et 2015, la flottille de l'Union européenne n'a pas fréquenté officiellement la zone mauritanienne en raison de la fin du protocole d'accord de pêche 2012-2014, intervenue à la fin du mois de juillet qui coïncide avec la période de pêche des thons hauturiers dans cette zone. L'accord avec le Japon, qui a pris fin en décembre 2013, n'a été renouvelé qu'en 2015. Aussi, l'exploitation des thons a été fortement perturbée dans la zone lors de la période récente après avoir enregistrée des niveaux record de captures, particulièrement du listao sous DCP.

B.3.3. Pêche industrielle démersale

Ce mode de pêche cible tant les ressources démersales côtières que celles en eaux profondes. Dans la zone côtière opèrent des flottilles nationales qui recherchent principalement les céphalopodes et les poissons du plateau. Sur le talus, travaillent des unités européennes qui ciblent les crevettes et le merlu. L'effectif des unités européennes a régressé de façon drastique de 2012 à 2015 (de 38 à 5), suite à la non-reconduction des autorisations de pêche pour les céphalopodiers européens. **La baisse du nombre des unités de la flottille nationale est imputable à l'avancement de l'âge qui oblige plusieurs embarcations à l'immobilisation**. Leur effectif est passe de 105 à 94 entre 2012 et 2015.

La flotte de pêche industrielle nationale est composée de chalutiers congélateurs et de chalutiers glaciers. Elle approchait les 250 unités au milieu des années 2000 (IMROP, 2013). Dans la période récente ce segment tourne autour de 100 unités. En raison de sa vétusté, cette flotte est caractérisée par des immobilisations fréquentes ou des arrêts définitifs. Elle recherche principalement les céphalopodes (poulpe, seiche et calamar) et les poissons démersaux du plateau continental.

Quant à la flotte étrangère industrielle, elle a connu une évolution irrégulière avec une tendance globalement à la baisse. Alors que 199 navires étaient en activité en 2002, ce segment n'est plus composé que d'une cinquante de bateaux en 2015. Cette flotte est composée essentiellement de navires d'origine européenne travaillant dans le cadre de l'accord de pêche, qui couvre une période de 4 ans (du 16/11/2015 au 15/11/2019) qui permet à cette flottille de pêcher des crevettes, des poissons démersaux et des merlus.

Les captures démersales hauturières sont principalement réalisées dans un seul secteur statistique situé en zone nord (Fig.25). Les prises obtenues dans ce seul secteur totalisent plus de la moitié des captures globales.

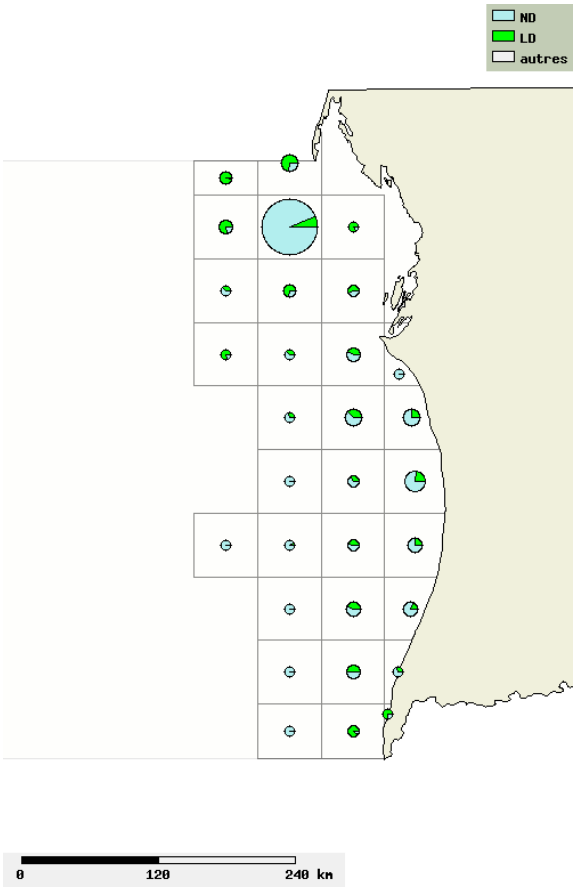


Fig.25. Répartition de l'effort de pêche (en jour de pêche) de la flottille hauturière démersale par secteur statistique de 30mnX30mn en 2013 (ND : national démersal ; LD :navires étrangers)

En l'espace de 5 ans, les captures de la pêche industrielle démersale ont été divisées par deux environ (Fig.26 gauche). Cette baisse est consécutive au retrait du segment céphalopodier européen en août 2012 et la forte perturbation de l'activité de la flottille nationale en raison des immobilisations fréquentes due aux pannes répétées. Les céphalopodes contribuent avec 44 % en moyenne à égalité avec les poissons démersaux si on y intègre les merlus. Les divers crustacés représentent 12 % (Fig.26 ; droite).

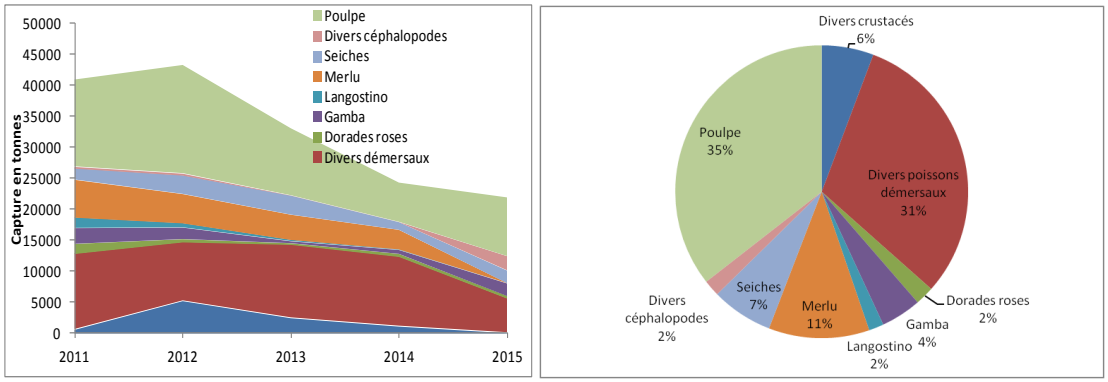


Fig.26- Evolution des captures de la pêche industrielle démersale et répartition moyenne des catégories de captures dans la ZEEM par espèce entre 2011 et 2015 en tonnes (CGM, données non publiées)

Nous revenons dans la section suivante, pêcherie par pêcherie. Nous analysons brièvement les statistiques de capture, d'effort dans la ZEE mauritanienne en mettant l'accent sur la zone sud qui concerne plus directement le projet Ahmeyim/Guimbeul.

B.3.3.1. Pêcherie céphalopodière

Depuis août 2012, ce sont exclusivement les trois segments nationaux ciblent les céphalopodes (poulpe, seiche et calamar). Il s'agit de la pêche industrielle chalutière, de la pêche artisanale aux pots et de la pêche côtière aux casiers. Ces deux derniers segments capturent uniquement du poulpe, et très rarement des seiches.

1. **Effort de la pêche industrielle**
   Une tendance à la baisse du nombre des navires céphalopodiers est mise en évidence depuis 2006. L'effectif de ces navires passe de 200 unités en 2006 à 128 en 2012, dont 25 navires européens. Cette diminution de l'effort s'est accentuée en 2013 avec le retrait total de la flotte céphalopodière européenne. Actuellement, une centaine de navires vétustes pour leur majeure partie, battant pavillon mauritanien, s'adonnent à cette activité, surtout lors des pics de production.

2. **Captures**
   L'exploitation du poulpe a commencé dans la fin des années 60 au nord de la Mauritanie. Sa haute valeur commerciale est à l'origine d'un développement rapide des flottilles industrielles, étrangères et nationales au départ, puis artisanales mauritaniennes par la suite. Le poulpe est aujourd'hui la principale espèce démersale en Mauritanie. En moyenne, avec 14000 tonnes par an, le poulpe constitue plus de 74 % des prises des céphalopodes (Fig.27). Cette espèce joue un rôle de premier plan au niveau économique et social. Vu la nature multispécifique de la pêcherie, la gestion de l'ensemble des ressources démersales repose sur des mesures réglementaires visant le poulpe.

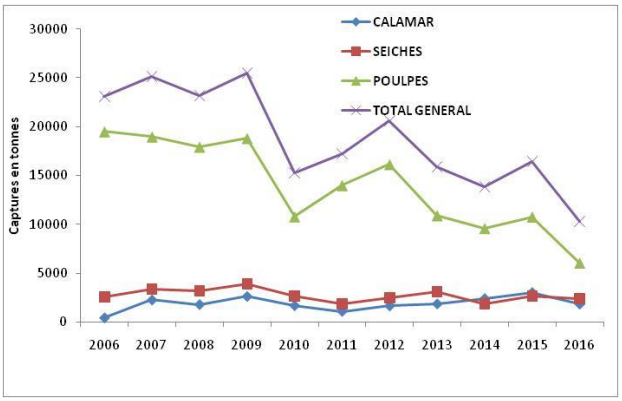


Fig. 27: Evolution des captures navires céphalopodiers hauturiers dans la ZEEM (DARE, 2016)

En 2012 on observe une production de 16 420 tonnes de poulpe, dont 25% réalisé par la flottille de l'Union Européenne, malgré son retrait définitif au mois d'août. Depuis, les captures de poulpe sont réalisées uniquement par la pêche nationale et ne font de baisser pour atteindre 6000 tonnes environ en 2016. Visiblement, la flotte industrielle nationale n'a pas pu prendre la place de la flotte européenne.

Pour la seiche et le calmar, les captures déclarées pour la période récente restent sensiblement stables aux alentours de 2000 tonnes par an pour chacune d'entre elles (Fig.27).

B.3.3.2. Pêcheries de crevettes

Deux principaux groupes de crevettes sont commercialement importants : les crevettes côtières, notamment la crevette rose *Farfantepenaeus notialis* (Langostino), et les crevettes profondes dont *Parapenaeus longirostris* (Gamba) est la plus importante. D'autre espèces de crevettes sont

également pêchées accessoirement : *Penaeus kerathurus, Aristeus varidens, Plesionika heterocarpus* et *Plesiopenaeus edwardsianus.*

Les possibilités de pêche accordées à l'Union Européenne (UE) par le protocole d'Accord 2015-2019 sont fixées à 5 000 tonnes par an pour un effectif maximal de 36 navires. D'après les données communiquées au Groupe de travail conjoint Mauritanie/UE, le taux d'utilisation est faible (9,36 %), avec des captures déclarées de 468 tonnes en 2016 (CSC, 2016).

1. **Efforts de pêche**

   La flottille crevettière opérante dans la ZEE mauritanienne est exclusivement composée d'unités de l'Union européen, en particulier espagnoles. Cette flotte qui atteignait 90 unités en 2002 (IMROP, 2013), n'est plus que 5 navires autorisés en 2015 et 6 navires mais 13 navires autorisés en 2014 (CSC, 2016). L'activité de ce segment a été localisée au niveau de la zone nord et centre en 2015. En 2016, cette flotte a étendu son activité plus au sud (Fig.28).

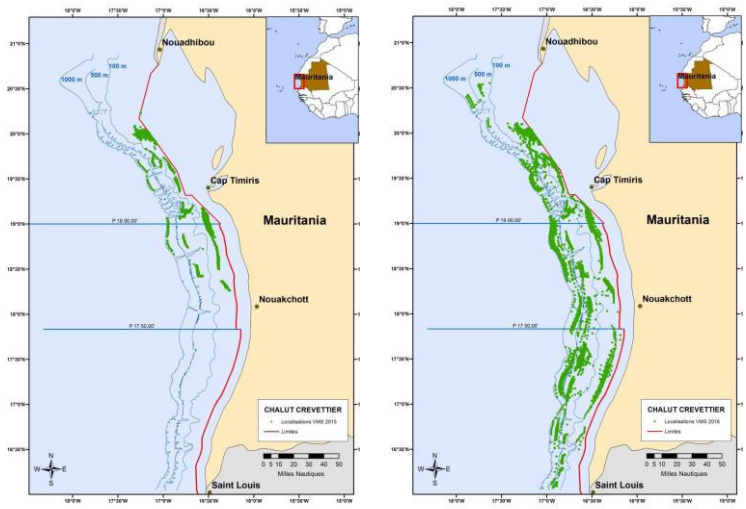


Fig.28– Zone de pêche des crevettiers espagnols la zone de pêche de Mauritanie en 2015 (carte de gauche) et en 2016 (carte de droite).Les lignes rouges indiquent les limites de sa zone de pêche autorisée (CSC, 2016).

2. **Captures**

   Les quantités déclarées (toutes espèces confondues) qui étaient d'environ 9 000 tonnes (dont plus de 75% de crevettes Gamba et Langostino), avant de connaitre une forte chute pour se situer autour de 600 tonnes en 2013 et 468 tonnes en 2016. Cette baisse de production ces dernières années s'explique principalement par la réduction drastique du nombre de crevettiers européens et la reconversion des crevettiers mauritaniens en céphalopodiers.

B.3.3.3. Pêcheries de Merlus

Deux espèces, *Merluccius senegalensis* et *Merluccius polli* sont pêchées et commercialisées sous la dénomination générique de merlu noir. C'est uniquement la flotte européenne, essentiellement espagnole, qui exploite cette ressource. Le taux moyen d'utilisation des possibilités de pêche a été de 76 % en 2014 et 67% (4027 tonnes) en 2016.

1. **Effort de pêche**

Les possibilités de pêche annuelles accordées à l'Union européenne sont de 6000 tonnes dans le protocole 2015/2019. Depuis 2015, seule la flottille espagnole exploite le merlu mobilisant 4 à 6 navires[12].

Ces navires opèrent préférentiellement à des profondeurs comprises entre 550 et 800 (Fig.29). Ces unités de pêche peuvent opérer plus rarement sur des fonds compris entre 100 et 200 m, ciblant diverses espèces de poissons démersaux (CSC, 2016).

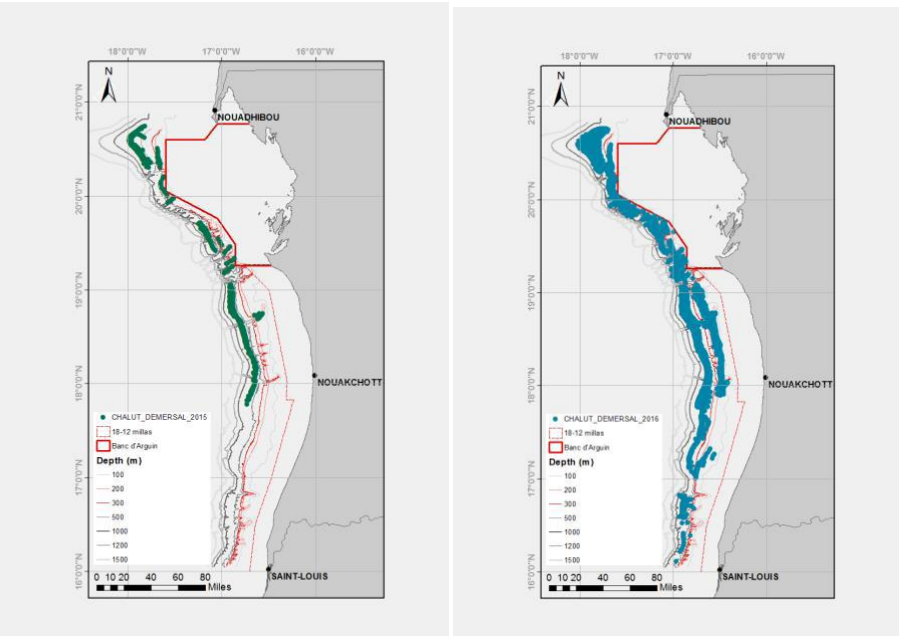


Fig.29 Zone de pêche des merluttiers espagnols ciblant les merlus noir dans la zone de pêche de Mauritanie sur la période en 2015 (carte de gauche) et en 2016 (carte de droite). Les lignes rouges indiquent la limite des zones de pêche autorisées (CSC, 2016).

2. Captures

Le pic de capture des merlus a été enregistré en 1993 (environ 14 600 tonnes) (IMROP, 2013). Depuis, les captures sont en nette régression pour atteindre le niveau le plus bas, soit 4027 tonnes, en 2016. Ce niveau de capture est inférieur aux possibilités de pêche octroyées à la partie européenne.

B.3.3.4. Pêcheries de poissons démersaux

Pour les flottilles de l'Union européenne, la pêcherie de poissons démersaux correspond à la pêche à palangre ciblant la grande castagnole ou palomète, *Brama brama* avec des possibilités de pêche annuelles de 3 000 tonnes.

Pour les autres flottilles concernées, notamment nationales, les engins de pêche autorisés sont aussi les palangres mais aussi les filets maillants calés, les lignes à la main, les nasses et les sennes pour la pêche d'appâts. Ces poissons appartiennent principalement aux familles des Sparidés, Sciaenidés, Serranidés, Lutjianidés, Soleidés, Cynoglocidés, etc.

1. Effort de pêche

Depuis 2012, on observe une augmentation du nombre de bateaux liée à l'arrivée de 20 unités de pêche chinoise (complexe industriel de pêche de Poly Hondone) mais qui battent pavillon mauritanien.

[12] Les valeurs enregistrées en 2015 ne sont pas représentatives des captures du fait qu'elles correspondent à un seul mois d'activité.

2. **Captures**

En 2012, les captures de ce segment enregistrent plus de 8 000 tonnes pour 1 735 jours de pêche. La moyenne des captures de la pêche hauturière sur les cinq dernières années se situe à environ 5 114 tonnes pour environ 2 228 jours de mer (CSC, 2016).

Pour les palangriers de l'Union européenne, composées exclusivement de *Brama brama* avec un volume de captures similaires en 2014 et 2016. Le niveau de capture atteint indique une sous-utilisation des possibilités de pêche dont bénéficie la flotte de l'Union européenne dans cette catégorie, les captures représentant environ 50 % de la limite de capture fixée dans le Protocole 2015-2019.

8. Synthèses et Conclusions Générales

Cette étude a permis de caractériser l'évolution, l'état de la biodiversité marine et côtière, des ressources halieutiques et des principales pêcheries opérant dans la ZEEM. Au niveau biodiversité, ce rapport met en évidence les faits saillants suivants :

L'état des éléments de la biodiversité marine et côtière est réalisé aux différentes échelles spatiales d'observation pertinentes (zone côtière y compris le PND, talus et les grandes profondeurs) avec un focus particulier sur la partie sud de la ZEEM qui concerne la zone d'étude restreinte du projet Ahmeyim/Guembeul. Il comprend l'inventaire et la caractérisation :

- des espèces endémiques, fragiles ou menacées et des espèces clé pour le fonctionnement de l'écosystème en particulier les sélaciens.
- des habitats critiques et des zones d'intérêt pour la biodiversité notamment le PND
- de l'évaluation de cette biodiversité qui est abordée globalement en référence à la Liste Rouge de l'UICN, singulièrement pour les poissons osseux qui sont les principales ressources exploitées par la pêche mais aussi les poissons cartilagineux.
- Au plan spatial, l'indice de diversité spécifique montre une tendance à la baisse du nord au sud de la ZEEM et de la côte vers le large jusqu'à 400-600 m de profondeur. Cette tendance traduirait à la fois une plus grande diversité de la partie nord et côtière de la ZEEM, mais aussi un effort plus conséquent d'investigations et de recherches scientifiques orientées sur la biodiversité dans ces secteurs. Les rares campagnes scientifiques menées dans les grandes profondeurs de 800 à plus de 2000 m mettent en évidence à nouveau une amélioration des indices de biodiversités (nombre d'espèces). Ce qui met en évidence indirectement le rôle important de la pêche, notamment chalutière, sur la biodiversité. En effet, puisque la pêche est absente des grandes profondeurs, l'état global de la biodiversité s'améliore.

Sur le plan ressources halieutiques et leur exploitation le rapport attire l'attention sur :

- une tendance vigoureuse à la hausse des indices d'abondance d'une vingtaine d'espèces démersales depuis 2006 après une longue période de chute continue est enregistrée. Cette évolution, très favorable, est le fruit de l'application de mesures de gestion appropriées (interdiction du chalutage dans la zone côtière en deçà de 20 m de profondeur, introduction du VMS, et installation de plusieurs stations de radar sur la côte…) ;
- une situation toujours préoccupante de l'état des stocks du poulpe, espèce stratégique pour le secteur de la pêche en Mauritanie malgré une tendance nette à l'amélioration en raison de diverses mesures réglementaires décrétées à l'initiative de la recherche (instauration d'un second arrêt biologique, mauritanisation de l'activité entraînant une réduction de l'effort de pêche) et le renforcement de la surveillance;

- des ressources de pélagiques (côtiers et hauturiers) qui se trouvent dans un état d'exploitation convenable, à l'exception de la sardinelle ronde en situation de surexploitation. La situation de cette dernière espèce risque de se dégrader davantage suite au développement très rapide d'une industrie de farine et d'huile de poissons, approvisionnées principalement par la pêche artisanale, avec ses effets d'entrainements sur le reste du secteur mais aussi des externalités négatives qui doivent impérativement être atténuées.
- L'absence d'exploitation d'importants stocks de méso-pélagiques, qui se chiffrent à des dizaines de millions de tonnes de biomasses, situés principalement au large de la ZEEM ;
- Une baisse quasi généralisée de la pression de pêche suite à l'introduction de mesures de gestion jugées contraignantes par les armements étrangers qui étaient les principaux acteurs dans la ZEEM.

Dans la ZEEM, la pêche tant artisanale qu'hauturière reste une activité majeure en dépit des soubresauts, enregistrés suite au retrait de certains segments industriels étrangers depuis 2012, qui étaient dominés par de très grandes unités pélagiques. Plus récemment, on enregistre aussi, le départ de la pêche artisanale sénégalaise des eaux maritimes mauritaniennes suite à la non-reconduction de l'accord de pêche entre les deux pays. Bon an, mal an, la production halieutique mauritanienne totale avoisine le million de tonnes dont le tiers est débarqué par la pêche artisanale.
Plus de 2/3 du volume de production totale est pêché dans la partie nord de la ZEEM aussi bien pour le segment artisanal qu'industriel. Malgré une couverture quasi-homogène des flottilles hauturières sur toute la ZEEM (Fig.30).

Le long de la côte du Sénégal, de la Mauritanie et de la Gambie entre le début 2012 et fin mars 2017 les observations du Global Fishing Watch, qui sont libres d'accès, donnent de façon instantanée, à l'image du VMS des indications très précieuses sur la répartition des flottilles industrielles de pêche (Fig.30). En termes du niveau de concentration, une différence spectaculaire apparait entre le Sénégal d'une part et la Mauritanie et la Gambie de l'autre (Fig.30). En Mauritanie, les concentrations de bateaux industriels constituent un bon indicateur pour cartographier les zones les plus riches notamment au niveau du talus et des canyons et surtout au large de cap Blanc.

Les quelques 18000 pirogues sénégalaises actives dans la ZEE de ce pays, ne sont pas repérables de et n'apparaissent donc pas sur cette carte. Comparatiment à la ZEE mauritanienne, celle du Sénégal parait relativement déserte. En fait, l'outil de repérage des navires se base sur les données du Système d'identification automatique (AIS, selon l'acronyme anglais), par lequel les bateaux communiquent entre eux leur position, leur direction et leur vitesse, via un réseau satellitaire. Ce système largement utilisé à travers le monde pour les différents types de navires pour éviter les collisions entre elles a été adapté à la surveillance de la pêche. Les pirogues ne disposent pas de ce service et ne sont donc pas visibles.

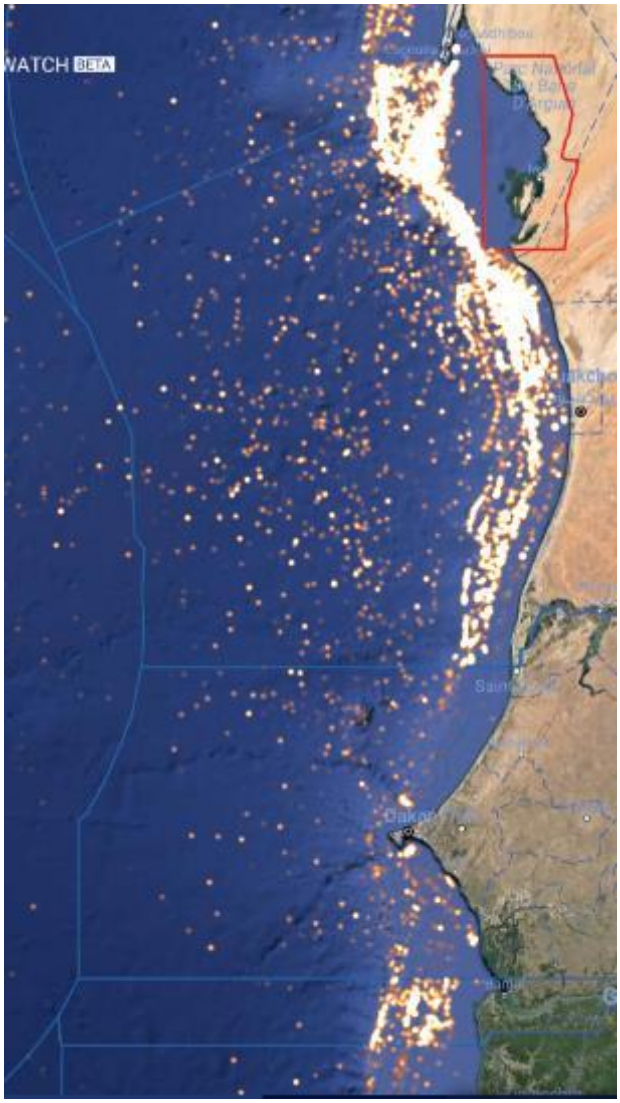


Fig.30. Concentrations des bateaux de pêche industriels dans la zone mauritano-sénégalaise période 2012/2017 (source Global Fishing Watch,)

En Mauritanie, l'essor de la pêche artisanale lors des dix dernières années, de 2006 à 2015, avec le quasi quintuplement des captures halieutiques, demeure très largement imputable à l'envolée considérable des prix et de la capacité de production de la farine et huile de poissons.

Ce segment offre en effet un nouveau débouché aux petits pélagiques qui ne faisaient pas l'objet d'exploitation ciblée auparavant (ethmalose (*Ethmalosa fimbriata*), sardinelle plate (*Sardinella maderensis*)) mais aussi pour des espèces souvent qualifiées de surexploitées, dont les sardinelles rondes notamment. La pêche artisanale a bénéficié d'une conjecture exceptionnelle suite au retrait en cascade des flottilles hauturières étrangères tant pélagiques que démersales, à la faveur de l'introduction de nouvelles mesures réglementairesjugées contraignantes par ces armements qui débarquaient plus d'un million de tonnes en 2011 mais moins de 300 000 tonnes en 2013.

Les données de la pêche artisanale ne sont pas géoréférencées et les unités ne sont pas repérables par Radar par le système Global Fishing Watch. Il n'est pas donc possible de localiser leur zone de pêche. Néanmoins, au niveau de la zone d'étude restreinte du projet Ahmeyim/Guembeul, les investigations scientifiques (IMROP, 2016) mettent en évidence la présente quasi-exclusive de moteur de 15 CV. Lors d'une enquête effectuée en avril 2017, des pêcheurs de N'Diago ont indiqué qu'ils pêchent généralement à une distance d'environ 3 km de la côte, et au maximum à une distance de 7 à 9 km de la côte (Taleb Heidi, 2017). Ce qui nous permet de conclure que le rayon d'action de ces unités est forcément réduit.

La zone nord de Mauritanie concentre la plus grande partie des captures et des débarquements (ou transbordement), tant pour les espèces de petits pélagiques que pour les espèces démersales, et ce pour les différents segments concernés. Cet engouement pour la zone nord s'explique à la fois par des considérations historiques, géographiques, physiques et biologiques. Pour la pêche artisanale par exemple, il est surtout lié aux facteurs suivants :

- la haute productivité de cette zone (largeur du plateau continental, permanence de l'upwelling) ; Le rendement moyen par sortie de pêche est de 474 Kg soit 4 fois plus de ce qui est réalisé dans la zone sud (Tableau 16).
- l'existence des infrastructures d'accueil avec la présence des seuls vrais ports de pêche, tant artisanal qu'industriel, à Nouadhibou ;
- la relative proximité de l'Europe et des Iles Canaries en particulier ;
- la relative clémence des conditions maritimes dans cette zone comparativement à la zone sud où la présence d'une barre violente est signalée ;
- Les prix payés à la première vente qui sont deux fois et demie plus importants dans la zone nord comparativement à la zone sud.

Tableau 16 : Tableau comparatif de certains indicateurs de performances de la pêche artisanale dans les différentes zones (données IMROP, Moyenne 2006-2015).

	NORD	PNBA	CENTRE	NOUAKCHOTT	SUD NKTT	Total général
Kg/sortie	474	163	71	323	121	337
Effort de pêche (%)	49	16	4	24	6	100
Capture (%)	69	2	3	23	2	100
Prix (Um/Kg)	768	136	401	536	299	334

Au Parc National du Diawling, la pêche reste forcément circonscrite pour des raisons évidentes de conservation, mais aussi pour satisfaire différents besoins conflictuels des utilisateurs de la ressource eau (agriculteurs, éleveurs et pêcheurs) où les lâchers d'eau du barrage interviennent assez tard par rapport à la saison de pêche, du caractère rudimentaire des techniques de pêche peu productive, de transformation, de la prédominance de la pêche à pied et par méconnaissance des stocks et du rythme de renouvellement des ressources ichtyologiques (Ly, 2009). Les aménagements sur le fleuve Sénégal et les fortes perturbations notamment due à la péjoration climatique et à l'introduction accidentelle de plantes envahissantes comme le typha, qui ont colonisé d'importantes zones de pêche (Gambar), contribuent aussi à la dégradation de cette activité. Par ailleurs les difficultés de suivi scientifique régulier de cette activité, quelquefois assez aléatoire, n'est pas de nature à faciliter la collecte de données fines et précises pour une estimation fiable de l'ampleur de cette activité, dont la production est souvent sous-estimée. La pêche se déroule principalement de nuit. Il est alors difficile d'avoir accès aux quantités réellement débarquées.

Malgré ces constats, la pêche dans le PND reste une importante source d'emploi et de revenu pour les résidents des différents villages. Ces pêcheurs résidents du Parc National du Diawling ne pratiquent généralement pas la pêche maritime très probablement par manque de moyens techniques et financiers et pour des considérations historiques et culturelles. Habitués à faire une pêche de subsistance à pied dans un plan d'eau calme en association avec l'agriculture, le maraichage et/ou l'élevage, la reconversion de ces pêcheurs vers le milieu maritime est très difficile.

9. Bibliographie

Barton, E., 1998. Eastern boundary of the North Atlantic: Northwest Africa and Iberia. Coastal segment (18, E). In: Robinson, A., Brink, K.H. (Eds.), The Sea, vol. 11. John Wiley & Sons Inc., pp. 633–657.

Birane S, M. Tandstad, A. M. Caramelo et B. E. Brown (2016) Variations in productivity of the Canary Current Large Marine Ecosystem and their effects on small pelagic fish stocks Environmental Development 105–117

Bonnin M., Le Tixerant M., Ly I., Ould Zein A., Atlas cartographique du droit de l'environnement marin CSRP- IUCN, 2013

Carvalho J.F; J. L. Imohoff, V. V. Faria, J. K. Carlson et G.H. Burgess (2013) Status and the potential for extinction of the largetooth sawfish Pristis pristis in the Atlantic Ocean. Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst. (2013)

Colman, J. G., Gordon, D. M., Lane, A. L., Forde, M. J., and Fitzpatrick, J. J. 2005. Carbonate mounds off Mauritania, Northwest Africa: status of deep-water corals and implications for management of fishing and oil exploration activities. In Cold-water Corals and Ecosystems, pp. 417 – 441.

Chavance, P., & Girardin. (1991). Environnement,Les Ressources et les Pêcheries de la ZEE Mauritaniennes .Bulletin N° 23 Centre National de Recherches Oceanographiques et des pêches. 215 P.

Gascuel, D., Labrosse, P., Meissa, B., Taleb Sidi, M.O., Guénette, S., 2007. Decline of demersal resources in northwest Africa: an analysis of Mauritanian trawl-survey data over the past 25 years. African Journal of Marine Science 29, 331–345.

Goffinet T. 1991 Development and Fisheries Management: The Case of Northwest Africa. Ocean & Coastal Management 17 (1992) 105-136

Inejih C.A., Taleb Ould Sidi M. et H. Diadhou (2014) Evaluation de l'état de la biodiversité marine dans la région du grand écosystème des Courants des Canaries, du Nord du Maroc au Sud de la Guinée. Rapport scientifique et technique FAO/PNUE, 175 pages.

IMROP : 2010. Synthèse du 7ème groupe de travail sur l'évaluation des ressources, l'aménagement des pêcheries Mauritaniennes et la gestion de leur environnement. Nouadhibou (MR) : IMROP, 28p.

IMROP 2013. Bulletin statistique de la pêche industrielle en Mauritanie pour l'année 2012. Document de travail N°5. 46 pages

IMROP, 2014. Rapport de synthèse du huitième Groupe de Travail d'Evaluation des Ressources et l'Aménagement des Pêcheries Mauritaniennes et la Gestion de leur Environnement Nouadhibou 30 Novembre au 5 décembre 2014 ; 41 pages.

Julien.S. (2002). contribution à la mise en place d'un observatoire de la peche artisanale en Mauritanie.Rapport interne IMROP13 P.

Kidé, S. O., C. Manté, L. Dubroca, H. Demarcq, B. Mérigot. 2015. Spatio-Temporal Dynamics of Exploited Groundfish Species Assemblages Faced to Environmental and Fishing Forcings: Insights from the Mauritanian Exclusive Economic Zone. Plos ONE http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0141566

Ould Taleb Sidi M. 2015 Le Listao (Katsuwonus pelamis) ou l'explosion des captures d'une espèce de thons hauturiers dans la ZEE mauritanienne sous DCP, SCRS/2015/077.10 pages

Ould Taleb Ould Sidi M. Meissa B. M. Bouzouma et C. B Isselmou 2013 (Eds). Evaluation des Ressources et Aménagement des Pêcheries de la ZEE Mauritanienne Rapport du septième Groupe de travail de l'IMROP /Nouadhibou, Mauritanie, 5-11 Rapport de synthèse Décembre 2010. 236 pages ;

Ould Taleb Ould Sidi M.M.. (2005). Les ressources des petits pélagiques en Mauritanie et dans la zone nord-ouest africaine (variabilité spatiale et temporelle, dynamique et diagnostic). Thèse de doctorat.

Meiners C, L. Fernández , F.Salmerón , A Ramos (2010) Climate variability and fisheries of black hakes (Merluccius polli and Merluccius senegalensis) in NW Africa: A first approach Journal of Marine Systems 80 (2010) 243–247

Ramil F. B. and A.M. Ramos (2007) LA FAUNA BENTÓNICA MAURIT-1107 Compte rendu de campagne scientifique Vigo, España, 29 pages

Pencalet-Kerivel, F. (2008).La mort et le deuil de la pêche langoustière bretonne en Mauritanie.article p 173-200.

Pilar M. O.; P. A. L.Hulley, A. Castellón, M. Emelianov, C.López, V. M. Tuset , T. Contreras , B. Molí (2017) Mesopelagic fishes across the tropical and equatorial Atlantic: Biogeographical and vertical patterns Progress in Oceanography 151 ; 116–137

Pauly, D., Christensen, V.,1995, Primary production required to sustain global fisheries. Nature 374,255–257.

Beth Polidoro, Gina M. Ralph, Kyle Strongin, Michael Harvey, Kent E. Carpenter, Titus Ayo Adeofe, Rachel Arnold, Paul Bannerman, Jean Noel Bibang Bi Nguema, Jack R. Buchanan, Khairdine Mohamed Abdallahi Camara, Youssouf Hawa Camara, Kadiatou Cissoko, Bruce B. Collette, Mia T. Comeros-Raynal, Godefroy De Bruyne, Madeleine Diouf, Roger Djiman, Mathieu Ducrocq, Ofer Gon, Antony S. Harold, Heather Harwell, Craig Hilton-Taylor, Andrew Hines, P. Alexander Hulley, Tomio Iwamoto, Steen Knudsen, Jean De Dieu Lewembe, Christi Linardich, Ken Lindeman, Ebou Mass Mbye, Jean Egard Mikolo, Vanda Monteiro, Jean Bernard Mougoussi, Thomas Munroe, Jean Hervé Mve Beh, Francis K. E. Nunoo, Caroline Pollock, Stuart Poss, Richmond Quartey, Barry Russell, Alphonse Sagna, Catherine Sayer, Aboubacar Sidibe, William Smith-Vaniz, Emilie Stump, Mor Sylla, Luis Tito De Morais, Jean-Christophe Vié and Akanbi Williams (2016). Red List of Marine Bony Fishes of the Eastern Central Atlantic. Gland, Switzerland: IUCN. viii + 80 pp

Scott C. D. Y, Victoria J. F., R A. Feely, and J. A. Kleypas (2009) Ocean Acidification: The Other CO2 Problem Annu. Rev. Mar. Sci. 2009. 1:169–92

Venecia C. . Gauns M. et P.K Karuppasamy 2011 A Review on Mesopelagic Fishes belonging to family Myctophidae nev. Fish Biol. Fish., vol.21; 2011; 339–354

ANNEXE E-2 : RAPPORT SUR LES RESSOURCES HALIEUTIQUES ET LA PÊCHE DANS LA PORTION SÉNÉGALAISE DE LA ZONE D'ÉTUDE RESTREINTE DU PROJET

Ressources halieutiques et pêche dans la portion sénégalaise de la zone d'étude restreinte du projet Ahmeyim / Guembeul de production de gaz

Par

Dr Papa Samba Ndieub DIOUF

Pour

TROPICA Environmental Consultants

Libertés VI, Villa No. 8181 • BP 5335 Dakar-Fann SENEGAL
Tél. (221) 33 867 18 98 - Fax (221) 33 867 18 99
E-mail : tropica@tropica-ec.com

Septembre 2017

Détails du projet et de l'étude	
Projet	EIES du Projet Ahmeyim/Guembeul de production de gaz offshore en Mauritanie et au Sénégal
Etude objet du rapport	Etude des « Ressources halieutiques et pêche dans la portion sénégalaise de la zone d'étude restreinte du projet ». Etude d'expert ; contribution à la caractérisation des conditions environnementales de base
Version du rapport	Finale (revue)
Auteur du Rapport	Dr Papa Samba Ndieub DIOUF, Expert de Tropica

Liste de distribution		
Destinataire 1	Golder Associates	Directrice Projet du projet
Destinataire 2		

Signataires	
Production	Dr Papa Samba Ndieub DIOUF
Vérification :	Samba YADE, Coordonnateur projet, Tropica
Approbation :	Samba YADE, Coordonnateur projet, Tropica
Date de transmission :	12 septembre 2017

Ce rapport est soumis par Tropica Environmental Consultants (Tropica), dans le cadre d'une sous-traitance avec Golder Associates, pour une contribution à la description des conditions environnementales de base, une partie de l'étude d'impact environnemental et social (EIES) du projet Ahmeyim/Guembeul de production de gaz offshore en Mauritanie et au Sénégal, initié par Kosmos Energy Mauritania (KEM) et Kosmos Energy Senegal (KES).

Il est préparé (1) par Dr Papa Samba Ndieub DIOUF, Biologiste ; expert en Pêche, Environnement et Développement personnel ; *(2*) *suivant les termes de référence de Tropica et (3) avec des données et informations obtenues à partir de la littérature et d'investigations de terrain. En préparant ce document, Tropica et son expert ont mis en œuvre leurs compétences, leur professionnalisme, des soins et une diligence raisonnables.*

Les données et informations contenues dans le document sont basées sur des visites de sites, des interviews de personnes compétentes, la revue de documents et le retour d'expériences dans des études et projets similaires.

En tout état de cause, Tropica n'endosse aucune responsabilité découlant de l'utilisation du contenu de ce rapport par toute personne autre que son ou ses destinataire(s).

TABLE DES MATIÈRES

Liste des abréviations ii
Liste des tableaux iv
Liste des figures v
Résumé vi
Introduction 1
1. Le contexte physique 1
1.1. Présentation du milieu 1
1.2. Bathymétrie 4
1.3. Sédimentologie 6
1.4. Hydrologie et Hydrodynamisme 9
1.5. Mécanismes d'enrichissement trophique 11
2. Les ressources halieutiques de la zone d'étude restreinte 11
2.1. Les espèces pélagiques 11
2.2. Les espèces démersales 18
3. Les habitats critiques : zones de reproduction, nurseries et voies de migration 20
4. Etat d'exploitation et statut de conservation des ressources halieutiques 30
4.1. Etat d'exploitation des ressources 30
42. Espèces avec un statut de conservation particulier 31
5. La pêche 34
5.1. Les acteurs de la pêche 34
5.2. Les engins de pêche et la flotte de pêche 38
5.2.1. La pêche artisanale 38
5.2.2. La pêche industrielle 42
5.3. Les zones de pêche 44
5.4. L'évolution de la production 51
5.5. Les contraintes de la pêche 57
Conclusion 58
Bibliographie 59

Liste des abréviations

CEP :	Cellule d'Etudes et de Planification
CLP :	Comité Local de Pêcheurs
CLPA :	Conseil Local de Pêche Artisanale
CNCR :	Cadre National de Concertation des Ruraux
CNDMS :	Collectif National des Mareyeurs pour le Développement du Sénégal
CNPS :	Collectif National des Pêcheurs artisanaux du Sénégal
COMFISH:	Collaborative Management for a Sustainable Fisheries Future in Senegal
CONIPAS :	Conseil National Interprofessionnel de la Pêche Artisanale au Sénégal
COPACE :	Comité des Pêches de l'Atlantique Centre-Est
CRODT :	Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye
CSRP :	Commission Sous Régionale des Pêches
DAMCP :	Direction des Aires Marines Communautaires Protégées
DPM :	Direction des Pêches maritimes
DPN :	Direction des Parcs Nationaux
EIES :	Etude d'Impact Environnemental et Social
ENSA :	Ecole Nationale Supérieure d'agriculture
FAO :	Food and Agriculture Organization
FD :	Filet Dormant
FENAGIE :	Fédération Nationale des Groupements d'Intérêt Economique de Pêcheurs
FENAMS :	Fédération Nationale des Groupements d'Intérêt Economique de Mareyeurs du Sénégal
FENATRAMS :	Fédération Nationale des Femmes Transformatrices
FFEM :	Fonds Français pour l'Environnement Mondial
FMDF :	Filet Maillant Dérivant de Fonds
FMDS :	Filet Maillant Dérivant de Surface
FME :	Filets maillants encerclants
GAIPES :	Groupement des Armateurs et Industriels de la Pêche maritime au Sénégal
GPS:	Global Positioning System
ICCAT:	International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas
LPS/PA :	Lettre de Politique sectorielle de la Pêche et de l'Aquaculture
MPAM :	Ministère de la Pêche et des Affaires maritimes
MPEM :	Ministère des Pêches et de l'Economie Maritime
OLAG :	Office du Lac de Guiers
OMVS :	Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal
PRAO :	Programme régional des Pêches en Afrique de l'Ouest
REFEPAS :	Réseau National des Femmes de la Pêche Artisanale du Sénégal
ST :	Senne Tournante

UE :	Union Européenne
UICN :	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UNAGIEMS :	Union Nationale des GIE de Mareyeurs du Sénégal
UNESCO :	United Nations Educational Scientific & Cultural Organisation
UPAMES :	Union Patronale des Mareyeurs Exportateurs
USAID :	United States Agency for International Development
VCE :	Valeur Commerciale Estimée
ZEE :	Zone Economique Exclusive

Liste des tableaux

Tableau 1 : Estimation des biomasses des espèces de poissons pélagiques au Sénégal et en Gambie (x 1000 tonnes) 18
Tableau 2 : Classification de communautés spécifiques selon des critères saisonniers 19
Tableau 3 : Classification des communautés spécifiques selon des critères écologiques 19
Tableau 4 : Etat d'exploitation de quelques espèces pélagiques 30
Tableau 5 : Etat d'exploitation de quelques espèces démersales 30
Tableau 6 : Statut de conservation de quelques espèces de la Grande Côte 33
Tableau 7 : Effectifs des différentes catégories socio-professionnelles de la pêche sur la Grande Côte 36
Tableau 8 : Effectifs, captures et débarquements des chalutiers, des sardiniers et des thoniers (pêche industrielle) 37
Tableau 9 : Présentation des engins de pêche artisanale étudiés 41
Tableau 10 : Nombre de bateaux utilisant les différents engins de pêche actifs au Sénégal 43
Tableau 11 : Données statistiques de la région de Saint-Louis (1999 à 2016) 51
Tableau 12 : Données statistiques de la région de Louga (1999 à 2016) 52
Tableau 13 : Données statistiques de la région de Thiès (1999 à 2016) 52
Tableau 14 : Contribution de la Grande Côte aux débarquements de la Région de Thiès 53
Tableau 15 : Données statistiques de la Région de Dakar (1999 à 2016) 53
Tableau 16 : Débarquements des principales espèces (10 espèces les plus pêchées) de la Région de Saint-Louis (2015) de la pêche artisanale 54
Tableau 17 : Débarquements des principales espèces (10 espèces les plus pêchées) de la Région de Louga (2015) de la pêche artisanale 54
Tableau 18 : Débarquements des principales espèces (10 espèces les plus pêchées) de la Région de Thiès (2015) de la pêche artisanale 54
Tableau 19 : Débarquements des principales espèces (10 espèces les plus pêchées) de la Région de Dakar (2015) de la pêche artisanale 55
Tableau 20 : Statistiques de pêche industrielle 55
Tableau 21 : Niveau d'exécution de la Lettre de politique sectorielle de la Pêche et de l'Aquaculture 57

Liste des figures

Figure 1 : Morphologie du plateau continental sénégalais 3
Figure 2 : Zone d'étude restreinte. 5
Figure 3 : Carte sédimentologique de la Grande Côte Nord (Zone de Saint-Louis, Saint-Louis inclus) 7
Figure 4 : Carte sédimentologique de la Grande Côte Sud et de la Petite Côte. 8
Figure 5 : Circulation océanique et masses d'eau en saison froide sur le littoral sénégalais 10
Figure 6 : Répartition des densités de poissons mesurées par écho-intégration et structure superficielle de l'upwelling en janvier 13
Figure 7 : Répartition des densités de poissons mesurées par écho-intégration et structure superficielle de l'upwelling en février. 14
Figure 8 : Répartition des biomasses de sardinelles (octobre 2015) 15
Figure 9 : Répartition des biomasses de Trachurus trecae (octobre 2015) 16
Figure 10 : Répartition des Carangidés et des espèces associées (octobre 2015) 17
Figure 11 : Cycle migratoire, périodes de ponte, nurseries et localisation mensuelle des principales concentrations d'adultes de Sardinella aurita dans la zone sénégalo-mauritanienne 22
Figure 12 : Déplacements, principales périodes de reproduction et nurseries de Sardinella maderensis dans la zone sénégalo-mauritanienne 23
Figure 13 : Cycle migratoire, périodes de ponte, nurseries et localisation des principales concentrations d'adultes de Caranx rhonchus dans la zone sénégalo-mauritanienne 24
Figure 14 : Cycle migratoire, périodes de ponte et localisation des principales concentrations d'adultes de Trachurus trecae dans la zone sénégalo-mauritanienne 25
Figure 15 : Cycle migratoire, périodes de ponte et localisation des principales concentrations d'adultes de Trachurus trachurus dans la zone sénégalo-mauritanienne 26
Figure 16 : Déplacements probables de principales zones de concentration et de reproduction de Scomber japonicus dans la zone sénégalo-mauritanienne 27
Figure 17 : Carte des zones prioritaires de conservation 29
Figure 18 : Structure des Catégories de la Liste rouge 32
Figure 19 : Principales routes de migrations des pêcheurs artisans sénégalais 35
Figure 20 : Répartition des engins de pêche 39
Figure 21 : Répartition des différents engins de pêche au niveau des CLPA de Saint-Louis 40
Figure 22 : Activité des bateaux de pêche industrielle dans les environs de la zone offshore (point rouge encerclé) entre le 1er juillet et le 25 juillet 2017 43
Figure 23 : Exemples de localisations des captures de thons (Patudo et Albacore) réalisées dans l'Atlantique et au Sénégal 49
Figure 24 : Carte des lieux de pêche artisanale 50
Figure 25 : Evolution du nombre de bateaux de la pêche industrielle au Sénégal 56
Figure 26 : Evolution des débarquements des bateaux étrangers et nationaux 56

Résumé

Dans le cadre de l'étude d'impact environnemental et social (EIES) du projet Ahmeyim/Geumbeul de production de gaz offshore initié par Kosmos Energy Mauritanie et Kosmos Energy Sénégal, une étude des ressources halieutiques et de la pêche dans la partie sénégalaise de la zone d'étude restreinte et plus généralement de la zone d'étude élargie du côté Sénégal, a été menée.

La Grande Côte, encore appelée Côte Nord, s'étend de la pointe des Almadies (14°36 N) dans la région de Dakar à Saint-Louis (16°04 N) au nord. Ce littoral présente une succession de dunes et de cordons littoraux dont le plus important est la langue de Barbarie.

Le plateau continental de la Grande Côte est relativement étroit. La rupture de pente entre le plateau continental et la pente continentale se situe vers 200 m. La plateforme présente une extension réduite aux abords immédiats de la presqu'île du Cap-Vert et de part et d'autre du canyon de Cayar qui l'entaille.

La forte houle qui domine sur le littoral nord durant la saison froide provoque « une barre » importante surtout si les conditions topographiques s'y prêtent comme c'est le cas à Saint-Louis. La Grande Côte est dangereuse pour la navigation des pirogues et leur débarquement à cause de cette barre. C'est un rouleau de vagues proche du rivage dont la traversée cause beaucoup d'accidents et de dégâts pour la pêche artisanale.

Les ressources exploitées dans la zone d'étude restreinte comprennent deux grands groupes ayant des caractéristiques bioécologiques différentes : les ressources pélagiques et les ressources démersales.

La Grande Côte bénéficie de conditions hydroclimatiques (upwelling et enrichissement trophique par le fleuve Sénégal), qui potentiellement peuvent engendrer une productivité élevée. Cependant, du fait de plusieurs décennies de surexploitation, de modification anthropique de l'hydrologie du fleuve Sénégal par la mise en place d'aménagements hydroagricoles majeurs et des effets des changements climatiques, la plupart des stocks halieutiques est dans un état inquiétant.

Les pêcheurs artisans sénégalais sont originaires essentiellement de trois groupes : les *lébous* qui sont à Dakar et sur la Petite Côte, les *guet-ndariens* au nord (Saint-Louis) et les *niominka* au centre (îles du Saloum). Ces trois groupes représentent plus de 90 % des pêcheurs (58 % de *lébous*, 18 % de guet-ndariens et 15 % de *niominka*) (Mbaye, 2002)[1].

Suivant les ressources halieutiques dans leur migration, les pêcheurs artisans se déplacent d'un port à un autre. Certains vont pêcher hors du Sénégal, notamment en Mauritanie, en Gambie, en Guinée-Bissau, en Guinée et même en Sierra Léone et en Angola. Certains pêcheurs, notamment des saint-louisiens, travaillent pour des bateaux ramasseurs, pour lesquels ils capturent des poissons nobles, tels que des *Serranidae*, des *Sparidae*…

Au niveau de la Grande Côte Sud, la pêche se pratique avec une diversité d'engins. Les plus importants sont les filets (filets dormants de fonds, filets maillants encerclants « saïna », sennes tournantes, sennes de plage), les lignes (Simples et palangres) et les fusils de chasse sous-marine.

Au niveau de la Grande Côte Nord, on trouve des filets (senne tournante, filet maillant dormant de fond « *Mbal Ser* », filet maillant dérivant de surface « félé félé » et le trémail), des lignes et des palangres.

Le Décret n° 2016-1804 portant application de la loi n° 2015-18 du 13 juillet 2015 portant Code de la Pêche maritime, dans la Section 3. Zones de pêche, en ses articles 39 à 51 détermine les aires où la pêche industrielle peut opérer. Ces zones sont au-delà des 6-7 milles marins de la ligne de référence définie par l'article 39 dudit décret.

[1] Mbaye A., 2002.- Analyse sociologique de la différenciation technique dans la pêche artisanale maritime sénégalaise. Séminaire C3ED-OA, 7 p.

La pêche industrielle, à part les zones qui lui sont interdites par le Code de la Pêche, poursuit la ressource et peut donc se retrouver dans pratiquement toute la zone autorisée par le type licence obtenu.

En ce qui concerne la pêche artisanale, les lieux de pêche sont nombreux et la seule limitation qu'ont les pêcheurs c'est leurs capacités à naviguer et à assurer la rentabilité de leurs activités. Les lieux de pêche artisanale ont été cartographiés.

Les données statistiques récoltées auprès de la DPM permettent de voir que des quatre régions que couvre la zone d'étude restreinte, c'est celle de Thiès qui a les plus importants débarquements de pêche artisanale, suivi de celles de Saint-Louis et Dakar. La région de Louga présentant les plus faibles quantités. Toutefois, en tenant compte du fait que la région de Thiès ne couvre qu'une partie de la zone restreinte d'étude et en ne prenant en compte que les données qui concernent la zone d'étude restreinte, la région de Thiès se place en 3ème position en ce qui concerne les débarquements de la Grande Côte

Il apparait que les quantités mareyées sont relativement fortes dans la région de Saint-Louis. En matière de transformation Thiès semble être la première région de transformation de produits halieutiques.

L'analyse de l'évolution des débarquements de la pêche artisanale au cours des cinq dernières années, montre des fluctuations d'une année à l'autre. En ce qui concerne la pêche industrielle, l'essentiel des activités est polarisé autour de la Presqu'île du Cap-Vert.

Bien que jouant un rôle économique et social extrêmement important, le secteur de la pêche maritime fait face à de graves problèmes.

Une contrainte majeure des pêcheurs de la zone d'étude restreinte est la difficulté d'accès aux lieux de pêche en Mauritanie où ils avaient l'habitude d'opérer jusqu'en début 2017. Les accords avec la Mauritanie étant devenus difficiles à obtenir, il faut que le Sénégal se dote de moyens pour restaurer les stocks halieutiques surexploités en mettant en place et en gérant bien des aires marines protégées et des récifs artificiels, mais également en élaborant et en mettant en œuvre des plans de gestion et d'aménagements des pêcheries.

La pêche joue un rôle crucial dans la vie sociale et économique des communautés de la Grande Côte. Malheureusement, du fait de l'effort de pêche excessif qui a fortement réduit les ressources halieutiques et la difficulté d'accéder aux zones de pêche plus poissonneuses de la Mauritanie, ce secteur connait de grandes difficultés.

Il est indispensable, qu'une restauration des habitats et des stocks surexploités soit entreprise très rapidement. Il serait également judicieux qu'une diversification des activités génératrices de revenus, non liées à la pêche soit réalisée. Ceci devra se faire dans le cadre d'une cogestion, où les CLPA pourraient jouer un rôle majeur.

Introduction

Dans le cadre de l'étude d'impact environnemental et social (EIES) du projet Ahmeyim / Guembeul de production de gaz offshore, initié par Kosmos Energy Mauritanie et Kosmos Energy Sénégal, une étude des ressources halieutiques et de la pêche dans la partie sénégalaise de la zone d'étude restreinte et plus généralement de la zone d'étude élargie du côté Sénégal, a été menée. Elle s'est basée sur la recherche documentaire, une mission de terrain pour discuter avec différents acteurs de la pêche et une collecte de données auprès de la Direction des Pêches Maritimes, du Centre de recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye, de l'Université de Dakar et du Ministère de l'Environnement et du Développement durable.

Ce rapport comporte cinq parties :

- Le contexte biophysique ;
- Les ressources halieutiques de la zone ;
- Les habitats critiques : zones de reproduction, nurseries et voies de migration ;
- L'état d'exploitation et le statut de conservation des ressources halieutiques ;
- La pêche (artisanale[2] et industrielle)

1. Le contexte physique

1.1. Présentation du milieu

La Grande Côte, encore appelée Côte Nord, s'étend de la pointe des Almadies (14°36 N) dans la région de Dakar à Saint-Louis (16°04 N) au nord. Elle présente une succession de dunes et de cordons littoraux dont le plus important est la langue de Barbarie (Fall, 2009)[3]. Au niveau de cette dernière, une brèche a été ouverte pour lutter contre les inondations d'octobre 2003. En peu de temps, la brèche s'est élargie de manière spectaculaire et est devenue la nouvelle embouchure du fleuve (Durant *et al*., 2010)[4].

Il faut signaler que la zone du delta du fleuve Sénégal, d'une importance capitale pour la conservation des oiseaux migrateurs et la biodiversité marine et côtière (Diouf, 2015)[5], a connu de profonds changements durant ces dernières décennies du fait de la sécheresse des années 70 et 80 d'une part et du fait des modifications hydrauliques engendrées d'autre part, par la construction et la mise en service des barrages de Diama et de Manantali. Actuellement, c'est l'expansion agricole à grande échelle, motivée par l'intérêt de plus en plus croissant de l'agrobusiness pour la zone et les programmes d'autosuffisance alimentaire, qui constitue des menaces réelles sur les habitats naturels de la zone ainsi que sur leur biodiversité associée. D'ailleurs, la dégradation croissante des écosystèmes du delta a conduit les gouvernements de la Mauritanie et du Sénégal à étendre leurs réseaux d'aires protégées afin de préserver quelques échantillons représentatifs et de prendre un certain nombre de mesures de protection de la biodiversité en commun (Agblonon *et al.*, 2015)[6].

2 L'accent sera mis sur la pêche artisanale. Une définition des deux types de pêche sera donnée

3 Fall M., 2009. Pêcherie démersale côtière au Sénégal – Essai de modélisation de la dynamique de l'exploitation des stocks. Thèse Doctorat Université de Montpellier 2, 231 p.

4 Durand P., Anselme B. et Thomas Y-F., 2010. « L'impact de l'ouverture de la brèche dans la langue de Barbarie à Saint-Louis du Sénégal en 2003 : un changement de nature de l'aléa inondation ? », Cybergeo : European Journal of Geography [En ligne], Environnement, Nature, Paysage, document 496, mis en ligne le 27 avril 2010, consulté le 24 mars 2017. URL : http://cybergeo.revues.org/23017 ; DOI : 10.4000/cybergeo.23017.

5 Diouf P.S., 2015 a. Module de formation sur les peuplements ichtyologiques du système fleuve Sénégal, lac de Guiers et le Ndiaèl. UICN / OLAG, 22 p

6 Agblonon G., Van Leeuwen M., Hoffmann F., Racz N., 2015. Plan stratégique pour la conservation de la biodiversité des oiseaux d'eau migrateurs dans le delta du fleuve Sénégal - période 2015-2025. Wetlands International, OMVS, Parc National du Diawling, Direction des Parcs Nationaux du Sénégal, 64 p.

Au niveau de la Grande Côte, le plateau, large de 27 milles marins au niveau de Saint-Louis, se réduit à 5 milles marins devant la Presqu'île du Cap-Vert (Diouf *et al.*, 2016)[7].

Le fond présente un certain nombre d'accidents topographiques :

- Plusieurs canyons sous-marins dont le plus remarquable est celui de Cayar (3 294 m de profondeur et largeur maximale de 9 km) ;
- Quelques falaises sous-marines de 10 à 15 m de haut dans les environs de la Presqu'ile du Cap-Vert ;
- Le mont sous-marin de Cayar situé au large de Cayar, à 100 km au nord-ouest de la Presqu'ile du Cap-Vert. Il est situé à des profondeurs de 200 m à 500 m. Il comprend trois monts : le mont Cayar, le mont petit Cayar et le mont Médina.

[7] Diouf P. S., Diop N. et Diop H., 2016. Plan national d'adaptation du secteur de la pêche et de l'aquaculture face au changement climatique horizon 2035. MEDD / MPEM / Projet USAID COMFISH, 143 p.

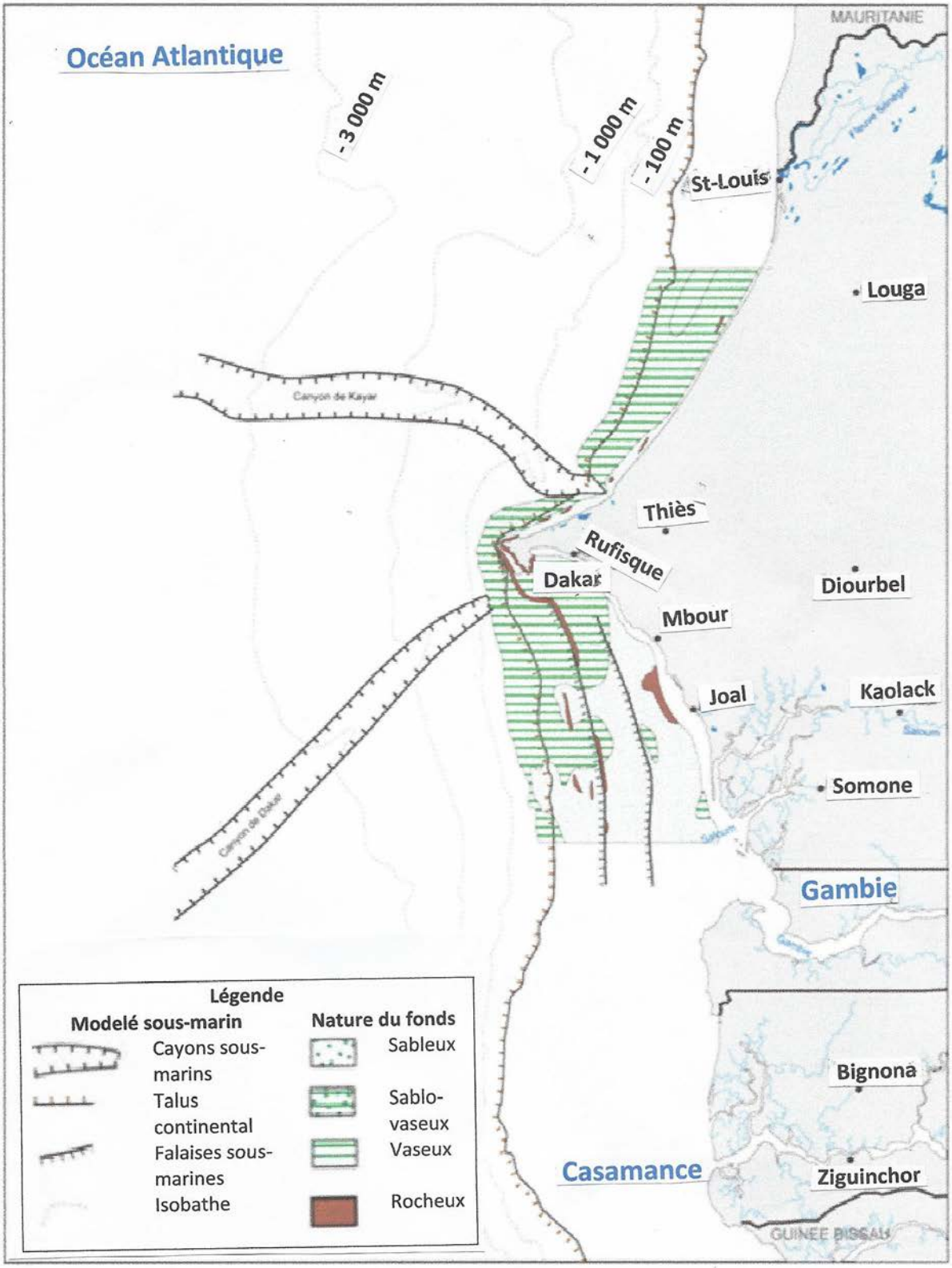


Figure 1 : Morphologie du plateau continental sénégalais

Source : Niang (2008)[8]

[8] Niang N. A, 2008. Dynamique socio-environnementale et gestion des ressources halieutiques des régions côtières du Sénégal : l'exemple de la pêche artisanale. UNESCO/MAB et UCAD, 68 p.

La Grande Côte, est généralement sablonneuse, s'appuyant sur des dunes littorales bien développées emprisonnant une aire à sédiment hydromorphe appelée zone humide des Niayes. Les seules exceptions sont les avancées rocheuses de la Presqu'île du Cap-Vert et les reliques de mangrove, situées aux environs de Saint-Louis (entre Diama et Khor à Saint-Louis, et au niveau de l'embouchure)[9].

1.2. Bathymétrie

Le plateau continental de la Grande Côte est relativement étroit. La rupture de pente entre le plateau continental et la pente continentale se situe vers 200 m. La plateforme présente une extension réduite aux abords immédiats de la Presqu'île du Cap-Vert et de part et d'autre du canyon de Cayar qui l'entaille.

Du nord de cette fosse à Saint-Louis, le plateau continental s'élargit progressivement de 20 km à environ 40 au droit de l'estuaire du fleuve Sénégal.

Entre Cayar et Dakar, 15 km séparent le rebord du plateau continental du trait de côte. La pointe du Cap-Vert n'est qu'à 9 km de l'isobathe 200 m (Kouamé, 1983)[10].

9 Diouf P. S., 2016. Mangrove et Aires Marines Protégées de la Casamance et du Sine-Saloum. COFREPECHE – SEANEO, 56 p.
10 Kouamé A., 1983. Bathymétrie, sédimentologie et structure géologique du plateau continental de l'Afrique de l'Ouest. Commission Océanographique Intergouvernementale de l'UNESCO, 5 p.

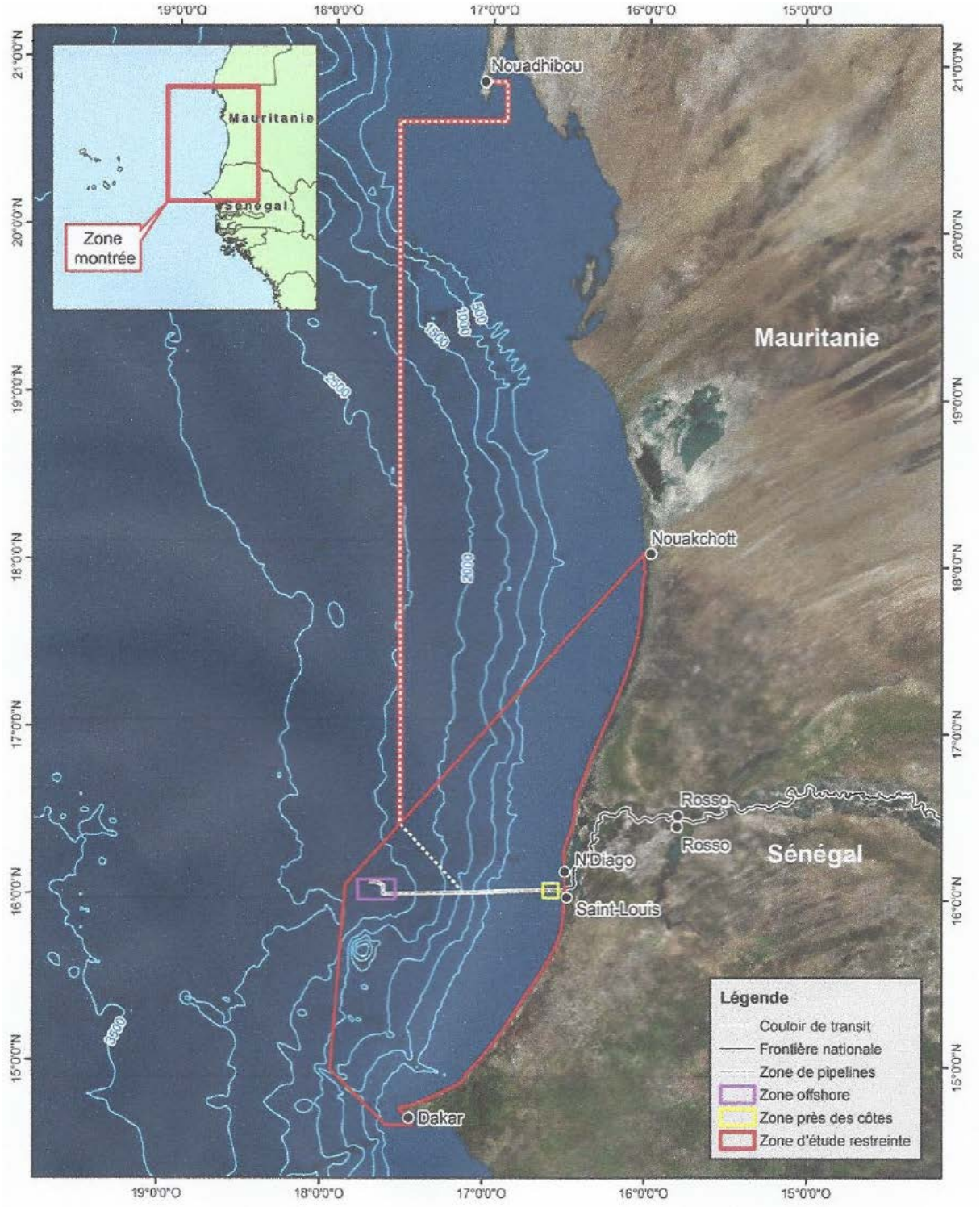


Figure 2 : Zone d'étude restreinte.

Source : Golder Associés (2017)[11]

[11] Golder Associés, 2017. Projet Ahmeyim / Guembeul de production de gaz offshore en Mauritanie et au Sénégal. Etude d'impact environnemental et social. Termes de référence des experts nationaux. Golder et Associés, 28 p.

1.3. Sédimentologie

La sédimentologie de la Grande Côte est caractérisée par deux types de faciès :

- Les faciès terrigènes qui sont alimentés soit par les apports continentaux (vents, cours d'eau), soit par la désagrégation de la roche en place. Sur le plateau continental sénégambien les faciès terrigènes, constitués principalement par des éléments quartzeux, s'étendent du littoral jusqu'aux sondes de - 100 m de 17'00'N à la fosse de Cayar. Au sud de la fosse cette zone se réduit rapidement à la frange littorale. Une importante zone vaseuse existe sur le plateau continental de la Grande Côte. Elle s'étend de part et d'autre de l'embouchure du fleuve Sénégal de 16'30'N à 15'15'N entre les isobathes 20 et 80 m. Elle est alimentée par les particules limoneuses transportées par le fleuve jusqu'à la mer où elles sont reprises par le courant qui les entraîne vers le sud-ouest. Lors de la décrue du Sénégal, qui peut se prolonger durant plusieurs mois après la fin de la saison des pluies, les particules arrivant à la mer seraient reprises par le sous-courant de direction nord-nord-est.
- Les faciès organogènes existent sur la côte nord au-delà des fonds de 90 m. Ils forment une bande relativement étroite qui suit les contours du rebord du plateau. Ils sont riches en débris coquilliers et en spicules d'oursins (Domain, 1977)[12].

Des bancs rocheux se rencontrent au sud de la fosse de Cayar jusqu'à la latitude de Popenguine. Au niveau de la Presqu'île du Cap-Vert se trouve une série de formations rocheuses qui seraient le prolongement du relief volcanique de cette zone. Par ailleurs, au nord de la fosse de Cayar, se trouve une série de petits bancs rocheux à des profondeurs 15-20 mètres. Ces bancs, parallèles à la Côte sont recouverts par endroits de sédiments. Cette formation se retrouve bien marquée en face de Saint-Louis sur les fonds de - 10, - 15 mètres et au niveau des marais de Toumbos entre - 20 et - 30 m. La roche constituant ces bancs présente à la cassure l'aspect d'un grès coquillier. Il s'agit vraisemblablement d'un grès de plage formé lors d'une régression (Domain, 1977).

[12] Domain F., 1977. Carte sédimentologique du plateau continental sénégambien. Extension a une partie du plateau continental de la Mauritanie et de la Guinée-Bissau. ORSTOM/ISRA/CRODT, Notice explicative n° 68, 37 p.

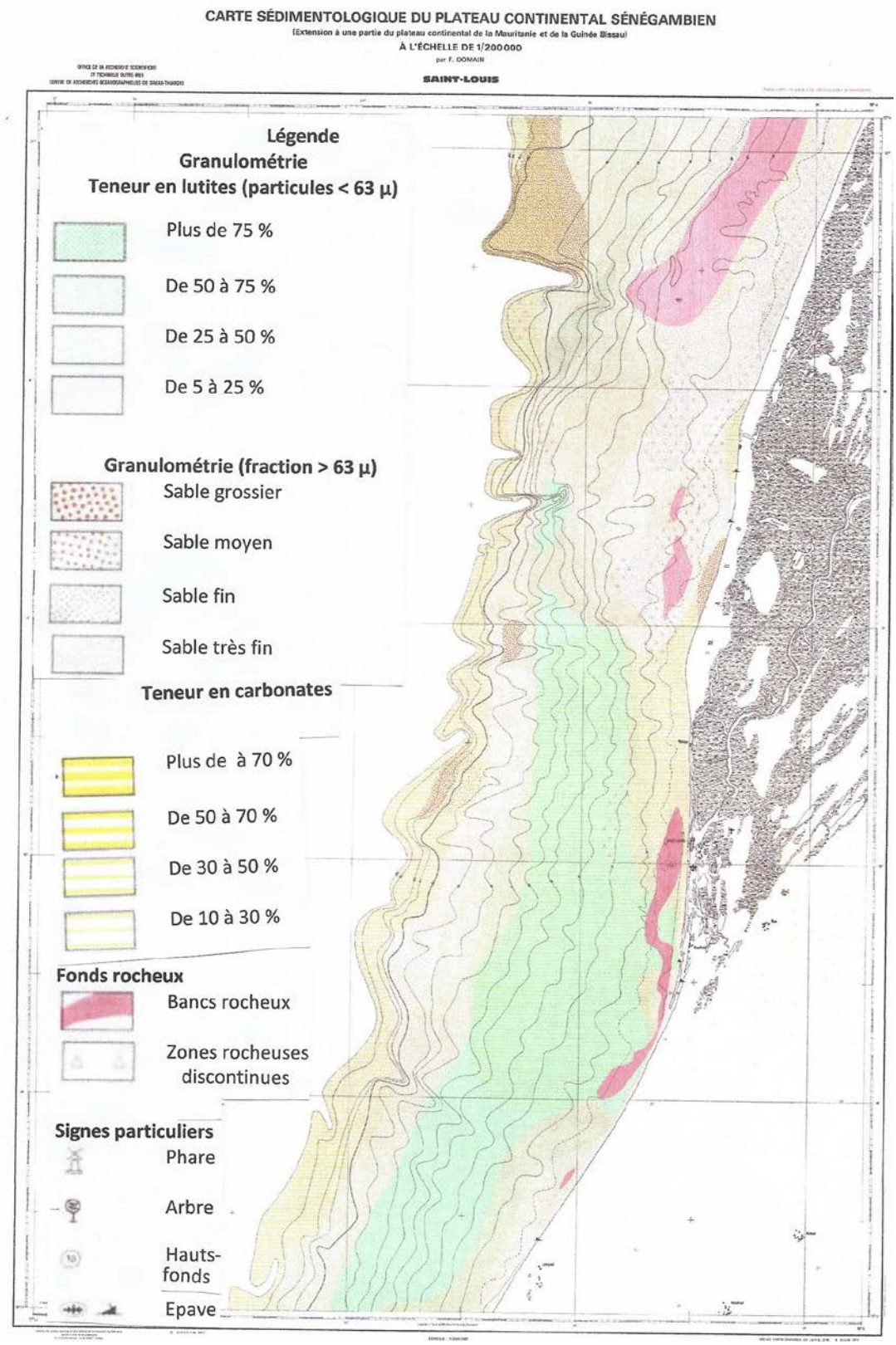


Figure 3 : Carte sédimentologique de la Grande Côte Nord (Zone de Saint-Louis, Saint-Louis inclus)

Source : Domain (1977)[13]

[13] Domain F., 1977. Carte sédimentologique du plateau continental sénégambien. Extension a une partie du plateau continental de la Mauritanie et de la Guinée-Bissau. ORSTOM/ISRA/CRODT, Notice explicative n° 68, 37 p.

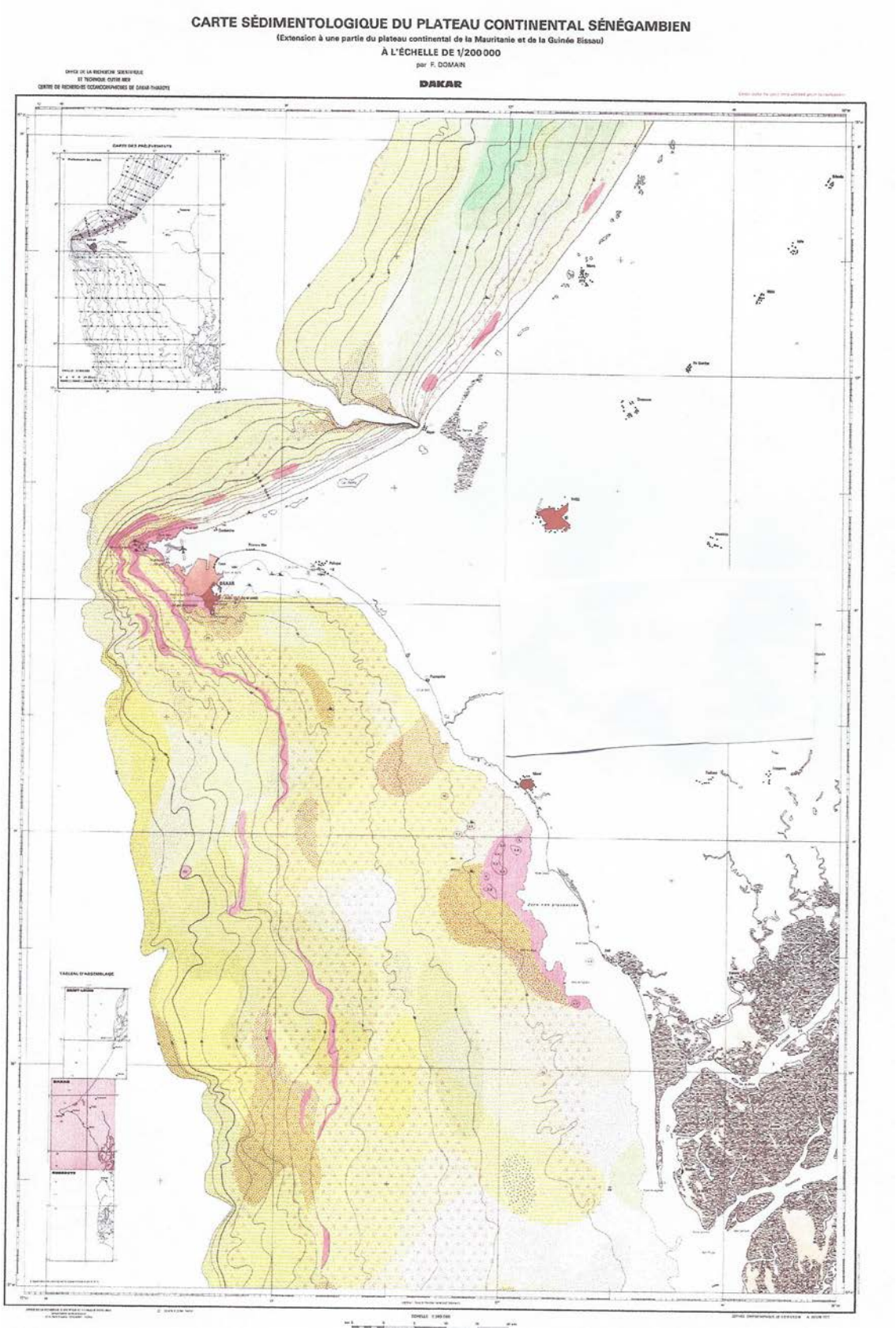


Figure 4 : Carte sédimentologique de la Grande Côte Sud et de la Petite Côte.

(Même légende que la figure précédente)
Source : Domain (1977)

1.4. Hydrologie et Hydrodynamisme

Les températures de surface

A l'instar des températures terrestres, les températures de surface de la mer, du fait du réchauffement climatique, ont augmenté de 1980 à 2015. En comparant toutes les parties du littoral sénégalais, il apparaît que le réchauffement des eaux côtières est plus important au Nord et diminue graduellement vers le sud (Diouf *et al.*, 2016)[14]. Ce constat justifie la remontée des espèces très sensibles à la température vers le nord ou leur éloignement de la côte.

L'analyse des températures de surface de la mer montre une augmentation des températures sur toute l'année. Cette situation entraine une hausse de la salinité. Ainsi, la modification de ses deux paramètres a affecté la répartition des ressources halieutiques et les saisons de pêche au Sénégal. En effet, il est démontré que l'augmentation des températures de surface de la mer est corrélée à la baisse de la « chlorophylle a » (élément nutritif) et à l'indice de l'upwelling (à un degré moindre) (Diouf *et al.*, 2016).

Salinité de l'eau de mer

L'analyse des relevés de salinité effectués par le CRODT dans quatre principales stations côtières (Saint Louis, Kayar, Thiaroye, Mbour) au cours de la période 1970-1997 (Sambou et al., 2012) et des données recueillies dans la bibliographie entre 1998 et 2016 (Diouf *et al*., 2016)[15] met en évidence un processus de salinisation progressif de l'eau de mer des côtes sénégalaises.

En effet, on note des tendances nettement croissantes au niveau des quatre stations côtières. Le rythme de salinisation semble être plus accéléré à Mbour avec une hausse annuelle de 0,032 g/l. Au niveau de la Grande Côte, l'augmentation annuelle de la salinité est légèrement supérieure à 0,020 g/l (0,023 g//an à Saint Louis et 0,022 g/l/an à Cayar). Au Cap Vert, avec une hausse annuelle de 0,011 g/l, les relevés effectués au niveau de la station de Thiaroye font état d'un rythme de salinisation relativement plus modéré par rapport aux autres stations.

Les vents

Le vent a un important impact dans l'enrichissement trophique des zones marines et côtières du Sénégal à travers son rôle dans les upwellings. L'analyse de la vitesse du vent montre une évolution en quatre périodes. La période 1981 - 1995 est caractérisée par des vents forts avec une moyenne de 5,45 m/s suivie d'une baisse jusqu'à 2001. Entre 2002 et 2004, on note une légère augmentation avec une moyenne de 5,41 m/s avant de diminuer entre 2005 et 2010 avec une moyenne de 5 m/s (figure 8). On note donc une forte variabilité du vent sur la période 1981-2010 (Sambou et al., 2012). La force du vent reste toujours sur une pente descendante entre 2010 et 2016 avec des pics pouvant aller jusqu'à plus de 6 m/s (Diouf et al., 2016). La Grande Côte est parfois balayée par des vents forts (janvier à juillet) dont la vitesse peut dépasser 40 kilomètres par heure. Ces vents peuvent générer des houles de plus 2,5 m de hauteur

Les courants

En période d'alizés (octobre à juin - juillet), le courant de surface est stable et porte au sud-ouest de Saint-Louis à Dakar. Il est plus fort au large où sa vitesse est de l'ordre de 0,5 nœuds.

En période d'hivernage, le courant de surface est mal défini et se renverse occasionnellement avec des vents de sud-ouest prolongés. Comme dans toutes les régions d'upwelling intense, il existe sous le courant de surface un

14 Diouf P. S., Diop N. et Diop H., 2016. Plan national d'adaptation du secteur de la pêche et de l'aquaculture face au changement climatique horizon 2035. MEDD / MPEM / Projet USAID COMFISH, 143 p

15 Diouf P. S., Diop N. et Diop H., 2016. Plan national d'adaptation du secteur de la pêche et de l'aquaculture face au changement climatique horizon 2035. MEDD / MPEM / Projet USAID COMFISH, 143 p

contre-courant qui, dans le cas présent, se manifeste surtout le long de la côte nord du Sénégal. Sa vitesse moyenne est de l'ordre de 0.3 à 0,4 nœuds.

La houle et le courant de dérive littoral

Deux types de houles peuvent être distingués :

- la houle de nord-ouest dont la longueur d'onde moyenne est de 302 m, ce qui correspond à une période moyenne de 14 secondes et une célérité de 22 m/s.
- la houle de sud-ouest : elle est masquée par la première et de plus faible amplitude.

Sur la côte située au nord de la fosse de Cayar la houle de nord-ouest induit une dérive littorale de direction sud-ouest.

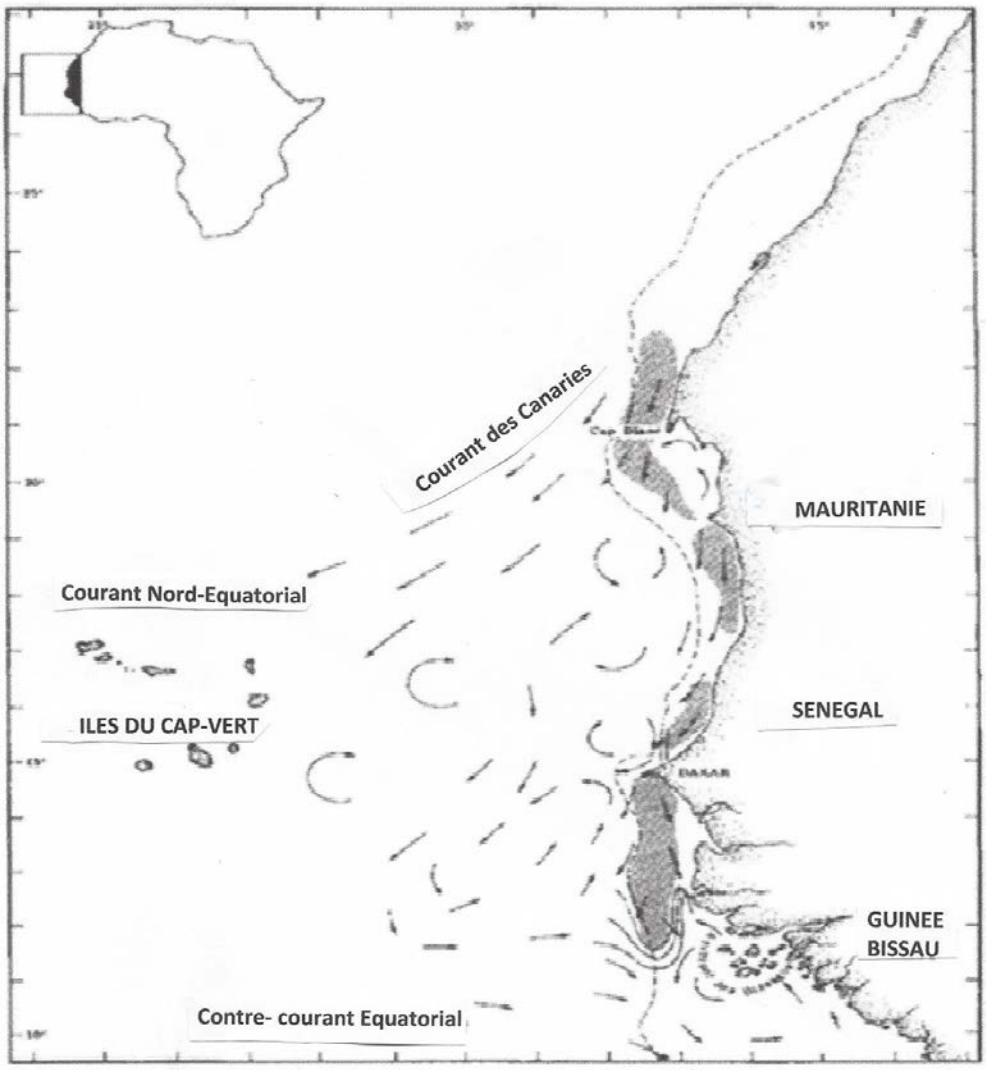


Figure 5 : Circulation océanique et masses d'eau en saison froide sur le littoral sénégalais

Source : Rebert J.P., 1974 (in Niang, 2008)[16].

[16] Niang N. A, 2008. Dynamique socio-environnementale et gestion des ressources halieutiques des régions côtières du Sénégal : l'exemple de la pêche artisanale. UNESCO/MAB et UCAD, 68 p.

Les effets de la barre sur l'activité de pêche de la Grande Côte

La forte houle qui domine sur le littoral nord durant la saison froide provoque « une barre » importante surtout si les conditions topographiques s'y prêtent comme c'est le cas à Saint-Louis. Les vents forts qui soufflent parfois sur la Grande Côte à des vitesses dépassant 40 kilomètres par heure, génèrent des houles de plus 2,5 m de hauteur qui renforcent la barre.

La Grande Côte est dangereuse pour la navigation des pirogues et leur débarquement à cause de cette barre. C'est un rouleau de vagues proche du rivage dont la traversée cause beaucoup d'accidents et de dégâts pour la pêche artisanale. La présence de la barre sur la grande côte rend les conditions de pêche difficiles (embarquement, accostage, débarquement, etc.). La barre cause aussi plusieurs accidents de pirogues, et chaque année, les pêcheurs dénombrent des pertes humaines surtout à Saint-Louis.

Face à ces contraintes écologiques, les pêcheurs déploient des stratégies pour contourner ou lutter contre les effets néfastes des facteurs hydroclimatiques (Niang, 2008). Celle qui est la plus utilisée est l'arrêt des activités de pêche quand l'intensité de la barre est forte. 57% des pêcheurs interrogés à Saint-Louis et 95% à Cayar utilisent cette stratégie. Certains pêcheurs (14 %), utilisent le GPS pour la navigation vers les zones de pêche durant les fortes barres liées à la puissance de la houle. Seuls 24 % des pêcheurs saint-louisiens et 5 % des cayarois interrogés affirment prendre le risque d'affronter les fortes barres.

1.5. Mécanismes d'enrichissement trophique

Le mécanisme privilégié d'enrichissement du plateau continental de la Grande Côte est l'upwelling côtier qui, par l'extraordinaire apport en nutriments qu'il provoque, va induire un développement de l'ensemble de la chaîne alimentaire marine (Cury et Roy, 1991[17], Diouf *et al.*, 2016[18]).

Il faut signaler, également que les apports terrigènes du fleuve Sénégal (amoindris par l'effet du barrage de Diama) améliorent la richesse trophique du plateau continental et ceci, surtout durant la saison des pluies. Le phénomène d'upwelling explique en grande partie l'importance de la pêche sur la Grande Côte.

2. Les ressources halieutiques de la zone d'étude restreinte

Les ressources exploitées dans les zones d'étude restreinte comprennent deux grands groupes ayant des caractéristiques bioécologiques différentes : les ressources pélagiques et les ressources démersales.

2.1. Les espèces pélagiques

Les ressources pélagiques regroupent les organismes migrateurs vivants en pleine eau ou à la surface. En fonction de leur distribution spatiale, ces ressources sont subdivisées en deux groupes : les pélagiques hauturiers et les pélagiques côtiers.

Les ressources pélagiques hauturières comprennent principalement les trois espèces de thons tropicaux que sont l'albacore (*Thunnus albacares)*, le listao (*Katsuwonus pelamis)* et le patudo (*Thunnus obesus)*. Ce sont des espèces migratrices qui font l'objet d'une pêche internationale à long rayon d'action, la plupart du temps en dehors des Zones Economiques Exclusives (ZEE) des pays.

17 Cury P. et Roy C., 1991. Pêcheries ouest-africaines : variabilité, instabilité et changement. ORSTOM, 527 p.
18 Diouf P. S., Diop N. et Diop H., 2016. Plan national d'adaptation du secteur de la pêche et de l'aquaculture face au changement climatique horizon 2035. MEDD / MPEM / Projet USAID COMFISH, 143 p.

Les dernières évaluations des stocks de thons tropicaux, dans le cadre de la Commission Internationale pour la Conservation des Thonidés de l'Atlantique (ICCAT) montrent que ces espèces (albacore, listao et patudo) sont pleinement exploitées, voire surexploitées dans certaines zones. L'observation du principe de précaution a amené l'ICCAT à recommander : (i) un gel de l'effort actuel de pêche, (ii) des fermetures spatiotemporelles et une surveillance des juvéniles (MPAM, 2013[19] ; ICCAT, 2016[20]).

Les ressources pélagiques côtières constituent plus de 70 % des prises réalisées dans la zone d'étude restreinte ainsi que l'essentiel des captures de la pêche artisanale. Ces ressources représentent également la part la plus importante de la consommation annuelle en poisson des populations sénégalaises avec notamment la sardinelle ronde *Sardinella aurita* (35 %), la sardinelle plate *Sardinella maderensis* (25 %) et l'ethmalose *Ethmalosa fimbriata* (2 %) (Diouf, 2017)[21].

Malgré des biomasses instantanées importantes, ces espèces qui migrent pour leur majorité au niveau de la sous-région, restent fragiles à cause de leur sensibilité aux conditions environnementales et à l'exploitation qui ne porte que sur un nombre réduit de classes d'âge. C'est pourquoi la conjonction d'une péjoration climatique (réchauffement des eaux) et d'une intensité de pêche exagérée peut conduire, comme on l'a déjà observé dans d'autres régions d'upwelling, à l'effondrement des populations (Barry *et al.* 2003)[22].

Les dernières évaluations scientifiques du COPACE/FAO effectuées au niveau sous régional, ont permis de constater un état de surexploitation pour les sardinelles et recommandé de réduire l'effort de pêche total dans les pêcheries de sardinelles de 50%. Une réduction de 20% de l'effort de pêche a été préconisée pour les chinchards noirs (*Trachurus trachurus* et *Trachurus trecae*) et le chinchard jaune (*Caranx rhoncus*) (Diouf, 2017).

Le plateau continental sénégalais est soumis à un upwelling côtier saisonnier, sous l'étroite dépendance du régime des vents alizés. L'eau résurgente en zone euphotique, riche en sels nutritifs, commande en partie l'intensité de la production primaire puis secondaire et ses effets sur l'abondance et la distribution des poissons pélagiques, notamment les sardinelles (plates et rondes) qui représentent une part importante des prises effectuées sur le plateau continental ouest-africain. Les conséquences sont d'autant plus rapides que les deux espèces de sardinelles les plus pêchées se situent dans les premiers maillons de la chaîne trophique.

Le suivi des températures de surface par télédétection et la mesure des densités de pélagiques par acoustique a permis de constater que dans la zone d'étude restreinte, les bancs de poissons sont localisés dans la zone active de l'upwelling, ce qui n'est pas le cas sur la Côte Sud (Demarcq et Samb, 1991)[23](figure 6 et 7).

19 Ministère de la Pêche et des Affaires Maritimes, 2013. Conseil Interministériel sur la pêche. MPAM, 40 p.
20 ICCAT, 2016. Recueil de recommandations de gestion et résolutions annexes adoptées par l'ICCAT pour la conservation des thonidés et espèces voisines de l'atlantique. ICCAT, 352 p.
21 Diouf P. S., 2017. Stratégie de mise en œuvre du plan national d'adaptation du secteur de la pêche et de l'aquaculture aux effets du changement climatique. MPEM, 114 p.
22 Barry M., Bousso T., Dème M., Diouf T., Fontana A., Samb B. et Thiam D., 2003. Le contexte des ressources halieutiques. CRODT, 17 p.
23 Demarcq H. et Samb B., 1991. Influence des variations de l'upwelling sur la répartition des poissons pélagiques au Sénégal. Cury P. et Roy C. (Edits) in Pêcheries ouest africaines : Variabilité, instabilité et changement : 290-306.

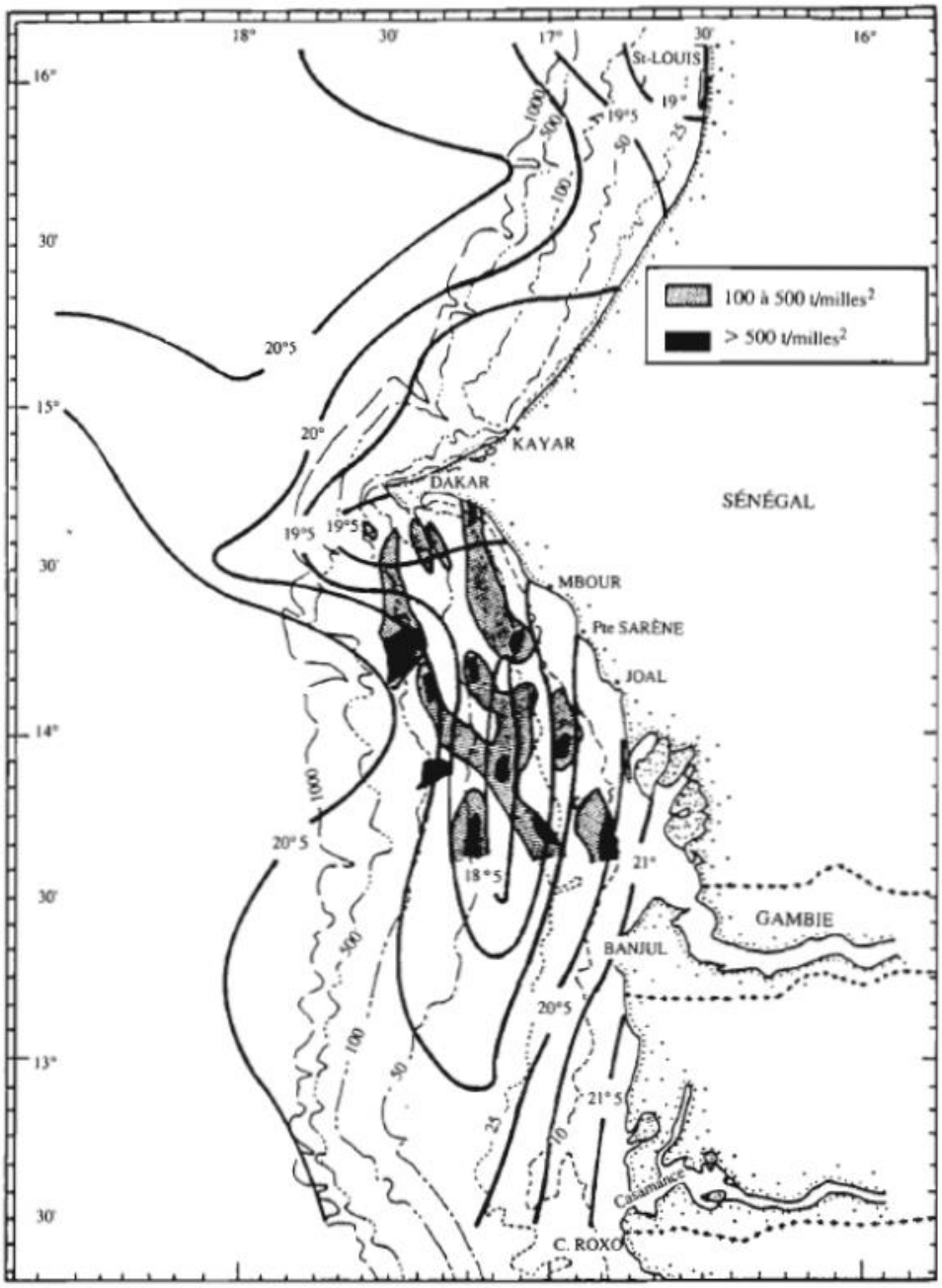


Figure 6 : Répartition des densités de poissons mesurées par écho-intégration et structure superficielle de l'upwelling en janvier

Source : Demarcq et Samb, 1991

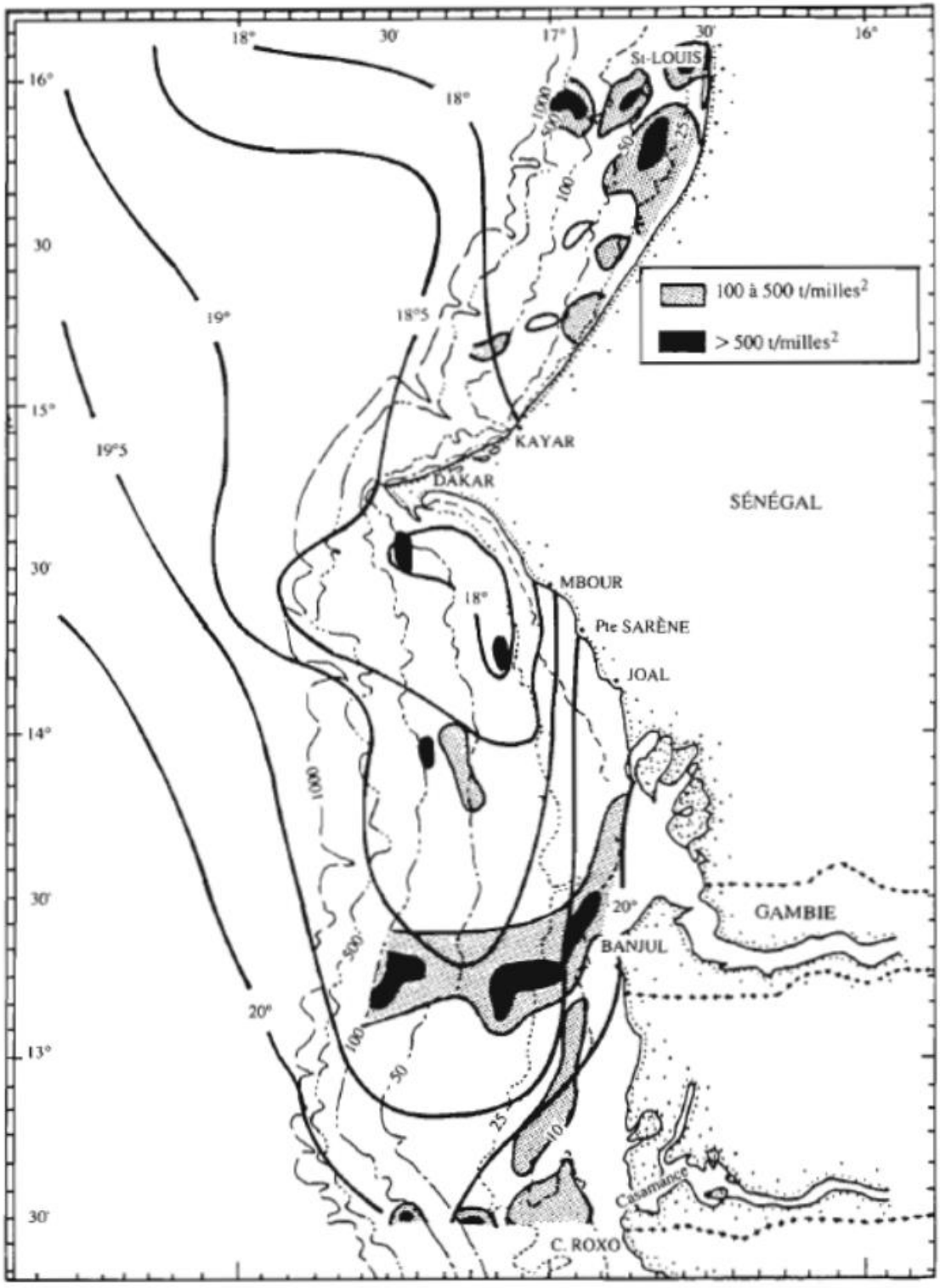


Figure 7 : Répartition des densités de poissons mesurées par écho-intégration et structure superficielle de l'upwelling en février.

Source : Demarcq et Samb (1991)

Une évaluation des stocks de petits pélagiques menée sur toute la côte sénégalaise en octobre 2015 (Toresen *et al.*, 2015)[24] a montré que les sardinelles étaient trouvées dans deux grandes zones entre la Casamance et Saint-Louis (figure 8). La biomasse totale pour le Sénégal était estimée à 373 000 tonnes dont 33 % de *Sardenalla aurita*.

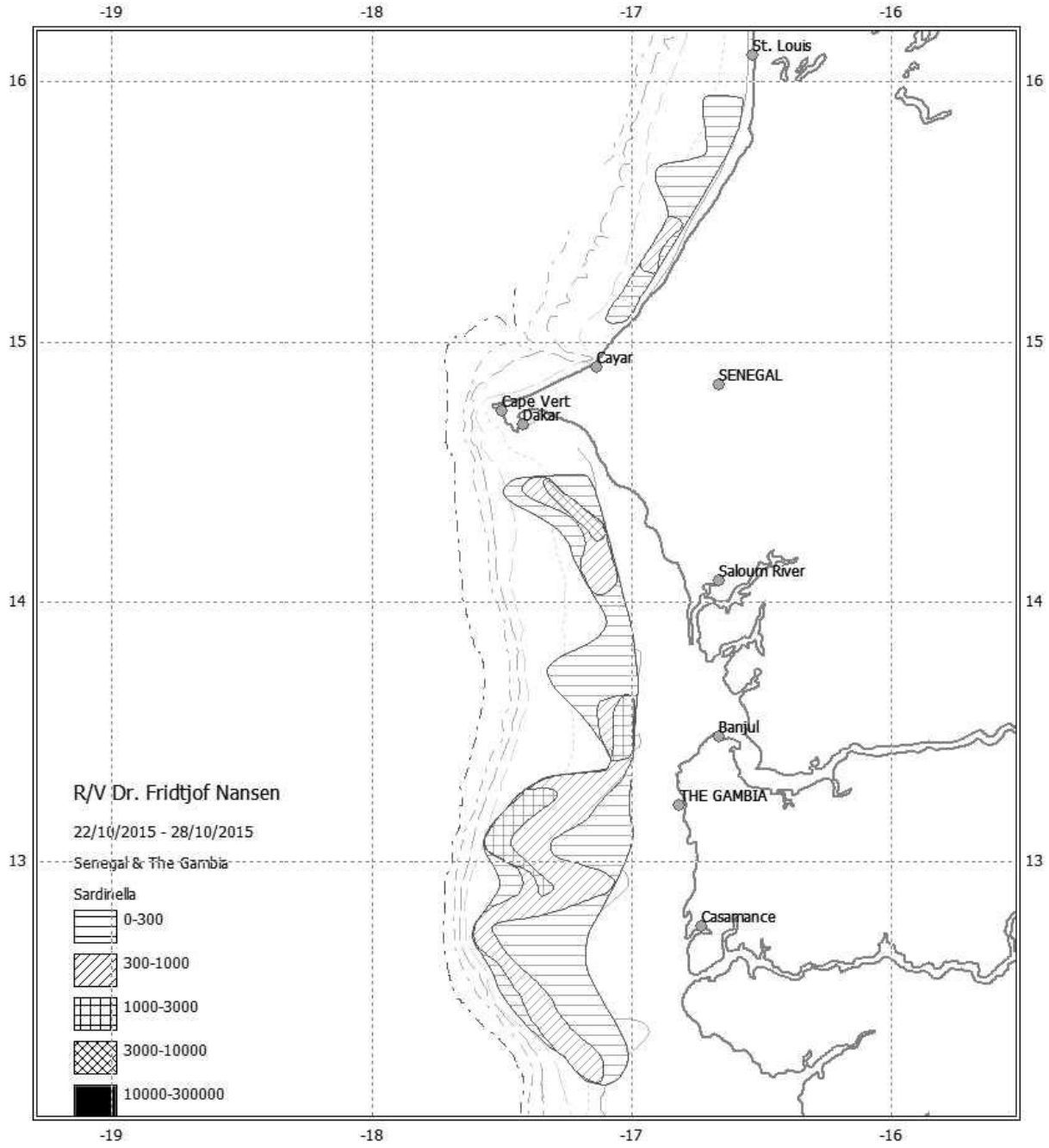


Figure 8 : Répartition des biomasses de sardinelles (octobre 2015)

Source : (Toresen et al., 2015)

Trachurus Trecae a été rencontré dans une aire principale située entre la Gambie et la Presqu'île du Cap Vert et deux de concentration moindre entre le nord du Cayon de Cayar et Saint-Louis (figure 9). La biomasse totale de *Trachurus trecae* s'élevait à 138 000 tonnes. 98,6 % de cette biomasse a été trouvée au sud du Cap Vert.

24 Toresen R., Sarre A., Ceesay S. and Zaera D., 2015. Survey of the Pelagic Fish Resources off North West Africa. Part I. Senegal - The Gambia 21 - 30 October 2015, Institute of Marine Research / Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye / Department of Fisheries, 45 p.

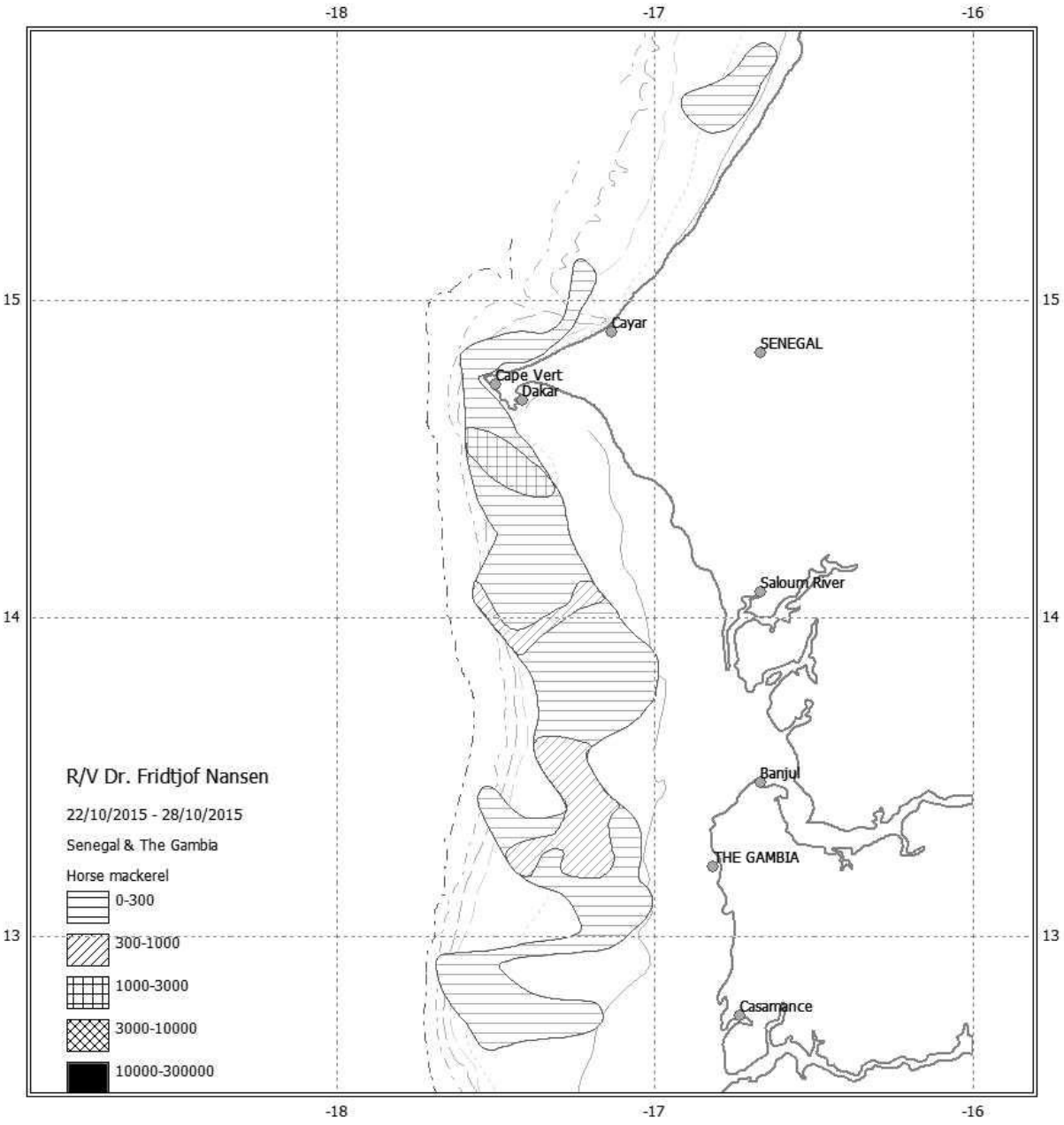


Figure 9 : Répartition des biomasses de Trachurus trecae (octobre 2015)

Source : (Toresen et al., 2015)

Les carangidés, les autres pélagiques et des espèces associées présentaient des densités moyennes à élevées (Figure 10). Les principales espèces de ce groupe étaient constituées de *Cloroscombrus chrysurus, Brachydeuterus auritus, Decapterus rhonchus* et *Selene dorsalis*. La biomasse totale de ce groupe a été estimée à 454 000 tonnes.

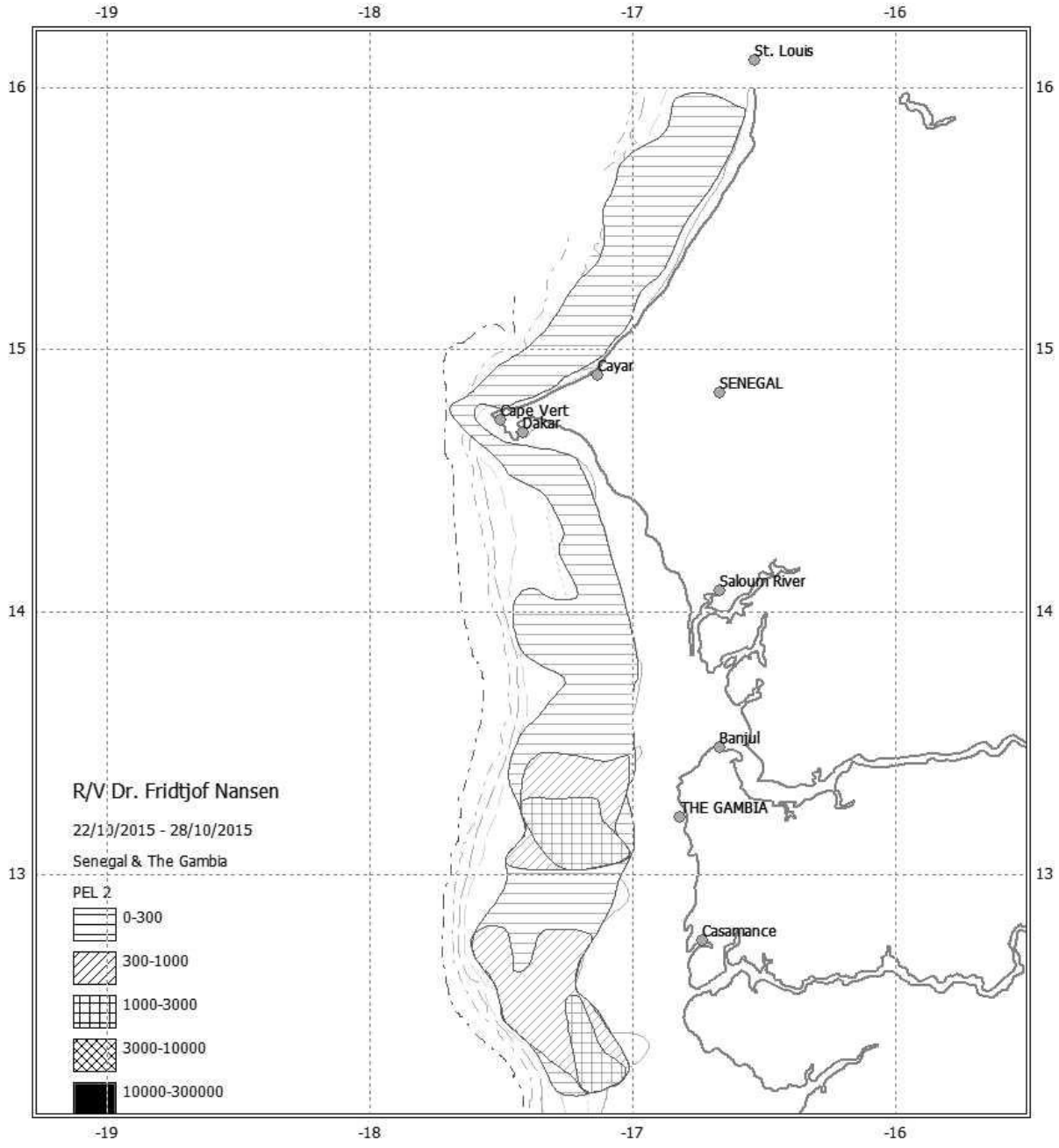


Figure 10 : Répartition des Carangidés et des espèces associées (octobre 2015)

Source : (Toresen et al., 2015)

Le tableau 1 suivant résume les biomasses des stocks de différents groupes d'espèces de petits pélagiques au Sénégal en octobre 2015.

Tableau 1 : Estimation des biomasses des espèces de poissons pélagiques au Sénégal et en Gambie (x 1000 tonnes)

Zones	*Sardinella madertensis*	*Sardinella aurita*	Maquereau	Carangidés et espèces associées
Saint-Louis au Cap Vert	10	23	2	27
Cap Vert à la Gambie	39	55	74	23
Gambie	86	45	49	220
Casamance	115	-	13	184
Total	250	123	138	454

Source : (Toresen et al., 2015)

Ceci correspond à une « photographie » de la situation en octobre 2015. Ces espèces étant migratrices, il est évident que la répartition de la biomasse évolue au cours de l'année en fonction des déplacements des poissons. Des données similaires ne sont pas disponibles au Sénégal pour les autres périodes de l'année afin de pouvoir caractériser la variabilité des biomasses au cours de l'année.

2.2. Les espèces démersales

Les ressources démersales sont présentes à même le fond ou dans son voisinage. Elles se répartissent en espèces démersales côtières et démersales profondes.

Les ressources démersales côtières de la zone d'étude restreinte comprennent principalement les crustacés dont la crevette rose du Sud (*Penaeus notialis)*, la caramote ou crevette tigrée (*Penaeus kerathurus)*, la langouste blanche (*Panulirus argus)*, les crabes gladiateur (*Callinectes pallidus)*, marbré (*Callinectes marginatus)*, bicorne (*Callinectes amnicola*)], la plupart des poissons dits nobles notamment la sole langue du Sénégal (*Cynoglossus senegalensis)*, le rouget barbet du Sénégal (*Pseudupeneus prayensis)*, le mérou blanc « thiof » (*Epinephelus aeneus)*, le mérou noir (*Epinephelus guaza)*, le mérou dungat (*Epinephelus goreensis)*, la dorade royale (*Sparus aurata)*, le pagre à points bleus (*Pagrus caeruleostictus)*, le pageot à tache rouge (*Pagellus bellottii)*, le denté à gros yeux (*Dentex macrophthalmus)* et les céphalopodes tels que le poulpe ou pieuvre (*Octopus vulgaris)*, la seiche commune (*Sepia officinalis)*, le calmar doigtier de Guinée (*Lolliguncula mercatoris)*. Les principales espèces de ce groupe sont dans une situation de surexploitation. La recommandation faite par la communauté scientifique sous l'égide de la FAO dans le cadre du COPACE, est de réduire de façon significative l'effort de pêche des flottilles ciblant ces espèces surexploitées (MPEM, 2013).

Les ressources démersales profondes sont essentiellement constituées de la crevette rose du large ou gambas (*Parapenaeus longirostris)*, de la langouste royale (*Panulirus regius)* et de poissons dont le merlus d'Afrique tropicale (Merluccius polli), les rascasses du Sénégal (*Scorpaena laevis)*, rose (*Scorpaena elongata)*, du large (*Pontinus kuhlii)*, de fond (*Helicolenus dactylopterus*)], les requins carcharins comme babosse (*Carcharhinus altimus)*, balestriné (*Carcharhinus amboiensis)*, cuivre (*Carcharhinus brachyurus)*, tisserand (*Carcharhinus brevipinna)* et les baudroies africaine (*Lophius vaillanti)* et épineuse (*Lophiodes kempi)*.

Il a été recommandé, par mesure de précaution, de ne pas dépasser le niveau actuel de l'effort de pêche pour la pêcherie ciblant les crevettes profondes. Pour les stocks de merlus, dont les signes de surexploitation sont manifestes, le gel de l'effort de pêche à son niveau actuel a également été recommandé (MPAM, 2013)[25].

Globalement, la situation actuelle des ressources halieutiques sur la Grande Côte, offre des perspectives très limitées de développement des captures, en termes de quantité, l'accent devra être mis sur la valorisation.

[25] Ministère de la Pêche et des Affaires Maritimes, 2013. Conseil Interministériel sur la pêche. MPAM, 40 p.

Des efforts importants sont déployés par l'Etat et ses partenaires pour faire face à cette situation à travers la mise en place d'Aires Marines Protégées (DAMCP, 2013)[26] et de récifs artificiels[27], l'élaboration d'un nouveau code de la pêche et l'appui à la création d'organes de gouvernance locale (CLPA et CLP) (Ndiaye *et al.,* 2012)[28] et l'immatriculation des pirogues (Diouf, 2015).

Plusieurs auteurs ont étudié les assemblages spécifiques des communautés démersales ouest-africaines. Dans le cas spécifique du Sénégal, notamment de la zone d'étude restreinte, des critères de classement saisonniers et écologiques voire, économiques peuvent être retenus (Fall, 2009).

Sur le plan saisonnier, deux types de communautés peuvent être distinguées : des *espèces sahariennes* et des *espèces guinéennes.*

Les espèces sahariennes affichent un tropisme positif pour les eaux froides et salées (décembre à mai, saison froide), alors que les espèces guinéennes affectionnent celles qui sont chaudes et dessalées (août à décembre, saison chaude).

Le Tableau 2 résume les principales migrations de ces 2 groupes dont la typologie est, toutefois, assez schématique.

Tableau 2 : Classification de communautés spécifiques selon des critères saisonniers

Communautés	Exemples	Caractéristiques
Espèces sahariennes	Dorade grise, tassergal, Sparidés (pagre, pageot, dentés), Serranidés (thiof, autres mérous), Carangidae (liches), Scianidés, etc.	Centre de gravité entre 20° - 23 ° N, d'août à octobre. Déplacement vers le sud en novembre. Stabilisation en février – mars à 10° - 16 ° N. Mouvement vers le nord en avril (reproduction). Subsistance des jeunes au sud de 19 °, de juillet à novembre (1ère reproduction pour certains)
Espèces guinéennes	Communauté à Sciaénidés surtout (*Sompatt, brochetscanadum, Alectis alexandrinus, Rachycentron canadum, Caranx carangus),* etc.	Concentration (embouchure du fleuve Sénégal et du Saloum à la Guinée), de janvier à juin. Mouvement rapide vers le nord, en juin, d'adultes semi pélagiques. Reproduction entre le fleuve Sénégal et le Cap Timiris, en Mauritanie. Retour en estuaire en décembre

Selon Fall (2009), sur le plan écologique, il y a les communautés à Sciaenidés, eurybathe, à Sparidés (scindée en 3 sous-communautés) et profonde dont les principales caractéristiques sont résumées dans le Tableau 3.

Tableau 3 : Classification des communautés spécifiques selon des critères écologiques

Communautés	Localisations préférentielles	Espèces majeures	Observations
Communauté à Sciaenidés Synonymies : Communauté de LONGHURST, Communauté littorale	Eaux côtières (0 – 40 m de profondeur) chaudes, fonds sablo-vaseux, proximité des zones de mangroves (lieux de croissance et cachette pour les juvéniles), zones à fortes crues zones d'estuaires avec, surtout, un important réseau hydrographique, extension	* Poissons : Sciaenidés surtout, ou otolithes dans les prises industrielles) + Polynémidés + Ariidés + Cynoglossidés + Haemulidés + Drépanidés + Clupéidés + Carangidés + Tétraodontidés + Mugilidés, etc.	Affinité guinéenne Eaux chaudes toute l'année (> 26°C) ; salinité < 35 ‰ ; fonds rarement < 20 m et en majorité vaseux ou sablovaseux Grande tolérance vis-à-vis de la salinité (espèces euryhalines) et d'autres

[26] DAMCP, 2013. Stratégie Nationale pour les Aires Marines Protégées du Sénégal. DAMPC, 48 p.

[27] Plan Stratégique National d'immersion des récifs artificiels le long des côtes sénégalaises et les réalisations du PRAO et de l'Association de la Pêche Sportive sur les récifs artificiels.

[28] Ndiaye, O., Diouf, P.S., Niamadio, I., and S. Diouf. 2012. Stratégie de renforcement des capacités des CLPA dans le cadre de la mise en œuvre des Unités de Gestion Durables des Ressources. USAID/COMFISH project, Senegal, University of Rhode Island, Narragansett, RI 47 p.

Communautés	Localisations préférentielles	Espèces majeures	Observations
	jusqu'à la base de la thermocline, lieu de prédilection : Golfe de Guinée (conditions très favorables, plus de 50 % des captures démersales, 2 composantes (côtière et estuarienne)	* Mollusques : volutes, seiches, calmars * Echinodermes (oursins, étoiles de mer) et autres anthozoaires (méduses, gorgones) NB – Composition spécifique très variable selon les auteurs et les zones	facteurs endogènes, en général
Communauté eurybathe Synonymie : Communauté de la thermocline	A cheval entre la communauté littorale et la sous communauté à paridés côtiers	Crevettes côtières, soles, ceinture, raies, requin émissole lisse, pelon, etc.	Espèces difficiles à classer
Communauté à Sparidés Synonymie : Communauté intermédiaire	Sparidés côtiers : fonds meubles, vase notamment	Dorades roses, rouget, thiof, pageot, poisson volant	- occupation de la partie centrale du plateau continental, globalement - Importance particulière de la teneur des fonds en carbonates de calcium - Quarantaine d'espèces à affinité saharienne (eaux froides) : Sparidés, Serranidés, Mullidés, Dactyloptéridés, Balistidés, Lutjanidés, etc. - 3 biotopes discriminants, > 35 ‰, < 24 °C, fonds de 15 – 120 m et surtout 20 – 80 m
	Sparidés profonds : fonds meubles, sable notamment. Sous la thermocline, entre 40 et 100 m de profondeur	Sparidés profonds, Carangidés, Triglidés (grondins) et Uranoscopidés	
	Lutjanidés : fonds durs et rocheux. Sous-groupe caractéristique des zones d'affleurements du socle et des bancs de grès fossile ou de leur proximité (Afrique de l'Ouest)	Lutjanidés sensu stricto, poulpe, Acanthuridés et Chaetodontidés	
Communauté profonde Synonymie : Communauté du rebord du plateau continental	Eaux profondes : 70 - 200 m Fonds : vaseux et sablo vaseux Facteurs environnementaux relativement stables	Saint-Pierre, Saint-Pierre argenté, brotule barbée, merlus, rascasses, mérou gris, dentés profonds (surtout *Dentex angolensis et D. macrophtalmus*), etc.	14 à 15°C, salinité de l'ordre de 36 ‰, fonds riches en lutites et carbonates Trentaine d'espèces, sorte de transition entre espèces sahariennes et faune profonde du talus

Source : Fall (2009).

3. Les habitats critiques : zones de reproduction, nurseries et voies de migration

Le littoral sénégalais appartient à l'une des zones maritimes les plus productives du monde. Cette richesse des eaux sénégalaises s'explique par les remontées d'eaux froides, riches en éléments nutritifs (phénomène d'upwelling) qui apparaissent le long de la côte, de novembre à mai, sous l'action des alizés. L'alternance saisonnière de ces eaux froides avec des eaux chaudes d'origine tropicale qui envahissent les couches superficielles au cours de l'été engendre un cycle saisonnier très contrasté dont l'amplitude thermique, peut atteindre 15°C. Il s'ensuit une modification profonde de l'écosystème au cours de l'année : d'une situation tropicale rencontrée en saison chaude (de juillet à octobre), on passe en saison froide à un écosystème où l'influence des masses d'eaux issues de régions plus tempérées est parfois dominante.

Cette modification de l'écosystème provoque chez certaines espèces des migrations.

En effet, en période d'alizés, quand l'upwelling sénégalais se déclenche, les especes à affinité saharienne ou espèces d'eaux froides *(Dentex gibbosus, sparus coeruleostictus, Pagellus bellottii, Epinephelus aeneus,*

Pomatomus salfator), localisées d'août à octobre dans les eaux mauritaniennes (entre 20' et *3 0 N) migrent* vers le sud dès le mois de novembre pour se stabiliser vers 10°-16° N en février-mars. Au cours du mois de juin, les alizés faiblissent et les eaux tropicales chaudes envahissent alors les couches superficielles en chassant vers le nord les espèces d'eaux froides. Pour les espèces à affinité guinéenne ou espèces d'eaux chaudes *(Selene* dorsalis, *Scyris alexandrinus, Sphyraena spp., Drepane africana, Pomadasys jubelini),* les schémas migratoires sont moins nets.

Les déplacements semblent affecter un certain nombre d'espèces appartenant surtout à la communauté des Sciaenidae. De janvier *à* juin, les populations concernées sont concentrées dans une frange très côtière près de l'embouchure du fleuve Sénégal, et surtout dans le complexe estuarien qui s'étend du Saloum à la Guinée. En juin, un rapide mouvement vers le nord se développe. Il n'affecte que les adultes d'espèces au comportement semi-pélagique qui se déplacent très près de la côte. Ces poissons se reproduisent entre l'embouchure du fleuve Sénégal et le Cap Timiris, puis se dispersent dans cette région. Ils rejoignent les zones d'estuaires à partir de décembre. Le déclenchement et l'intensité des migrations semblent liés à la dynamique spatio-temporelle de l'upwelling (Barry, 1994)[29].

Les figures 11 à 16 illustrent les aires de reproduction, les nurseries et les voies migratoires de quelques espèces de poissons (Boely *et al.,* 1978)[30] : *Sardinella aurita, Sardinella maderensis, Caranx rhonchus, Trachurus trecae, Trachurus trachurus et Scomber japonicus*.

29 Barry M., 1994. Migration des poissons le long du littoral sénégalais. CRODT, 20 p.
30 Boely T., Chabane J. et Fréon P., 1978. Schémas migratoires, aires de concentrations et périodes de reproduction des principales espèces de poissons pélagiques côtiers dans la zone sénégalo-mauritanienne. Archive de Documents de la FAO, 11 p.

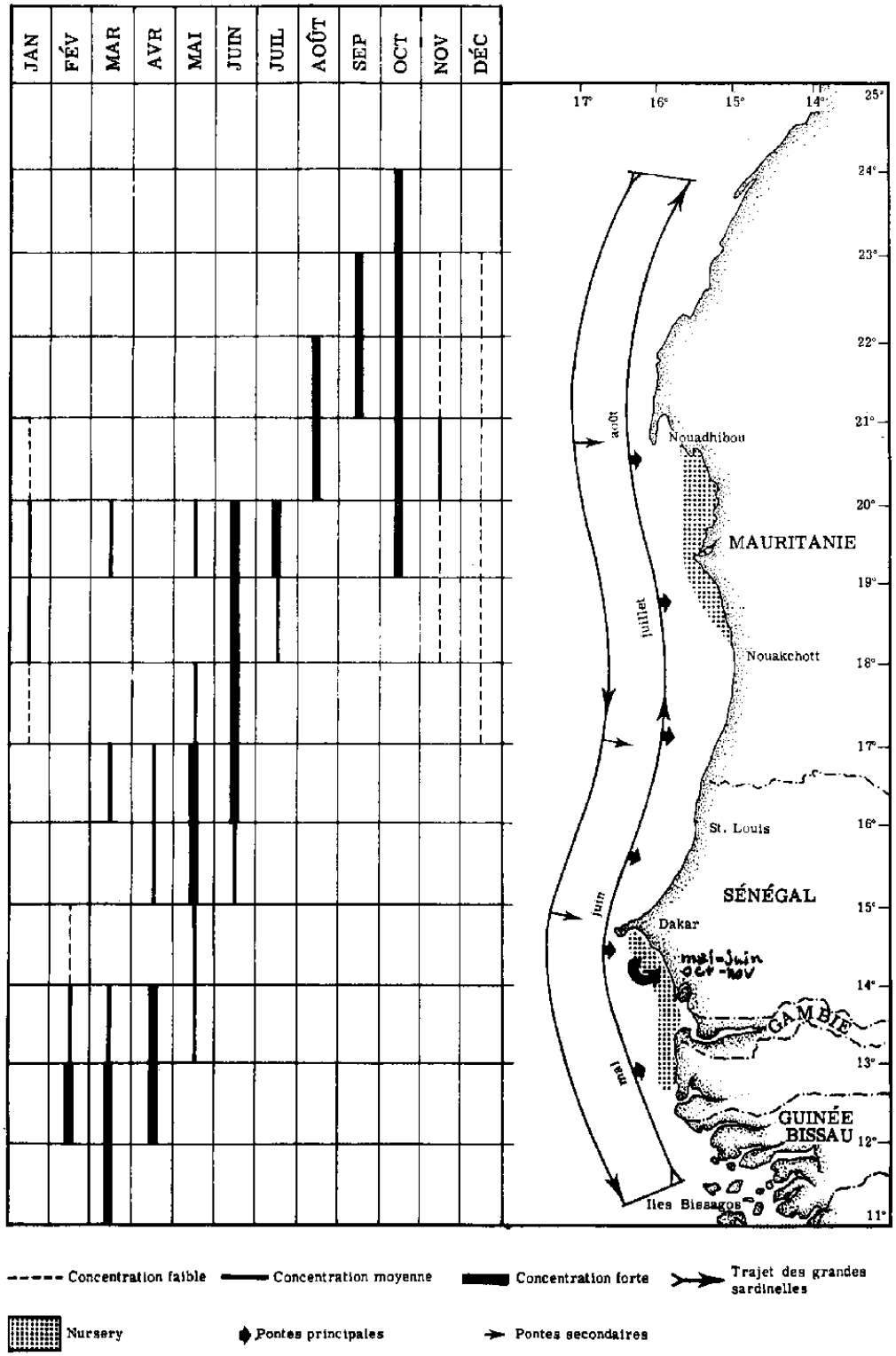


Figure 11 : Cycle migratoire, périodes de ponte, nurseries et localisation mensuelle des principales concentrations d'adultes de Sardinella aurita dans la zone sénégalo-mauritanienne

Source : Boely et al., (1978)

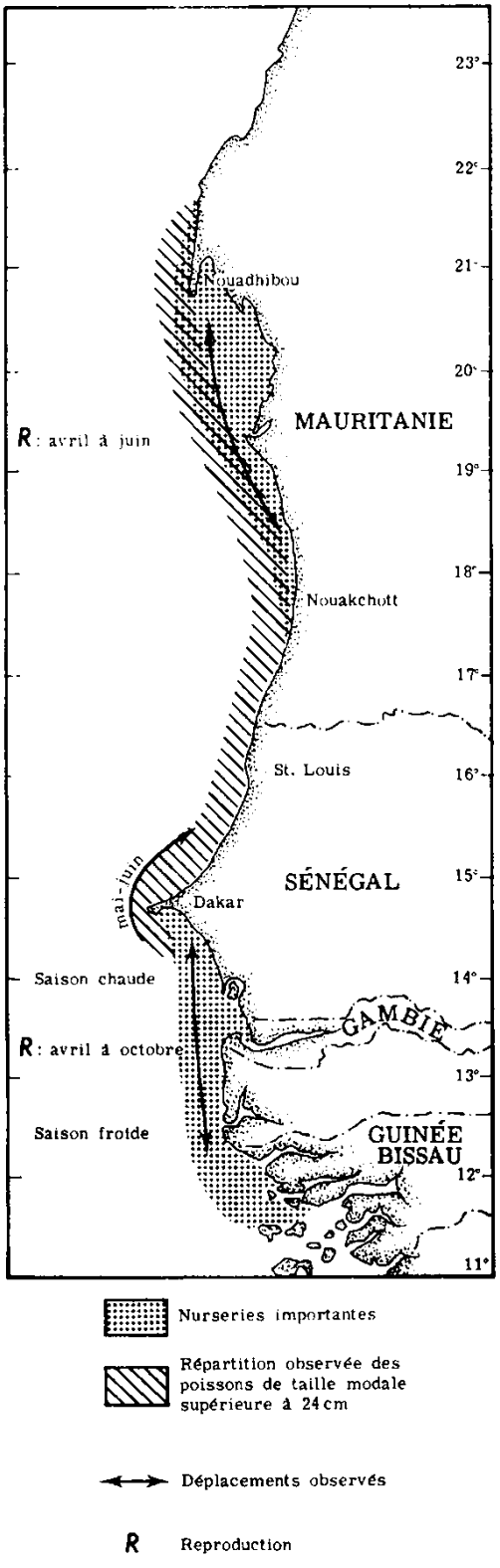


Figure 12 : Déplacements, principales périodes de reproduction et nurseries de Sardinella maderensis dans la zone sénégalo-mauritanienne

Source : Boely et al., (1978)

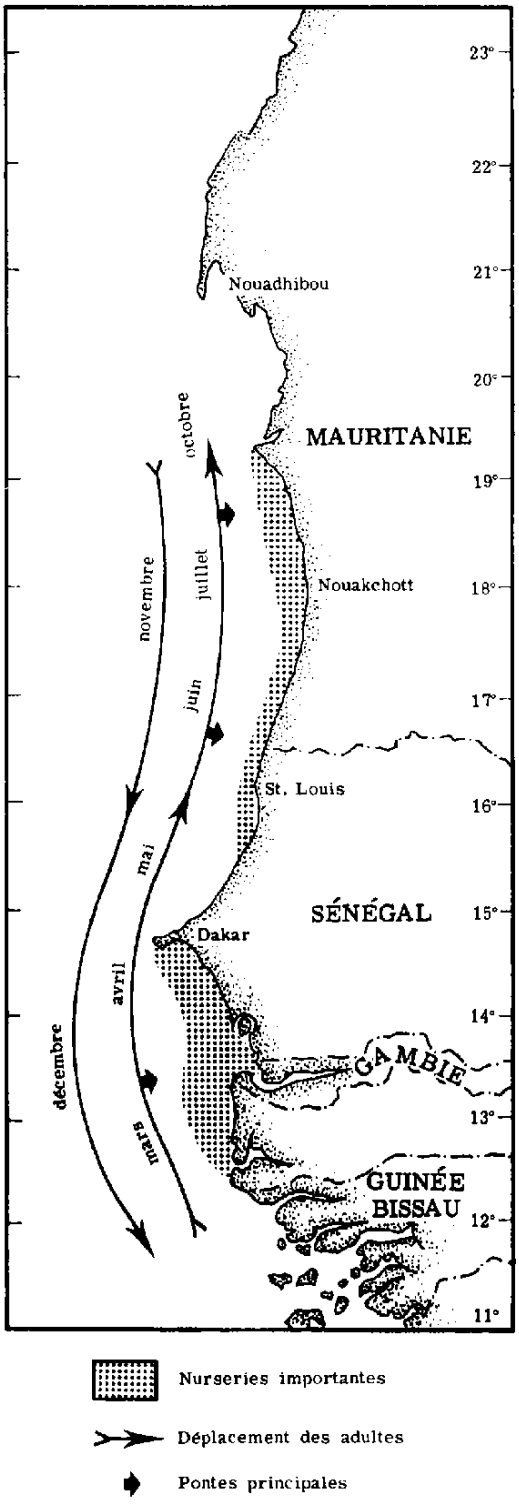


Figure 13 : Cycle migratoire, périodes de ponte, nurseries et localisation des principales concentrations d'adultes de Caranx rhonchus dans la zone sénégalo-mauritanienne

Source : Boely et al., (1978)

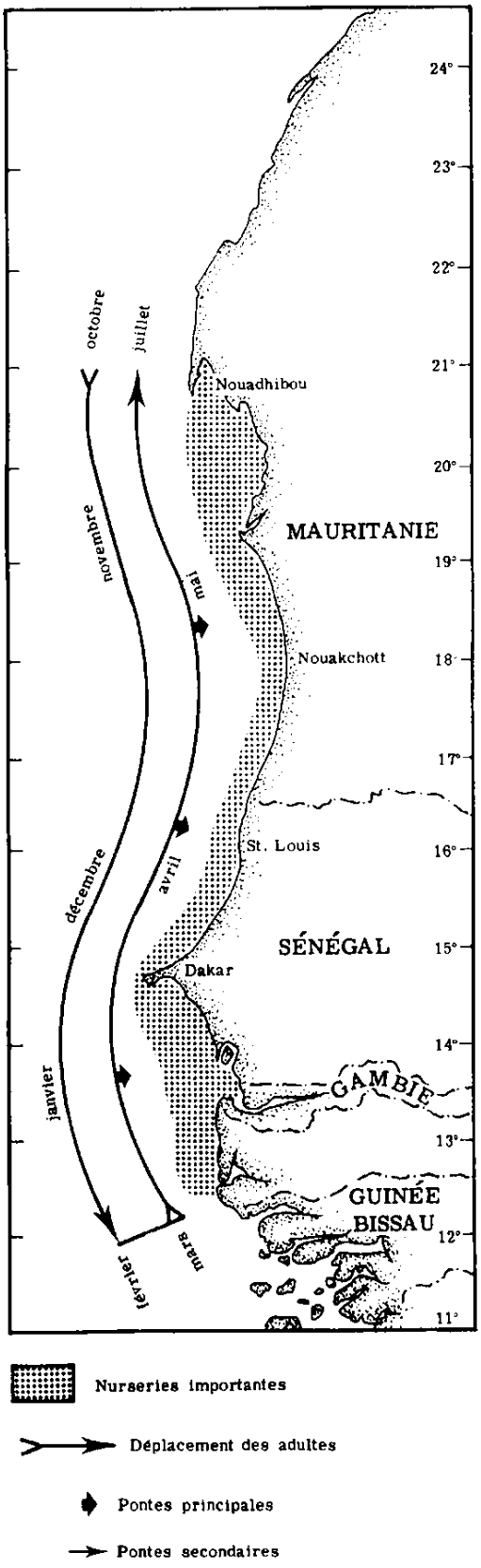


Figure 14 : Cycle migratoire, périodes de ponte et localisation des principales concentrations d'adultes de Trachurus trecae dans la zone sénégalo-mauritanienne

Source : Boely *et al.*, (1978)

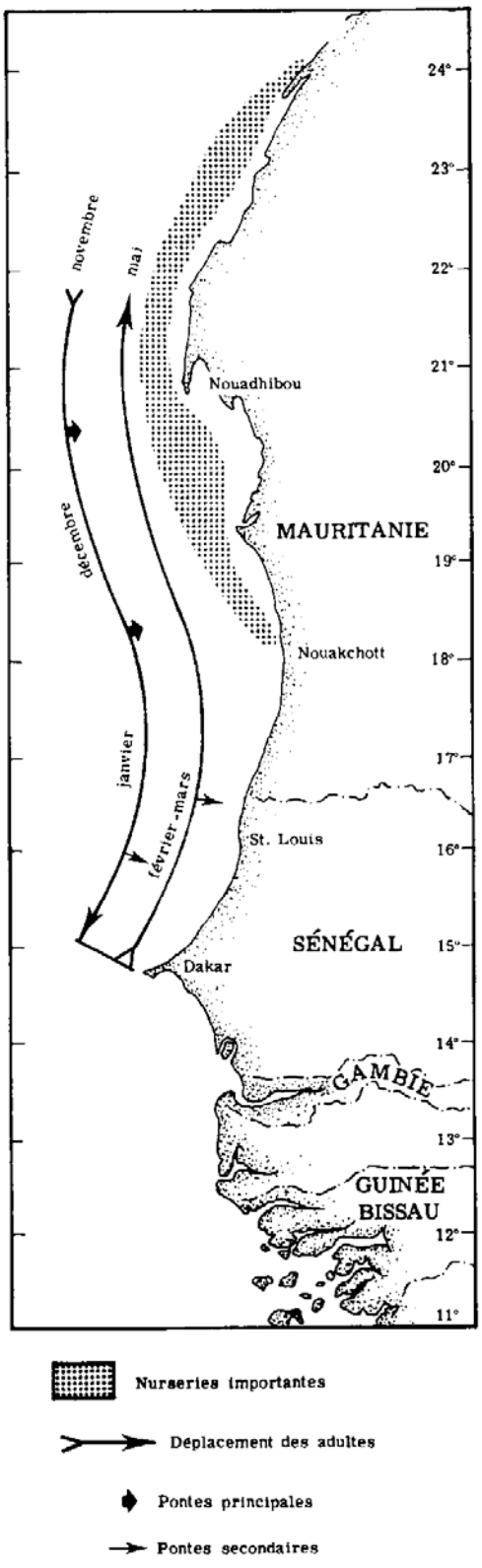


Figure 15 : Cycle migratoire, périodes de ponte et localisation des principales concentrations d'adultes de Trachurus trachurus dans la zone sénégalo-mauritanienne

Source : Boely *et al.,* (1978)

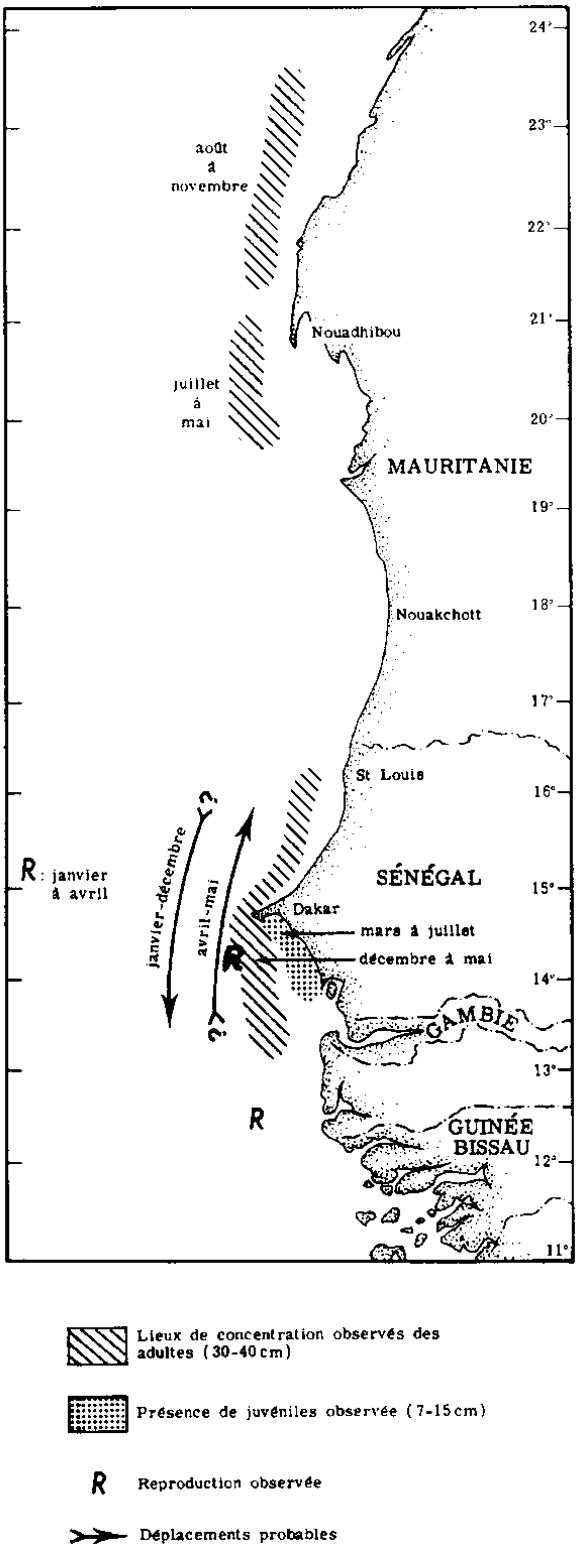


Figure 16 : Déplacements probables de principales zones de concentration et de reproduction de Scomber japonicus dans la zone sénégalo-mauritanienne

Source : Boely et al., (1978)

Les discussions avec les pêcheurs et les observations faites au cours des dernières années confirment la validité actuelle de ces schéma migratoires, avec souvent un décalage d'un à deux mois de plus par rapport aux années 70 et 80.

Jadis, le delta du fleuve Sénégal et la zone marine côtière contiguë jouaient un rôle important de nurserie et de zone de reproduction pour les mulets, les ethmaloses, les sardinelles et les crevettes (Thiaw, 2010[31] ; Diouf *et al.,* 2016)[32] Avec l'édification des barrages de Diama et Manantali et l'ouverture de la brèche de la langue de Barbarie, cette fonction écologique a été fortement perturbée.

Il faut signaler également le rôle de voie de migration, de nurserie, de zone d'alimentation et de reproduction pour les tortues marines qui migrent tout au long de la zone d'étude restreinte pour regagner l'aire marine protégée du Banc d'Arguin.

La figure 17, résume les zones de conservation prioritaires, qui ont été obtenues en cartographiant et en superposant, les nurseries, les zones de reproductions, les couloirs de migration et les zones alimentation des espèces de poissons, de crevettes, de tortues marines et de mammifères marins.

La zone aux environs de Saint-Louis, par les rôles de nurserie pour de nombreuses espèces de poissons et de crevettes, de voie de migration de plusieurs espèces de poissons et de tortues marines, de zone d'alimentation et de nidification d'oiseaux (dont certains viennent d'Europe et d'Asie), présente un intérêt régional (Afrique de l'Ouest) et mondial en matière de conservation de la biodiversité.

31 Thiaw M., 2010. Dynamique des ressources halieutiques à durée de vie courte : cas des stocks de poulpe et de crevettes exploités au Sénégal. Thèse Université Européenne de Bretagne, 228.
32 Diouf P. S., Ngom M. et Fall M., 2016. Ichtyofaune et pêche dans le lac de Guiers et la réserve du Ndiaèl. UICN / OLAG, 58 p.

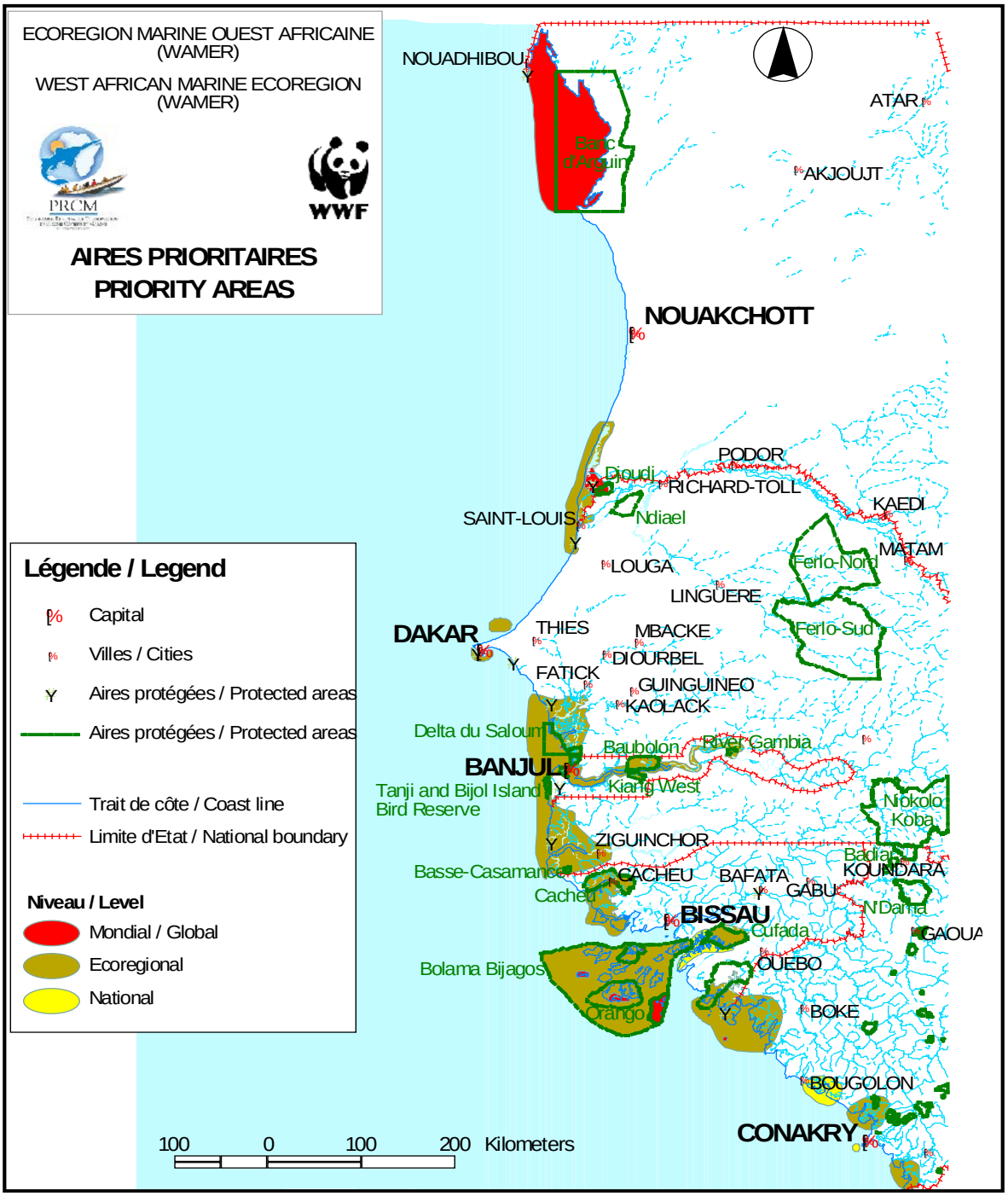


Figure 17 : Carte des zones prioritaires de conservation

(La couleur rouge signifie que la zone est d'importance mondiale, la couleur verte d'importance sous régionale et la couleur jaune d'importance nationale)

Source : Diouf (2012)[33]

[33] Diouf P. S., 2012. Plan Stratégique de l'Eco-région WAMPO (Western African Marine Ecoregion) 2012-2017. WAMPO, 230 p.

4. Etat d'exploitation et statut de conservation des ressources halieutiques

4.1. Etat d'exploitation des ressources

A l'instar d'une bonne partie du littoral sénégalais, la Grande Côte bénéficie de conditions hydroclimatiques (upwelling et enrichissement trophique par le fleuve Sénégal), qui potentiellement peuvent engendrer une productivité élevée. Cependant, du fait de plusieurs décennies de surexploitation, de modification anthropique de l'hydrologie du fleuve Sénégal par la mise en place d'aménagements hydroagricoles majeurs et des effets des changements climatiques, la plupart des stocks halieutiques est dans un état inquiétant.

Les ressources pélagiques, d'une importance cruciale pour l'alimentation des couches les plus démunies et pour le maintien de l'équilibre écologique du milieu marin sont dans un état de surexploitation ou de pleine exploitation.

Tableau 4 : Etat d'exploitation de quelques espèces pélagiques

Espèces	2012	2013	2014
Sardina pilchardus	Non surexploité	Non surexploité	Non surexploité
Sardinella aurita	Surexploité	Surexploité	Surexploité
Sardinella maderensis	Surexploité	Surexploité	Surexploité
Scomber japonicus	Pleinement exploité	Pleinement exploité	Pleinement exploité
Trachurus trachurus	Pleinement exploité	Pleinement exploité	Surexploité (modifié)
Trachurus trecae	Surexploité	Surexploité	Surexploité
Engraulis encrasicolus	Surexploité	Surexploité	Surexploité
Ethmalose	Surexploité (Mauritanie) ; non pleinement exploité (Sénégal)	Surexploité (Mauritanie) ; non pleinement exploité (Sénégal)	Surexploité au Sénégal

Source : Caillart et Beyens (2015)[34]

Les ressources démersales, qui sont souvent à haute valeur commerciale, sont particulièrement recherchées par les pêcheurs. Ces espèces, pour la plupart, sont dans une situation de surexploitation.

Tableau 5 : Etat d'exploitation de quelques espèces démersales

Espèces	Etat d'exploitation				
	2004	2007	2008	2010	2014
Pageot *Pagellus bellottii*	Pleinement exploité	Fortement surexploité	Surexploitée	Surexploité	Surexploité
Pagre *Sparus caeruleostictus*	Surexploité	Surexploité	Surexploitée	Surexploité	Surexploité

[34] Caillart B. et Beyens Y., 2015. Etude sur l'évolution des pêcheries de petits pélagiques en Afrique du Nord-Ouest et impacts possibles sur la nutrition et la sécurité alimentaire en Afrique de l'Ouest. UE / DAI, 78 p

Espèces	Etat d'exploitation				
	2004	2007	2008	2010	2014
Mâchoirons *Arius spp*.	Danger de surexploitation	Non concluante	Non concluante	Pleinement surexploité	Pleinement surexploité
Otolithes *Pseudotolithus spp*.	Surexploité	Surexploité	Pleinement exploitée	Surexploité	Pleinement exploité
Thiof *Epinephelus aeneus*	Risque d'extinction	En voie d'extinction	Danger d'extinction	Sévèrement surexploité	Sévèrement surexploité
Crevette côtière *Penaeus notialis*	Signes de surexploitation	Surexploité	Surexploitée	Surexploité	Surexploité

Source : CRODT (2015)[35]

Pour les ressources démersales profondes, l'état d'exploitation des crevettes profondes requière plus de précautions. En ce qui concerne les stocks de merlus, ils sont surexploités et un gel de l'effort de pêche s'impose, pour éviter l'effondrement de cette pêcherie (MPAM, 2013).

D'après le dernier avis scientifique du COPACE (2014), la plupart des stocks de petits pélagiques de la zone Afrique du nord-ouest sont pleinement exploités ou surexploités (sardinelles, chinchards, maquereau). La seule exception est la sardine. Les recommandations sont de réduire l'effort de pêche (sardinelles) ou de limiter les captures à des niveaux antérieurs (chinchards, maquereau) (Caillart et Beyens, 2015).

Globalement, le cadre de gouvernance de ces pêcheries de petits pélagiques est déficient. Alors que suivant le Droit de la Mer les Etats côtiers devraient coopérer pour définir et mettre en œuvre des mesures de gestion et de conservation qui permettraient de conserver les stocks régionaux dans des limites viables, il n'existe pas de cadre adapté à l'heure actuelle. Les organisations régionales de pêche existantes n'ont qu'un mandat consultatif et la concertation entre Etats côtiers concernés (Maroc, Mauritanie, Sénégal, Gambie) est faible (Caillart et Beyens, 2015). Il faut toutefois, signaler que la CSRP déploie de grands efforts dans ce sens.

En outre, le COPACE qui est la principale institution mandatée pour fournir des avis scientifiques souffre d'un manque chronique de moyens pour réaliser sa mission. La faiblesse du COPACE est aggravée par une insuffisance des données que doivent mettre à sa disposition les Etats concernés pour les analyses de l'état des stocks.

42. Espèces avec un statut de conservation particulier

La Liste rouge UICN évalue le risque d'extinction des espèces sur la base d'un ensemble de critères objectifs et mesurables. Il y a huit catégories (+données insuffisantes), fondées sur des critères liés aux effectifs, aux tendances et aux structures des populations, ainsi qu'à leur aire de répartition géographique. Les espèces classées dans les catégories En Danger Critique d'Extinction, En Danger et Vulnérable sont désignées collectivement comme « menacées » (Sidibé, 2010)[36].

35 Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye.

36 Sidibé A., 2010. Utilisation de la Liste Rouge de l'UICN pour le suivi des risques de perte de biodiversité : application aux poissons démersaux exploités d'Afrique du Nord-Ouest. UICN, 64 p.

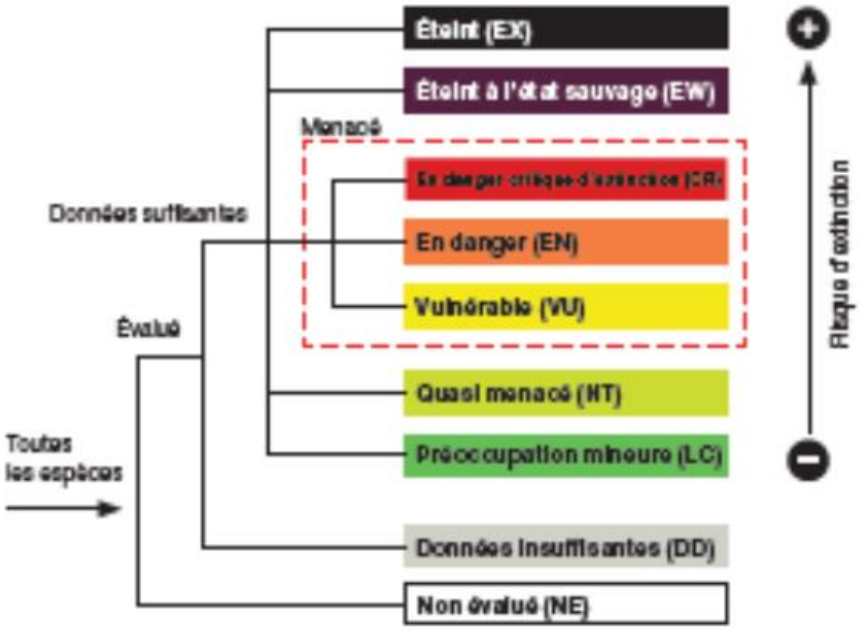


Figure 18 : Structure des Catégories de la Liste rouge

Source : UICN[37]

Trois espèces de requins-marteaux présentes dans la zone d'étude restreinte sont inscrites sur la liste rouge. Il s'agit du :

- Requin-marteau commun (requin-marteau lisse, *sphyrna zygaena*, smooth hammerhead), inscrit à la Liste rouge UICN des espèces menacées de disparition, dans la catégorie 'Vulnerable/Vulnérable' (VU) ;
- Requin-marteau halicorne (*sphyrna lewini*, scalloped hammerhead), inscrit au niveau à la Liste rouge UICN des espèces menacées de disparition, dans la catégorie 'Endangered/En danger (EN) mais encore dans la catégorie 'Vulnerable/Vulnérable' (VU) en ce qui concerne les sous-populations de l'Atlantique centre et est ;
- Grand requin-marteau (*sphyrna mokarran*, squat-headed hammerhead shark), inscrit au niveau mondial à la Liste rouge UICN des espèces menacées de disparition, dans la catégorie 'Endangered/En danger' (EN) mais désormais dans la catégorie 'Critically endangered / En danger critique d'extinction' (CR) pour l'Atlantique centre et est, donc y compris dans les eaux d'Afrique occidentale (http://www.ndarinfo.com/Tortues-et-requins-a-Ndar-le-commerce-d-especes-en-voie-de-disparition-perdure_a10248.html).

Par ailleurs, bien qu'elle soit considérée comme largement répandue, *E. aeneus* (thiof) est déjà évaluée par l'UICN comme relativement proche des espèces menacées. Elle est classée dans la catégorie Quasi menacée de la Liste Rouge. Ce statut de l'espèce est confirmé dans la région par son état de surexploitation et la forte baisse de son abondance (près de 70% de son effectif initial) et par la réduction de son aire de répartition géographique. On note aussi une diminution importante des individus matures au sein de la population de l'espèce au Sénégal. Le statut signifie que l'espèce serait désormais confrontée à un risque élevé d'extinction à l'état sauvage si les mêmes conditions continuent à s'exercer sur elle (Sidibé, 2010).

Le tableau 6 donne une idée des espèces les plus menacées de la Grande Côte sénégalaise.

[37] UICN, ND. La liste rouge des espèces menacées de l'UICN. UICN, 2 p

Tableau 6 : Statut de conservation de quelques espèces de la Grande Côte

Espèces	Statut de conservation
Raies et poissons-scie	
Rhinobatos rhinobatos (Common Guitarfish)	Statut : En danger Evolution des populations : en diminution
Pristis pectinata (Smalltooth Sawfish)	Statut : En danger critique Evolution des populations : en diminution
Pristis pristis (Largetooth Sawfish)	Statut : En danger critique Evolution des populations : en diminution
Requins	
Sphyrna zygaena (Smooth Hammerhead)	Statut : Vulnérable Evolution des populations : en diminution
Sphyrna lewini (Scalloped Hammerhead)	Statut : En danger Evolution des populations : en diminution
Sphyrna mokarran (Great Hammerhead)	Statut : En danger critique Evolution des populations : en diminution
Carcharhinus brevipinna (Spinner Shark)	Statut : Quasi menacée Evolution des populations : inconnue
Carcharhinus isodon (Finetooth Shark)	Statut : Préoccupation mineure Evolution des populations : inconnue
Carcharhinus leucas (Bull Shark)	Statut : Quasi menacée Evolution des populations : inconnue
Carcharias taurus (Sand Tiger Shark)	Statut : Vulnérable Evolution des populations : inconnue
Carcharodon carcharias (Great White Shark)	Statut : Vulnérable Evolution des populations : inconnue
Poissons osseux	
Epinephelus aeneus (White Grouper)	Statut : Quasi menacée Evolution des populations : en diminution
Epinephelus marginatus (Dusky Grouper)	Statut : En danger Evolution des populations : en diminution
Pomatomus saltatrix (Bluefish)	Statut : Vulnérable Evolution des populations : en diminution
Dauphins	
Sousa teuszii (Atlantic Humpbacked Dolphin)	Statut : Vulnérable Evolution des populations : en diminution
Delphinus delphis (Short-beaked Common Dolphin)	Statut : Préoccupation mineure Evolution des populations : inconnue
Tursiops truncatus (Common Bottlenose Dolphin)	Statut : Préoccupation mineure Evolution des populations : inconnue
Phocoena phocoena (Harbour Porpoise)	Statut : Préoccupation mineure Evolution des populations : inconnue
Phoques	
Monachus monachus (Mediterranean Monk Seal)	Statut : En danger Evolution des populations : en hausse
Tortues marines	
Caretta caretta (Loggerhead Turtle)	Statut : En danger Evolution des populations : en diminution
Chelonia mydas (Green Turtle)	Statut : En danger Evolution des populations : en diminution
Lepidochelys kempii (Kemp's Ridley)	Statut : En danger critique Evolution des populations : besoin de mise à jour

Espèces	Statut de conservation
Lepidochelys olivacea (Olive Ridley)	Statut : Vulnérable Evolution des populations : en diminution
Dermochelys coriacea	Statut : Vulnérable Evolution des populations : en diminution

Source : The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 13 September 2017

Il apparaît qu'un effort de conservation est nécessaire pour améliorer le statut de conservation de plusieurs espèces. Parmi les mesures à préconiser, il y a la création et une meilleure gestion d'aires marines protégées et une interdiction formelle de l'exploitation des espèces menacées.

5. La pêche

5.1. Les acteurs de la pêche

Les pêcheurs artisans sénégalais sont originaires essentiellement de trois groupes (Mbaye, 2002)[38] : les *lébous* qui sont à Dakar et sur la Petite Côte, les *guet-ndariens* au nord (Saint-Louis) et les *niominka* au centre (îles du Saloum). Ces trois groupes représentent plus de 90 % des pêcheurs (58 % de *lébous*, 18 % de guet-ndariens et 15 % de *niominka*) (; Diouf *et al*., 2016). A cela, il faut ajouter des nationaux venant de toutes les contrées, plus ou moins spécialisés comme les gandiolais (6 % du village de Gandiole à côté de Saint-Louis), et d'autres affectés par le chômage, les échecs scolaires, les sécheresses passées ou les dures conditions d'existence (Diouf, 2017).

Suivant les ressources halieutiques dans leur migration, les pêcheurs artisans se déplacent d'un port à un autre. Certains vont pêcher hors du Sénégal, notamment en Mauritanie, en Gambie, en Guinée-Bissau, en Guinée et même en Sierra Léone et en Angola[39]. Certains pêcheurs, notamment des saint-louisiens, travaillent pour des bateaux ramasseurs[40], pour lesquels ils capturent des poissons nobles, tels que des *Serranidae*, des *Sparidae*… (PRAO, 2013)[41] .

38 Mbaye A., 2002.- Analyse sociologique de la différenciation technique dans la pêche artisanale maritime sénégalaise. Séminaire C3ED-OA, 7 p.
39 Pour l'Angola, des bateaux embarquent les pirogues et une fois à destination elles pêchent pour ravitailler ces bateaux.
40 Les bateaux ramasseurs s'entendent avec les pêcheurs artisans et achètent leurs captures.
41 PRAO-SN, 2013. Etude sur l'état des pêcheries côtières, des stocks clés et de leurs habitats. Rapport Final, CRODT / Banque Mondiale, 91 p.

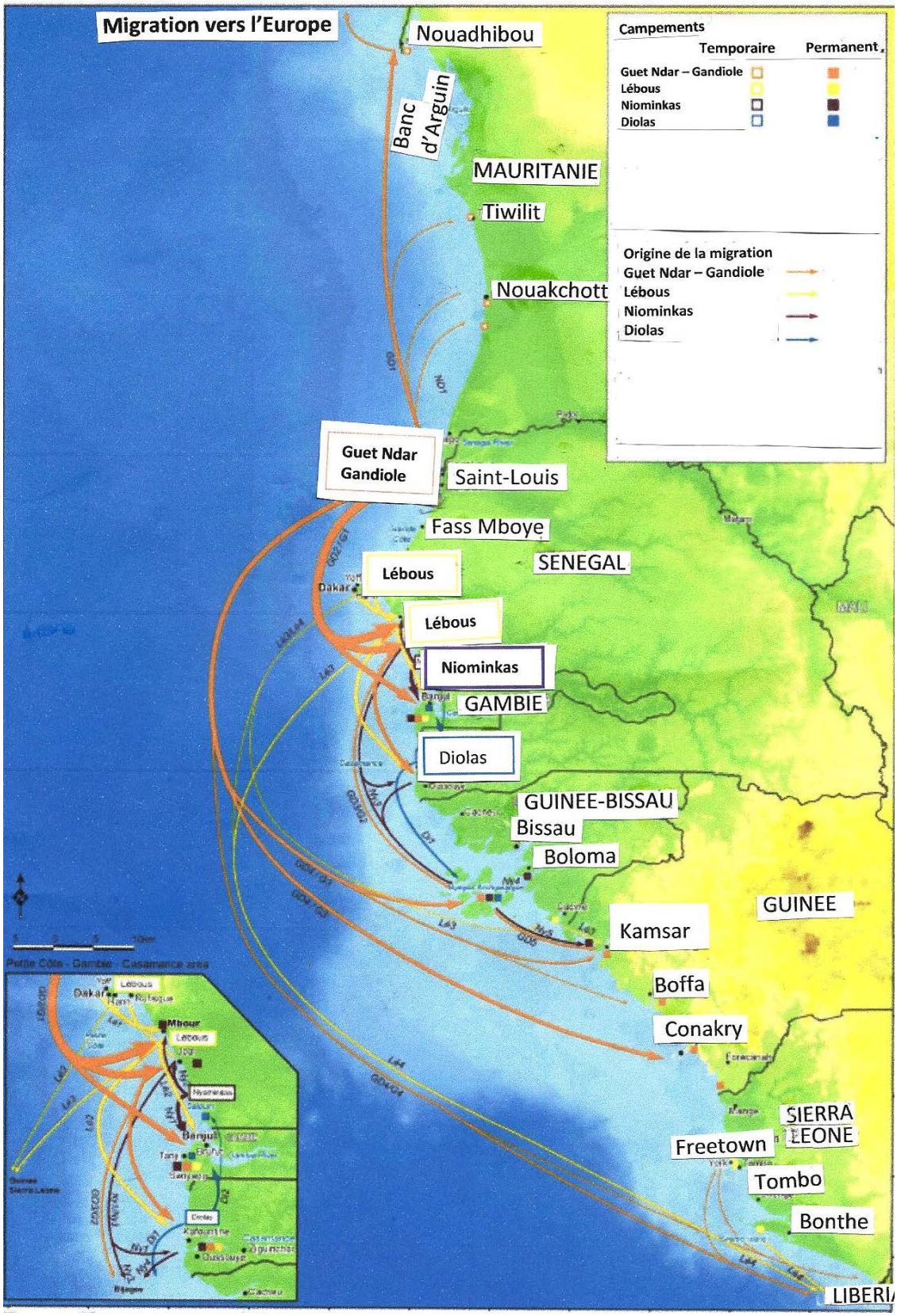


Figure 19 : Principales routes de migrations des pêcheurs artisans sénégalais

Source : Binet et al. (2012)[42]

[42] Binet, T., Failler, P., Thorpe, A.,2012 Migration of Senegalese fishers: a case for regional approach to management. Maritime Studies 11, 1.

Les mareyeurs remplissent plusieurs fonctions : financement de la pêche artisanale, achat de poisson sur les plages, conditionnement et transport vers les usines, vente à l'intérieur et à l'extérieur du pays. Le mareyage est une activité fortement dominée par les hommes d'âge moyen 40 – 60 ans.

Les artisans-transformateurs sont majoritairement des femmes. La transformation représente une fonction sociale importante. Des étrangers, en nombre limité, interviennent également dans la transformation, valorisant des espèces comme les requins et les raies qui n'entrent pas dans les habitudes alimentaires des sénégalais (FAO, 2008)[43].

Tableau 7 : Effectifs des différentes catégories socio-professionnelles de la pêche sur la Grande Côte

	Grande Côte Nord (Saint-Louis à Lompoul)	Grande côte Sud (Fass-Boye à Yoff)	Total Grande Côte
La Pêche	22 000	12 232	34 232
Le mareyage	788	1 006	1 794
La Transformation artisanale	1 522	865	2 387
Les prestataires de services (charpentiers, pompistes, mécaniciens, gérants de quincailleries maritimes, videurs de pirogue, les porteurs, les charretiers, les écailleuses, les usiniers de glace et le personnel des fabriques de glace…)	703	1 453	2 156
Total	25 013	15 556	40 569

Source : Compilation données Projet USAID / COMFISH[44]

Les usines de transformation des produits halieutiques et les mareyeurs exportateurs influencent fortement l'orientation de la pêche artisanale, notamment en ce qui concerne les espèces ciblées par les pêcheurs. Sous leur impulsion, de nombreux types de pêche se sont développés pour l'exportation. Les exemples les plus édifiants sont les céphalopodes et les ceintures (*talar*). Plusieurs usiniers ont été affectés par la rareté de la ressource et connaissent des difficultés les obligeant à fermer leur usine.

Alors que la plupart des activités de pêche industrielle sont concentrées dans l'agglomération de Dakar-Pikine, la pêche artisanale est présente tout au long des côtes sénégalaises et joue donc un rôle déterminant dans l'organisation de cet espace littoral (Cormier-Salem, 2013)[45].

Les pêcheurs industriels sont soit des nationaux soit des étrangers disposant souvent de plus de moyens technologiques et financiers que les pêcheurs artisans. Le tableau suivant donne une idée des effectifs, des captures et des débarquements de chalutiers, sardiniers et thoniers.

43 FAO, 2008. Vue générale du secteur des pêches nationales. Profil des pêches et de l'aquaculture par pays. FAO, 27 p.
44 Projet USAID / COMFISH, 2015. Plan de Gestion Participatif de la Pêcherie de sardinelles dans la Grande Côte Sud. USAID / COMFISH et DPM, 35 p.
Projet USAID / COMFISH, 2016. Plan de Gestion Participatif de la Pêcherie de sardinelles dans la Grande Côte Nord. USAID / COMFISH et DPM, 52 p.
45 Cormier-Salem., 2013. L'aménagement du littoral un enjeu crucial pour les pêcheries artisanales. Fontana et Samba (Edits), 163 p.

Tableau 8 : Effectifs, captures et débarquements des chalutiers, des sardiniers et des thoniers (pêche industrielle)

Type de navire		Sénégal	Union Européenne		Autres									Total	Rapp 2014	Variation
			Espagne	France	AntHoll	Guatemala	Panama	Cap Vert	Salvador	Curaçao	Brésil	Bélise	Côte d'Ivoire			
Chalutiers	Effectif	96	2											98	87	13 %
	Capture	35 326	1 226											36 552	46 650	- 22 %
	Débarqt	35 326	1 226											36 552	46 650	- 22 %
Sardiniers	Effectif	1												1	4	- 75 %
	Capture	461												461	1605	- 71 %
	Débarqt	461												461	1605	- 71 %
Thoniers	Effectif	8	**11	***6		2	3	3	2	4		2		41	15	173 %
	Capture	11 657*	5 994	3 983										21 594	12 056	79 %
	Débarqt	11 657	8 099	2 481		3 976	4 422	1 822	1 335	12 429		1 861		48 082	37 002	30 %
TOTAL	Effectif	105	13	6	0	2	3	3	2	4	0	2	0	140	106	32 %
	Capture	47 444	7 220	3 943	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58 607	60 311	- 3 %
	Débarqt	47 444	9 325	2 481	0	3 976	4 422	1 822	1 335	12 429	0	1861	0	85 095	85 257	0 %
Rappel 2014	Effectif	98	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106		
	Capture	52 700	6 469	1 142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60 311		
	Débarqt	52 454	11 678	1 968	6 233	4 592	1 935	5 084	0	0	984	0	328	85 257		
Evolution	Effectif	7 %	86 %	500 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	32 %		
	Capture	- 10 %	12 %	245 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	- 3 %		
	Débarqt	- 10 %	- 20 %	26 %	- 100 %	- 13 %	129 %	- 64 %	0 %	0 %	0 %	0 %	- 100 %	0 %		

(Source : DPM[46]).

* dont 5 059 tonnes (senneurs sénégalais)
** dont 4 navires senneurs (Espagnols) et 7 navires étrangers (Espagnols)
* dont 6 598 tonnes (canneurs sénégalais)
*** dont 5 navires senneurs (Français) et 1 navire senneur (Français)

[46] DPM, 2015. Résultats généraux des pêches maritimes. MPEM, 138 p.

Par ailleurs, le Sénégal compte de nombreuses organisations professionnelles de pêche. Leur implication dans la gestion des pêches, bien qu'encore insuffisante, a été le fait marquant de ces dernières années.

En ce qui concerne la pêche industrielle, les organisations les plus connues sont le Groupement des Armateurs et Industriels de la Pêche maritime au Sénégal (GAIPES) et l'Union Patronale des Mareyeurs Exportateurs du Sénégal (UPAMES).

Dans la pêche artisanale, les organisations professionnelles les plus actives sont la Fédération Nationale des Groupements d'Intérêt Economique de Pêcheurs (FENAGIE-PECHE), la Fédération Nationale des Groupements d'Intérêt Economique de Mareyeurs du Sénégal (FENAMS), le Collectif National des Mareyeurs pour le Développement du Sénégal (CNDMS), le Collectif National des Pêcheurs artisanaux du Sénégal (CNPS), l'Union Nationale des GIE de Mareyeurs du Sénégal (UNAGIEMS), le Réseau National des Femmes de la Pêche Artisanale du Sénégal (REFEPAS), la Fédération Nationale des Femmes Transformatrices (FENATRAMS). Ces organisations se regroupent au sein du Conseil National Interprofessionnel de la Pêche Artisanale au Sénégal (CONIPAS).

Il faut également signaler l'existence des Conseils Locaux de Pêche Artisanale (CLPA) et des Comités Locaux de Pêcheurs (CLP) qui sous l'impulsion du Projet USAID / COMFISH, du projet PRAO et de l'Administration des pêches sont de plus en plus actifs.

Les ONG nationales et les projets les plus actifs sur le terrain, sans être exhaustif, sont le Projet USAID / COMFISH, PRAO, Repao, APTE, IDEE Casamance...).

5.2. Les engins de pêche et la flotte de pêche

5.2.1. La pêche artisanale

La Grande Côte Sud

Au niveau de la Grande Côte Sud (de Fass Boye à Yoff), la pêche se pratique avec une diversité d'engins. Les plus importants sont les filets (filets dormants de fonds, filets maillants encerclants « saïna », sennes tournantes, sennes de plage), les lignes (Simples et palangres) et les fusils de chasse sous-marine. Du point de vue des effectifs, les lignes simples sont prédominantes avec près de 5 758 unités (figure 20) soit 68,45 %, suivi des palangres et des filets maillants encerclants avec respectivement 21,11 % et 4,47 %.

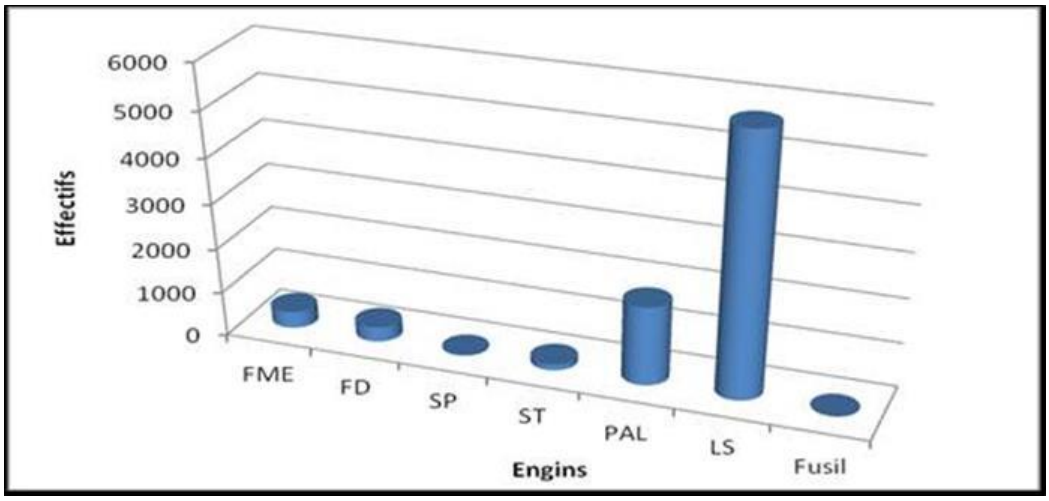


Figure 20 : Répartition des engins de pêche

Source USAID/COMFIH (enquête, Mai 2013)

Légende : FME = filet maillant encerclants ; FD = filet dormant ; SP = senne de plage ; ST = senne tournante ; PAL = palangre ; LS = ligne simple, Fusil = fusil de chasse sous-marine.

La répartition des engins de pêche n'est pas homogène au niveau des sites. Dans la zone couverte par le CLPA de Cayar, cinq (5) types d'engins de pêche ont été dénombrés. Il s'agit des filets (sennes tournantes et sennes de plage) et des lignes (simples et palangres). Du point de vue des effectifs, les lignes simples prédominent avec 69,37 % suivies des palangres avec 29,55 %. Les autres types d'engins moins représentés, ne dépassent pas individuellement 1 % (Senne tournantes, fusils de chasse sous-marine et sennes de plage avec respectivement 0,95 %, 0,11 % et 0,02 %).

Au niveau du CPLA de Dakar Ouest, six (06) types d'engins ont été dénombrés. Il s'agit des filets (filets dormants de fond, filets maillants encerclants « saïna », sennes tournantes, sennes de plage), des lignes (Simples et palangres).

Le parc piroguier de la Grande Côte Sud est l'un des plus importants de la pêche artisanale. D'après le Programme National d'Immatriculation des pirogues (PNI), il était estimé à près de 4 300 pirogues en 2013. Les embarcations sont de tailles différentes, la longueur pouvant atteindre 25 mètres. La propulsion se fait pour la plupart avec des moteurs (Projet USAID / COMFISH, 2015).

La Grande Côte Nord

Au niveau de la Grande Côte Nord (de Saint-Louis à Lompoul), la pêche s'effectue avec une diversité d'engins. On y retrouve des filets (senne tournante, filet maillant dormant de fond « *Mbal Ser* », filet maillant dérivant de surface « félé félé » et le trémail), des lignes et des palangres.

Du point de vue des effectifs, le recensement de 2014 effectué par le Projet USAID / COMFISH montre que la senne tournante ciblant les sardinelles ne représente que 21 % des engins (figure 21). Ce type d'engins a été introduit au Sénégal en 1972 par un projet de la FAO. La technique de pêche consiste à encercler les bancs de poisson pour ensuite les vider dans les pirogues porteuses avec un équipage composé d'une trentaine de personne en moyenne. La taille de ces filets varie entre 300 et 1200 m avec une moyenne de 750 m;

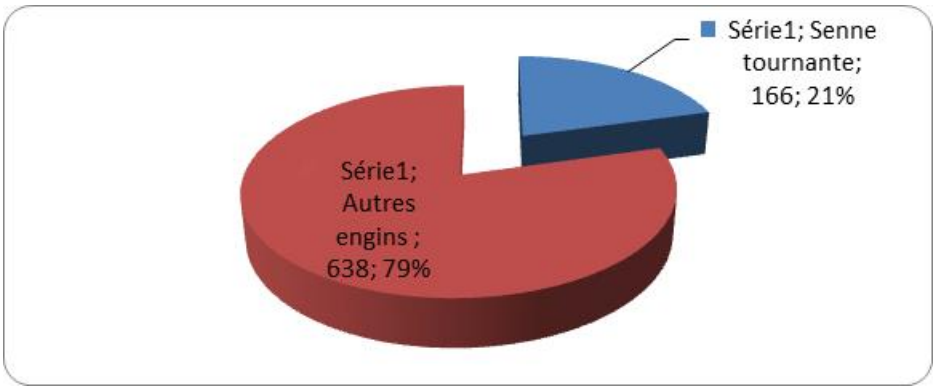


Figure 21 : Répartition des différents engins de pêche au niveau des CLPA de Saint-Louis

Sources : USAID/COMFIH (enquête, Mai 2014)

Le tableau 9 suivant résume les caractéristiques des engins de pêche de la pêche artisanale.

Tableau 9 : Présentation des engins de pêche artisanale étudiés

Dénominations et compositions	Caractéristiques Techniques	Modes opératoires	Espèces cibles
Senne tournante (ST)	Filets de 250 à 400 m, chute de 40 m, chute et de 30 mm de maillage au niveau du corps du filet. Présence de coulisse et d'une grande poche	2 pirogues, l'une pour le filet, l'autre pour les captures. Près de 30 personnes. Efficace pour la capture de la sardinelle ronde qui, encerclée, tend à plonger en profondeur	Clupéidés surtout (*Sardinella aurita*, *S. maderensis* et *Ethmalosa fimbriata*. Secondairement, Carangidés, sompatt, pelon *B. auritus*, brochets *Sphyraena sp*, ravil *Euthynnus alleteratus*, thazard blanc *Scomberomorus tritor*, ceinture *Trichiurus lepturus*
Filets maillants encerclants (FME)	Rectangulaires, longueur de 300 m, chute de 9 m et maillage de 36-40 mm	1 pirogue à moteur ± puissante. Pas de coulisse. Mise en œuvre active. 9 personnes en moyenne. Jusqu'à 15 m de fonds. Peut aussi être utilisé comme FMDS (ci-dessous)	Près de 80 % des captures constituées d'ethmalose et de sardinelles qui sont leurs principales cibles. Le reste = mâchoirons *Arius sp*, otolithes *Pseudotolithus sp*, brochets *Sphyraena sp*, etc.
Filets actifs (filets maillants dérivant de surface/FMDS et filets maillants dérivant de fonds/FMDF)	Les FMDS ou *félé-félé* à poissons ont une chute de 2 m, une longueur et un maillage variables. Lesté au Pb, nombreux flotteurs (flottabilité + dérive). Le *Yolal* ou FMDF : 100 à 1000 m, chute de 4 à 4.5 m, maille de 46 mm pour les brochets	FMDS souvent manœuvrés par 2 pers à partir d'une pirogue, souvent à pied. Sorties possibles de jour et de nuit avec monofilament, multifilament efficace la nuit. Les FMDF ou yolal dérivent davantage dans la couche d'eau intermédiaire que profonde.	Mulets (*Mugil sp* et *Liza sp*) surtout, voire ethmaloses, sompatt, sardinelles, brochets, etc. pour les FMDS. Les FMDF ciblent les brochets (juillet – septembre) et/ou les Scombridés (ravil et thazard blanc, de décembre à avril). Autres captures : mulets, capitaine, *Carangidés*, otolithes, carpes (*Tilapia guineensis*, *Sarotherodon melanotheron heudelotii*), *Arius sp*
Filets passifs (filets maillants dormants ou de surface/FD et trémail)	FD à « poissons » (FDP, 110 m, 50 mm, nylon), à soles (FDS, 1-2 km, chute de 1 m, nylon ou monofilament), à raies et requins (FDRR, 6 à 7 engins = 100 à 150 m, nylon), à yeet (FDY, 20 m, chute de 1 à 1.2 m, maille de 300 mm, nylon tressé, fonds de 10-15 m. Econome (filets + réparations et entretien surtout), ± carburant (pose/lever), 2 à 4 personnes	FDP : pêche de nuit surtout, filets calés au fonds ou en surface – FDS : calé en mer pendant de nombreux mois, filet remis après chaque récolte – FDRR : spécialité de Saint-Louis et du Sine-Saloum – FDY : séjour de plusieurs mois en mer, récolte tous les 2-3 jours	FDP : otolithes, mâchoirons, brochets et Carcharhinidae comme M. mustellus. FDS: soles langues Cynoglossus sp. FDRR : raies et requins. FDY : *Cymbium sp*. Piètre qualité due à séjour de 24-48 h dans l'eau → une certaine décomposition destinant les produits à la transformation artisanale et consommation locale surtout
Palangre (palangre *sensu stricto* et ligne palangre glacière)	Ligne principale de 300-500 m de long, nylon, tressé le plus souvent, avançons de 0.3 m espacés de 1.80 m, flotteurs et Pb à chaque extrémité. Hameçons appâtés (sardinelles comme appâts)	Seiche = appât de choix ou Clupéidés (sardinelles et ethmaloses). Immersion pendant 5-6 heures, relevé et remise à l'eau de la palangre. Risque d'être emportée par chalut de fond, senne ou filet dérivant	*Rhinobatidae*, *Carcharhinidae* (raies et requins), mâchoirons, capitaine *Polydactylus quadrifilis*, *Drepane africana*, brochets, thiof *Epinephelus aeneus*, *etc.*
Lignes diverses (Ligne casier seiche, ligne poulpe, ligne traîne, ligne *Rhinobatos sp*, ligne simple pirogue motorisée et ligne simple pirogue non motorisée)	Lignes classiques : nylon ou monofilament + hameçons + Pb + appât. Lignes poulpe (LP, ligne + PB + leurres + hameçons. Ligne casier seiche (LCS, casier pliable ou non avec leurre). Longueur fil et nombre d'hameçons fonctions des espèces ciblées et de la profondeur	Souvent utilisés en mixité avec les palangres ou les filets maillants dérivants ou fixes. Pêche fraîche (du jour), lignes glacières (3-5 jours, jusqu'à 100 km des côtes sénégalaises) voire lignes-marées à Saint-Louis (bateaux ramasseurs)	Lignes classiques pirogues motorisées ou non: thiof, sompatt, mâchoirons, pagres, pageots, carangidés, brochets, gros requins, Lutjanidés, etc. Lignes poulpe : poulpe *Octopus vulgaris*. Lignes casiers seiche : *Sepia officinalis hierredda*. Ligne Rhinobatos : raie guitare. Ligne traîne : espadon voilier, marlin, maquereaux, bars, etc.

Sources : Massal (2009)

Le CLPA de Saint Louis renferme un important parc piroguiers. Environ 943 pirogues ont été recensées lors d'enquêtes réalisées en 2014 dans le cadre de l'élaboration d'une convention locale. Les tailles des embarcations varient de 4 à 25 mètres avec un mode de propulsion utilisant des moteurs d'une puissance de 15 cv, 40 cv et 60 cv.

Dans les autres CLPA de la zone, on a dénombré 68 pirogues à Potou, 120 pirogues à Lompoul et 193 à Gandiol.

Chaque année ces pirogues sont soumises au payement d'une redevance dont les montants varient entre 5000 FCFA pour la pêche à pied, 15 000 FCFA pour les pirogues de moins de 13 mètres et 25 000 FCFA pour les pirogues de plus de 13 mètres. Ainsi, au cours de l'année 2016 (Janvier à avril) 1567 permis de pêche maritime et 78 de pêche continentale ont été payés contre un total de 1137 en 2015, Ce qui montre une augmentation notable dans ce domaine ((Projet USAID / COMFISH, 201).

En ce qui concerne la pêche industrielle, conformément au Décret n° 2016-1804 portant application de la loi n° 2015-18 du 13 juillet 2015 portant Code de la Pêche maritime, les pêcheurs opérant dans la zone restreinte d'étude ont quatre catégories de licences : licence de pêche démersale côtière (avec trois options : chalutiers crevettiers, chalutiers poissonniers et céphalopodiers, palangriers de fond), la licence de pêche démersale profonde (avec cinq options : chalutiers crevettiers, chalutiers poissonniers, palangriers de fond, casiers à langouste rose, casiers à crabe de profond), licence de pêche pélagique côtière (avec deux options : senneurs, chalutiers), la licence de pêche pélagique hauturière (canneurs, senneurs, palangriers de thon, palangriers d'espadon).

5.2.2. La pêche industrielle

L'exploitation des ressources halieutiques dans les eaux sénégalaises est le fait de pêcheries artisanales et industrielles. La principale caractéristique du système d'exploitation de la pêche sénégalaise est la prédominance, en termes de débarquement, du sous-secteur artisanal qui est à l'origine de plus des deux tiers des mises à terre (Dème, 2016)[47].

La pêche industrielle compte en 2017, 161 navires dont 128 nationaux et 33 navires étrangers. Elle comprend la pêche pélagique hauturière, la pêche pélagique côtière, la pêche démersale hauturière et la pêche démersale côtière.

La pêche pélagique hauturière est essentiellement constituée de la pêche thonière qui capture l'albacore, le listao et le patudo. La pêche pélagique côtière est faite par les sardiniers qui ciblent principalement les sardinelles et les chinchards.

La pêche démersale côtière est réalisée par des chalutiers crevettiers recherchant la crevette côtière *Penaeus notialis* et les chalutiers poissonniers ciblant les espèces de poissons démersaux côtiers et les céphalopodes.

La pêche démersale profonde est le fait des chalutiers de crevettes profondes (*Parapenaeus longirostris*) et de chalutiers de poissons de fonds (merlus : M*erluccius senegalensis* et *Merluccius polli*) qui exploitent les ressources du talus entre 150 et 800 m de profondeur (Dème, 2016).

Le tableau 10 donne la répartition des types d'engins de pêche utilisés par ces bateaux.

[47] Dème M., 2016. Les systèmes d'exploitation de la pêche sénégalaise. CRODT, 17 p.

Tableau 10 : Nombre de bateaux utilisant les différents engins de pêche actifs au Sénégal

Engins de pêche	Nombre de bateaux utilisant l'engin de pêche	TJB
Sennes	32	Généralement entre 512 et 2863 les petits TJB de l'ordre de 40 sont des navires nationaux
Chalut de poissons et de céphalopodes	52	29 à 536 les petits TJB correspondent aux bateaux nationaux
Chalut de crevettes côtières	28	Généralement entre 119 et 317. Les seuls petits TJB ont été trouvés chez 2 navires nationaux (74,93 et 96)
Chalut de crevette profondes	18	Généralement entre 148 et 413,66. Le seul petits TJB trouvé est un navire battant pavillon sénégalais (98)
Palangre thon	1	625
Palangre espadon	1	512
Chalut poissons de fonds (Merlu)	08	Etre 171 et 555
Chalut pélagique	06	737
Canne	14	155 à 472
Casier crabes profonds	01	169

(Source des données : DPM)

Les bateaux de pêche industrielle sont caractérisés par leur mobilité dans la zone où ils sont autorisés à pêcher au Sénégal par le type de licence qu'ils ont acquis. La fréquentation par les bateaux de pêche industrielle, de la zone d'étude élargie, est relative élevée comme l'indique la carte ci-dessus.

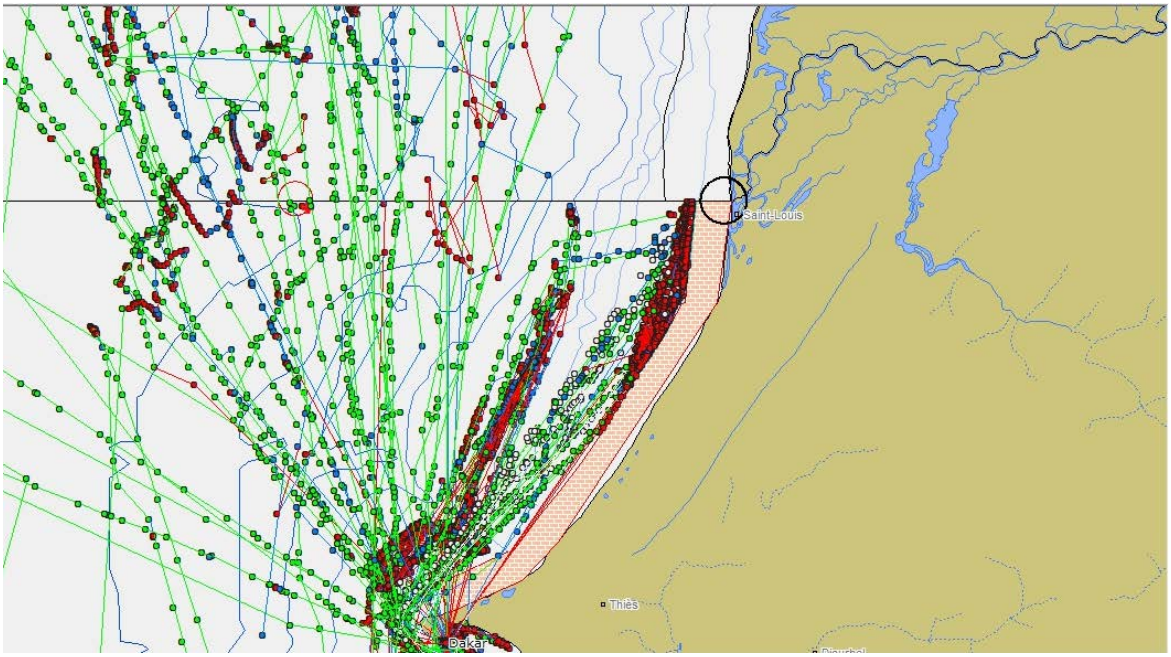


Figure 22 : Activité des bateaux de pêche industrielle dans les environs de la zone offshore (point rouge encerclé) entre le 1er juillet et le 25 juillet 2017

(Bleu = activité de pêche, Vert = vitesse de transit et rouge = en route)

5.3. Les zones de pêche

La section 3 Décret n° 2016-1804 portant application de la loi n° 2015-18 du 13 juillet 2015 portant Code de la Pêche maritime définit, en ses articles 39 à 51 les zones de pêche industrielle.

Article 39.- Les zones de pêche sont mesurées à partir d'une ligne de référence qui joint les points ci-dessous donnés par les levées hydrographiques des services nationaux compétents :

1°) Du point P1 (16° 04' 00"N – 16° 31' 30",8W) au point P2 (15° 45' 00"N – 16°33' 12"W).

2°) Du point P3 (15° 00' 00"N – 17° 04' 06"W) au point P4 (14° 52' 48"N – 17° 11' 12"W).

3°) - Du point P5 (14° 46' 42"N – 17° 25' 30"W) à la pointe nord de l'île de Yoff (14° 46' 18" N –17° 28' 42"W);

- de la pointe nord de l'île de Yoff (14° 46' 18"N – 17° 28' 42"W) à la pointe de l'île de Ngor (14° 45' 30"N – 17° 30' 56"W) ;

- de la pointe nord de l'île de Ngor (14° 45' 30"N – 17° 30' 56"W) au feu des Almadies (14° 44' 36"N – 17° 32' 36"W);

- du feu des Almadies (14° 44' 36"N – 17° 32' 36" W) au Cap Manuel (14°39'00"N – 17° 26'00"W) ;

- du Cap Manuel (14° 39' 00"N – 17° 26' 00"W) à la Pointe Rouge (14° 38'12"N – 17° 10' 30"W) ;

- de la Pointe Rouge (14° 38' 12"N – 17° 10' 30"W) à la pointe Gombaru (14° 29' 50"N – 17° 05' 30"W) ;

- de la pointe Gombaru (14° 29' 50"N – 17° 05' 30"W) à la pointe Sarène (14° 17' 05"N – 16° 55' 50"W) ;

- de la pointe Sarène (14° 17' 05"N – 16° 55' 50"W) à la pointe Senti (14°11' 10"N – 16° 52' 00"W) ;

- de la pointe Senti (14° 11' 10"N – 16° 52' 00"W) à la pointe de Sangomar (13° 50' 00"N – 16° 45' 40"W);

- de la pointe de Sangomar (13° 50' 00"N – 16° 45' 40" W) au point P6 20 (13° 35' 24"N – 16° 40' 30"W).

4°) De la frontière sud sénégalo-gambienne (13° 03' 54,3"N – 16° 44' 54"W) au point P7 (12° 45' 10"N – 16° 47' 30"W) ;

- du point P7 (12° 45' 10"N – 16° 47' 30"W) au point P8 (12° 36' 12"N – 16° 48'00"W) ;

- du point P8 (12° 36' 12"N – 16° 48' 00"W) à la pointe Djimbéring (12° 29' 00"N– 16° 47' 36"W) ;

5°) Du Cap-Skirring (12° 24' 30"N – 16° 46' 30"W) à la frontière avec la Guinée-Bissau (12° 20'20",8N – 16° 43' 03",2W).

Article 40.- Pour les étendues de la côte sénégalaise situées en dehors des limites données par les points de référence indiqués à l'article 39 du présent décret, les zones de pêche sont mesurées à partir de la laisse de basse mer, celle-ci faisant partie intégrante de la ligne de référence.

Article 41.- Les distances mesurées à partir de la ligne de référence ou de la laisse de basse mer sont exprimées par rapport au point le plus proche du tracé, quelle que soit la zone dans laquelle le navire évolue.

Article 42.- Pour répondre aux nécessités d'une exploitation durable des ressources, le Ministre chargé de la Pêche maritime peut, par arrêté, procéder à une fermeture d'une zone de pêche pendant une période déterminée.

Article 44.- Sous réserve des dispositions prévues à l'article 43 du présent décret, les zones de pêche des navires opérant dans les eaux sous juridiction sénégalaise sont définies selon les types de licences prévus aux articles 45 à 51 du présent décret.

Article 45.- La licence de pêche démersale côtière confère :

1. Aux chalutiers (option "crevettes") de pêche fraîche ou congélatrice de moins de 250 tonneaux de jauge brute (tjb), le droit de pêcher :

- au-delà de six milles marins de la ligne de référence, de la frontière sénégalo-mauritanienne à la latitude du Cap Manuel (14° 39' 00" N) ;

- au-delà de sept milles marins de la ligne de référence, de la latitude du Cap Manuel (14° 39' 00"N) à la frontière nord sénégalo-gambienne ;

- au-delà de six milles marins de la ligne de référence de la frontière sud sénégalo-gambienne à la frontière sénégalo-bissau-guinéenne.

2. Aux chalutiers (option "crevettes") de pêche fraîche ou congélatrice jaugeant entre deux cent cinquante (250) et quatre cents (400) tonneaux de jauge brute (tjb), le droit de pêcher au-delà de douze milles marins de la ligne de référence sur toute l'étendue des eaux sous juridiction sénégalaise.

3. Aux chalutiers de fond de pêche fraîche ou congélatrice (option "poissons et céphalopodes") de plus de cinquante (50) tonneaux de jauge brute (tjb), jusqu'à moins de deux cent cinquante (250) tonneaux de jauge brute (tjb), le droit de pêcher au-delà de dix milles marins à partir de la ligne de référence dans les eaux sous juridiction sénégalaise.

4. Aux chalutiers de fond de pêche fraîche ou congélatrice (option "poissons et céphalopodes"), jaugeant entre deux cent cinquante (250) et moins de trois cents (300) tonneaux de jauge brute, le droit de pêcher au-delà de douze milles marins à partir de la ligne de référence des eaux sous juridiction sénégalaise.

5. Aux chalutiers de fond de pêche fraîche ou congélatrice (option "poissons et céphalopodes"), jaugeant entre trois cents (300) et jusqu'à cinq cents (500) tonneaux de jauge brute, le droit de pêcher au-delà de quinze milles marins à partir de la ligne de référence des eaux sous juridiction sénégalaise.

6. Aux chalutiers de fond de pêche fraîche ou congélatrice (option "poissons et céphalopodes"), jaugeant plus de cinq cents (500) tonneaux de jauge brute (tjb), le droit de pêcher :

- au-delà de quinze milles marins de la ligne de référence, de la frontière sénégalo-mauritanienne à la latitude 14° 25' 00" N ;

- à l'ouest de la longitude 17° 22' 00" W, dans la zone comprise entre la latitude 14°25' 00" N et la frontière nord sénégalo-gambienne ;

- à l'ouest de la longitude 17° 22' 00" W dans la zone comprise entre la frontière sud sénégalo-gambienne à la frontière sénégalo-bissau-guinéenne.

7. Aux palangriers de fond de moins de cinquante (50) tonneaux de jauge brute (tjb), le droit de mouiller leurs engins de pêche :

- au-delà de douze milles marins de la ligne de référence, de la frontière sénégalo-mauritanienne à la latitude 14° 44' 36" N ;

- au-delà de quinze milles marins de la ligne de référence, de la latitude (14° 44'36" N) à la frontière nord sénégalo-gambienne ;

- au-delà de douze milles marins de la ligne de référence de la frontière sud sénégalo-gambienne à la frontière sénégalo-bissau-guinéenne.

8. Aux palangriers de fond de plus de cinquante (50) tjb, le droit de mouiller leurs engins de pêche :

- au-delà de douze milles marins de la ligne de référence, de la frontière sénégalo-mauritanienne à la latitude 14° 44' 36" N ;

- au-delà de quinze milles marins de la ligne de référence, de la latitude (14° 44'36" N) à la latitude 14° 25' 00" N ;

- à l'ouest de la longitude 17° 22' 00" W, de la latitude 14° 30' 00" N à la frontière nord sénégalo-gambienne et de la frontière sud sénégalo-gambienne à la frontière sénégalo-bissau-guinéenne.

Article 46.- La licence de pêche démersale côtière confère aux chalutiers de fond de pêche fraîche jaugeant jusqu'à cinquante (50) tonneaux de jauge brute (tjb), (option poissons - céphalopodes), le droit de pêcher :

- au-delà de six milles marins à partir de la ligne de référence, de la frontière sénégalo-mauritanienne à la latitude du Cap Manuel (14° 39' 00" N) ;

- au-delà de sept milles marins à partir de la ligne de référence, de la latitude du Cap Manuel (14° 39' 00" N) à la frontière nord sénégalo-gambienne ;

- au-delà de six milles marins à partir de la ligne de référence de la frontière sud sénégalo-gambienne à la frontière sénégalo-bissau-guinéenne.

Article 47.- La pêche dans la zone comprise entre la latitude du rebord nord de la fosse de Cayar (15° 00' 00" N) et la latitude 13° 50' 00" N est interdite aux chalutiers de pêche démersale côtière (option crevettes).

Article 48.- La licence de pêche démersale profonde confère :

1. Aux chalutiers crevettiers ciblant les crevettes profondes, aux chalutiers poissonniers et aux palangriers de fond ciblant les merlus et aux caseyeurs ciblant le crabe rouge profond, le droit de pêcher :

- à l'ouest de la Longitude 16° 53' 42" W entre la frontière sénégalo-mauritanienne et la latitude 15° 40' 00" N ;

- au-delà de 15 milles marins de la ligne de référence comprise entre la latitude 15° 40' 00" N et la latitude 15° 15' 00" N ;

- au-delà de 12 milles marins de la ligne de référence, de la latitude 15°15' 00" N à la latitude 15° 00' 00" N ;

- au-delà de 8 milles marins des lignes de base de la latitude 15° 00' 00" N à la latitude 14° 32' 30" N ;

- à l'ouest de la Longitude 17° 30' 00" W, dans la zone comprise entre la latitude 14° 32' 30" N et la latitude 14° 04' 00" N ;

- à l'ouest de la Longitude 17° 22' 00" W, dans la zone comprise entre la latitude 14° 04' 00" N et la frontière nord sénégalo-gambienne ;

- à l'ouest de la Longitude 17° 35' 00" W, dans la zone comprise entre la frontière sud sénégalo-gambienne à la latitude 12° 33' 00" N ;

- au sud de l'Azimut 137° tracé à partir du point P9 (12° 33' 00" N ; 17°35' 00" W).

2. Aux caseyeurs ciblant la langouste rose le droit de pêcher :

- au-delà de quinze milles marins de la ligne de référence de la frontière sénégalo-mauritanienne à la latitude 15° 15' 00" N ;

- au-delà de douze milles marins de la ligne de référence de la latitude 15°15' 00" N à la latitude 15° 00' 00" N ;

- au-delà des six milles marins de la ligne de référence de la latitude 15°00' 00" N à la latitude 14° 32' 30" N ;

- à l'ouest de la Longitude 17° 30' 00" W, dans la zone comprise entre la latitude 14° 32'30" N et la latitude 14° 04' 00" N ;

- à l'ouest de la Longitude 17° 22' 00" W, dans la zone comprise entre la latitude 14° 04' 00" N et la frontière nord sénégalo-gambienne ;

- à l'ouest de la Longitude 17° 35' 00" W, dans la zone comprise entre la frontière sud sénégalo-gambienne et la frontière sénégalo-bissauguinéenne.

Article 49.- La licence de pêche pélagique côtière confère :

1. Aux sardiniers senneurs de pêche fraîche jaugeant jusqu'à cent (100) tonneaux de jauge brute, le droit de pêcher:

- au-delà de trois milles marins de la ligne de référence de la frontière sénégalo-mauritanienne à la latitude de l'île de Yoff (14° 46' 20" N) ;

- au-delà de sept milles marins de la ligne de référence du sud de la latitude (14° 46' 20" N) à la frontière nord sénégalo-gambienne ;

- au-delà de trois milles marins de la ligne de référence de la frontière sud sénégalo-gambienne à la frontière sénégalo-bissau-guinéenne.

2. Aux sardiniers senneurs de pêche fraîche jaugeant entre cent (100) et deux cent cinquante (250) tonneaux de jauge brute, le droit de pêcher :

- au-delà de six milles marins de la ligne de référence de la frontière sénégalo-mauritanienne à la latitude de l'île de Yoff (14° 46' 20" N) ;

- au-delà de douze milles marins de la ligne de référence du sud de la latitude (14°46' 20" N) à la frontière nord sénégalo-gambienne ;

- au-delà de six milles marins de la ligne de référence de la frontière sud sénégalo-gambienne à la frontière sénégalo-bissau-guinéenne.

3. Aux sardiniers senneurs de pêche fraîche de plus de deux cent cinquante (250) tonneaux de jauge brute, le droit de pêcher au-delà de douze milles marins de la ligne de référence des eaux sous juridiction sénégalaise.

4. Aux sardiniers senneurs congélateurs, le droit de pêcher :

- au-delà de douze milles marins de la ligne de référence de la frontière sénégalo-mauritanienne à la latitude de l'île de Yoff (14° 46' 20" N) ;

- au-delà de vingt-cinq milles marins de la ligne de référence de la latitude (14° 46'20" N) à la frontière nord sénégalo-gambienne ;

- au-delà de douze milles marins de la ligne de référence de la frontière sud sénégalo-gambienne à la frontière sénégalo-bissau-guinéenne.

5. Aux chalutiers pélagiques de pêche côtière, le droit de pêcher :

- au-delà de vingt milles marins de la ligne de référence de la frontière sénégalo-mauritanienne à la latitude de l'île de Yoff (14° 46' 20" N) ;

- au-delà de trente-cinq milles marins de la ligne de référence de la frontière sud sénégalo-gambienne à la frontière sénégalo-bissau-guinéenne.

Article 50.- Les chalutiers de pêche pélagique côtière ne sont pas autorisés à pêcher dans la zone comprise entre la latitude de l'île de Yoff (14° 46' 20" N) et la frontière nord sénégalo-gambienne.

Article 51.- La licence de pêche pélagique hauturière confère :

1. Aux thoniers canneurs et senneurs de pêche fraîche et congélateurs, le droit de pêcher le thon sur toute l'étendue des eaux sous juridiction sénégalaise.

2. Aux palangriers de surface ciblant l'espadon, le droit de mouiller leurs engins de pêche :

- au-delà de quinze milles marins de la ligne de référence de la frontière sénégalo-mauritanienne à la latitude 14° 25' 00" N ;

- à l'ouest de la Longitude 17° 15' 00" W, dans la zone comprise entre la latitude 14° 25' 00" N et la frontière nord sénégalo-gambienne ;

- à l'ouest de La longitude 17° 15' 00" W, dans la zone comprise entre la frontière sud sénégalo-gambienne et la frontière sénégalo-bissau-guinéenne.

3. Aux palangriers de surface ciblant le thon, le droit de mouiller leurs engins de pêche :

- au-delà de vingt-cinq milles marins de la ligne de référence de la frontière sénégalo-mauritanienne à la latitude 14° 44' 36" N ;

- au-delà de trente milles marins de la ligne de référence de la latitude 14° 44' 36" N à la frontière nord sénégalo-gambienne ;

- au-delà de cinquante milles marins des lignes de base de la frontière sud sénégalo-gambienne à la frontière sénégalo-bissau-guinéenne.

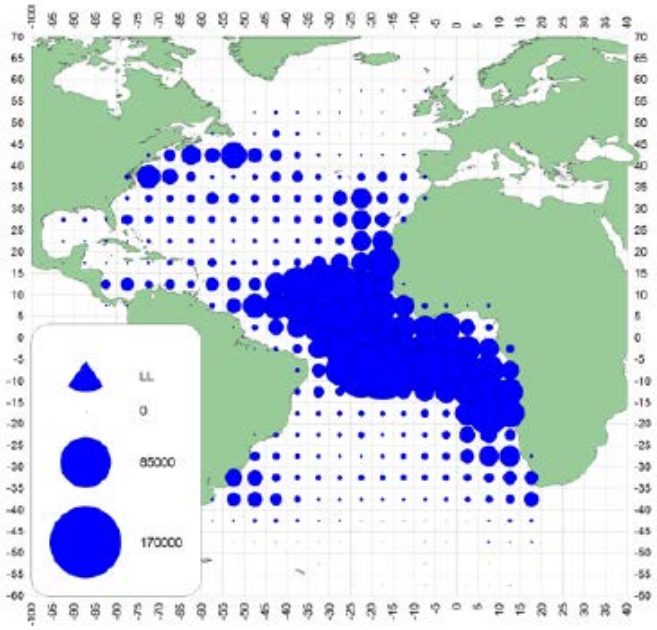
4. La pêche à l'appât vivant est autorisée exclusivement aux navires thoniers canneurs titulaires d'une licence en cours de validité, sur toute l'étendue des eaux sous juridiction sénégalaise, à l'exception de la zone délimitée par la laisse de basse mer et le tracé joignant les points de coordonnées suivants :

Point 1 : L = 14° 40'08" N et G = 17° 25'02" W ;

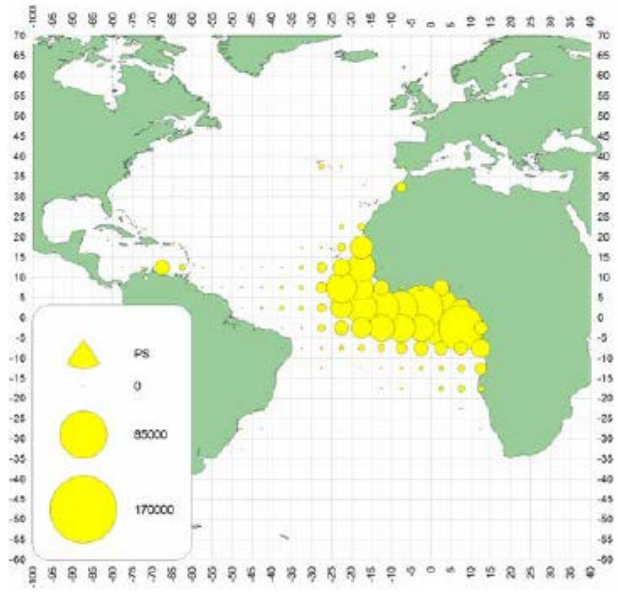
Point 2 : L = 14° 44'18" N et G = 17° 21'00" W.

Les conditions liées à l'exercice de la pêche à l'appât vivant sont fixées par arrêté du Ministre chargé de la Pêche maritime.

La pêche industrielle, à part les zones qui lui sont interdites par le Code de la Pêche, poursuit la ressource et peut donc se retrouver dans pratiquement toute la zone autorisée par le type licence obtenu. La figure suivante illustre ce fait.



Patudo



Albacore

Figure 23 : Exemples de localisations des captures de thons (Patudo et Albacore) réalisées dans l'Atlantique et au Sénégal

Source : ICCAT (2016)

En ce qui concerne la pêche artisanale, les lieux de pêche sont nombreux et la seule limitation qu'ont les pêcheurs c'est leurs capacités à naviguer et à assurer la rentabilité de leurs activités. Les lieux de pêche artisanales ont été cartographiés (Figure 24).

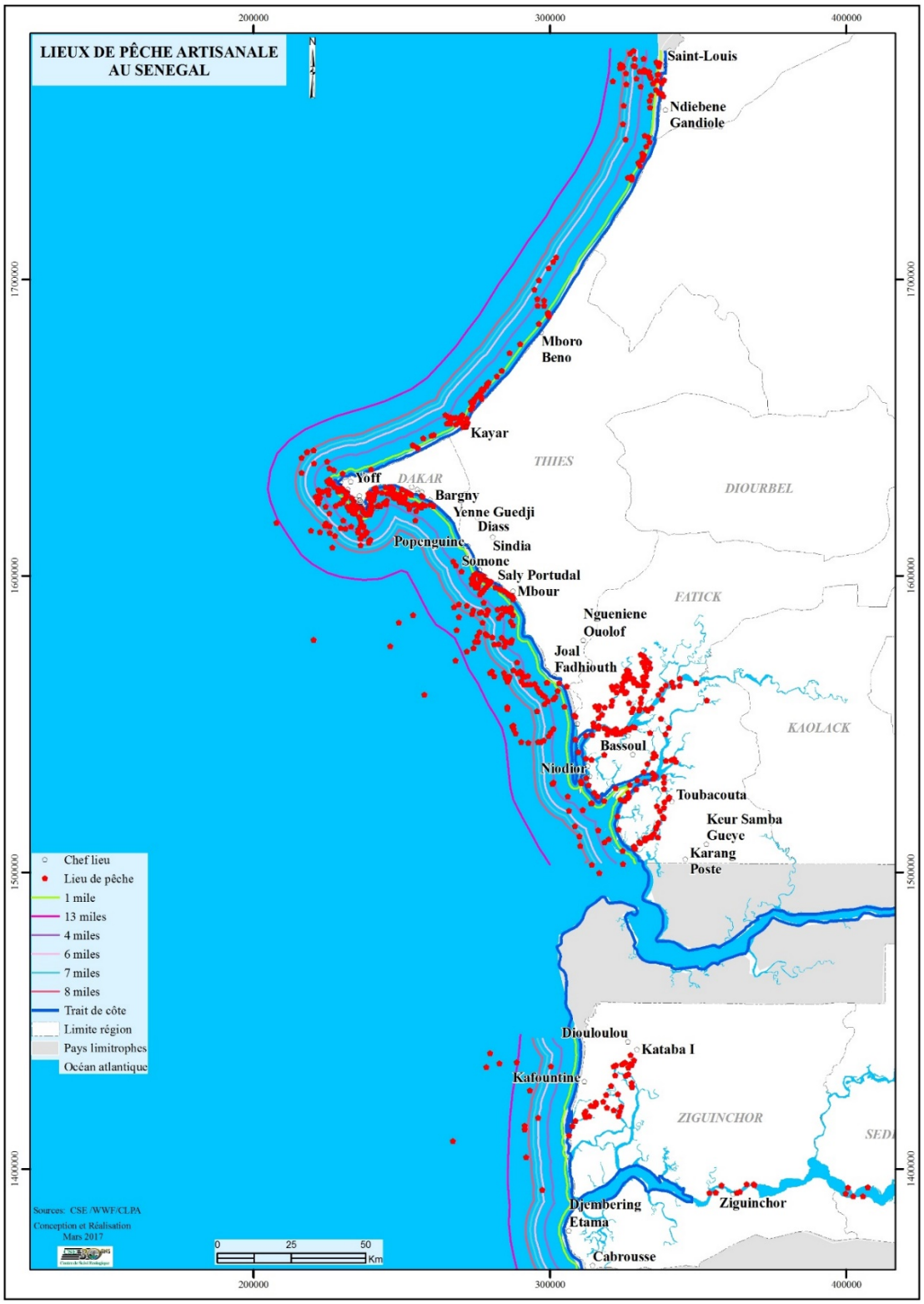


Figure 24 : Carte des lieux de pêche artisanale[48]

[48] Carte réalisée dans le cadre du présent travail

NB. Les lignes donnant la distance par rapport à la ligne de référence permettent de voir jusqu'à quelle distance opère la pêche artisanale mais également de se faire une idée des zones de pêche industrielle définies à la section 5.3. (5.3. Les zones de pêche). Par exemple, les chalutiers (option "crevettes") de pêche fraîche ou congélatrice de moins de 250 tonneaux de jauge brute (tjb), ont le droit de pêcher :

- *au-delà de six milles marins de la ligne de référence, de la frontière sénégalo-mauritanienne à la latitude du Cap Manuel,*
- *- au-delà de sept milles marins de la ligne de référence, de la latitude du Cap Manuel à la frontière nord sénégalo-gambienne ;*
- *- au-delà de six milles marins de la ligne de référence de la frontière sud sénégalo-gambienne à la frontière sénégalo-bissau-guinéenne.*

Pour tous les autres types de pêche industrielle, le détail est donné à la section 5.3. (5.3 Les zones de pêche)).

5.4. L'évolution de la production

Les données statistiques récoltées auprès de la DPM permettent de voir que parmi les quatre régions (Tableau 11, 12 et 15) qui couvrent la zone d'étude restreinte, c'est celle de région Thiès qui a les plus importants débarquements de pêche artisanale, suivi de celles de Saint-Louis et Dakar. La région de Louga présentant les plus faibles quantités. Il apparait que les quantités mareyées sont relativement fortes dans la région de Saint-Louis. En matière de transformation Thiès semble être la première région de transformation de produits halieutiques.

Toutefois, en tenant compte du fait que la région de Thiès ne couvre qu'une partie de la zone restreinte d'étude et en ne prenant en compte que les données qui concernent la zone d'étude restreinte, la région de Thiès se place en 3ème position en ce qui concerne les débarquements de la Grande Côte.

L'analyse de l'évolution des débarquements de la pêche artisanale au cours des cinq dernières années, montre des fluctuations d'une année à l'autre.

Tableau 11 : Données statistiques de la région de Saint-Louis (1999 à 2016)

Années	Mise à terre (*Tonnes*)	Mareyage (*Tonnes*)	Consommation locale (*Tonnes*)	Transformation (*Tonnes*)	Produits transformés (*Tonnes*)	VCE des mises à terre (*x 1000) FCFA*
1999	32 487	24 684	5 508	5598	1 866	6 024 066
2000	34 285	21 655,07	5 865,60	6071,04	2 023,68	6 294 233
2001	32 752	18835	6362	7167	2389	6202300
2002	35807	20078	11076	6891	2297	5906254.7
2003	34 558	22 999	4 749	8043	2 681	5 298 270
2004	53 788	25 809	25 809	15258	5 086	6 913 418
2005	49 305	27 352	8 645	13782	4 594	8 346 752,07
2006	49 466	29 369	7 505	13398	4 466	12 275 129
2007	47 582	29 131	5 238	13014	4 338	8 704 142
2008	66 039	41 969	3 480	20589	6 863	9 891 867
2009	59 611	43 208	3 901	12501	4 167	10 673 411
2010	38 623	26 015	2 904	9717	3 239	5 967 767
2011	60 944	46 468	3 125	11496	3 832	8 564 007
2012	79 854	30 659	3 618	16419	5 473	7 380 527
2013	70 707	49 224	2 595	19629	6 543	11 725 893
2014	58 017	46 746	2 176	8850	2 950	11 008 888
2015	75 755	64 616	2 689	8448	2 816	13 863 527
2016	63 731	55 580	2 795	4239	1 413	11 904 906

Tableau 12 : Données statistiques de la région de Louga (1999 à 2016)

Années	Mise à terre (*Tonnes*)	Mareyage (*Tonnes*)	Consommation locale (*Tonnes*)	Transformation (*Tonnes*)	Produits transformés (*Tonnes*)	VCE des mises à terre *(x 1000) FCFA*
1999	2 636	624	405	1602	534	481 330
2000	2 023,68	555 305	328,41	1683,33	561,11	555 305
2001	2531	659	328	1437	479	602030
2002	2242	715	445	1074	358	848347.5
2003	2 888	1 022	462	1326	442	1 254 525
2004	3 626	980	980	1545	515	1 546 186
2005	2 876	864,11	580,57	1215	405	1 507 766,51
2006	2 469	976,02	473,07	1019,67	339,89	1 629 657
2007	2 431	1 077	473	897	299	1 629 612
2008	2 065	752	286	519	173	1 369 378
2009	2 523	1 230	420,26	829,635	276,545	1 644 594
2010	1 695	511	593	576	192	865 708
2011	2 214	955	204	582	194	1 738 574
2012	2 264	358	180	702	234	1 152 212
2013	2 652	1 573	216	819	273	1 237 815
2014	3 523	2 100	324	841,347	280,449	1 351 883
2015	2 562	1 483	322	651	217	837 825
2016	2 526	1 613	306	537	179	998 820

Tableau 13 : Données statistiques de la région de Thiès (1999 à 2016)

Années	Mise à terre (*Tonnes*)	Mareyage (*Tonnes*)	Consommation locale (*Tonnes*)	Transformation (*Tonnes*)	Produits transformés (*Tonnes*)	VCE des mises à terre *(x 1000) FCFA*
1999	219 908	106 735	12 121	78282	26 094	29 103 011
2000	246 775	138 730	23 309	83730	27 910	24 777 103
2001	235 606	122 698	23 447	89271	29 757	25 261 922
2002	202 920	119 284	26 416	57240	19 080	40 655 772,0
2003	276 199	158 133	30 804	85359	28 453	42 930 062
2004	271 237	149 163	149 163	87585	29 195	41 337 135
2005	266 925	145 348	38 984	84279	28 093	45 018 973
2006	213 196	114 519	27 103	76101	25 367	45 242 602
2007	246 221	129 807	36 918	88497	29 499	52 416 173
2008	231 568	109 431	35 674	86463	28 821	57 618 287
2009	234 674	109 078	35 657	89388	29 796	71 983 695
2010	230 319	119 699	28 489	75549	25 183	56 228 875
2011	215 911	113 065	20 910	103692	34 564	54 761 486
2012	209 797	70 214	18 375	87705	29 235	45 036 068
2013	209 693	50 783	10 948	103389	34 463	39 446 862
2014	190 016	88 057	22 191	78612	26 204	41 918 181
2015	180 888	107 923	12 856	57429	19 143	48 205 935
2016	194 364	86 965	11 410	67128	22 376	59 959 644

Tableau 14 : Contribution de la Grande Côte aux débarquements de la Région de Thiès

Année	Débarquements dans la portion Grande Côte de la Région de Thiès (*Tonnes*)	Débarquements de la Région de Thiès (*Tonnes*)	Contribution de la Grande Côte aux débarquements de la Région de Thiès *(%)*
2007	51 263	246 221	21
2008	-	231 568	-
2009	35 045	234 674	15
2010	28 876	230 319	13
2011	26 513	215 911	12
2012	32 676	209 797	16
2013	33 404	209 693	16
2014	33 477	190 016	18
2015	29 474	180 888	16
2016	34 643	194 364	18

Source : Service Régionale des Pêches de Thiès (Joal)

Tableau 15 : Données statistiques de la Région de Dakar (1999 à 2016)

Années	Mise à terre (*Tonnes*)	Mareyage (*Tonnes*)	Consommation locale (*Tonnes*)	Transformation (*Tonnes*)	Produits transformés (*Tonnes*)	VCE des mises à terre *(x 1000) FCFA*
1999	41 388	2 509	12 118	5 214	1 738	9 907 739
2000	29 280,32	13 310,24	11 217,40	5 947,74	1 982,58	12 002 846
2001	33 929	5 180	14 280	5 826	1942	16 571 830
2002	34 761	7 538	14 366	4 395	1 465	15 105 565,0
2003	40 373	5 125	18 439	7 491	2 497	20 254 483
2004	38 700	14 101	14 101	7 038	2 346	14 198 219
2005	51 232	19 551	24 203	9 267	3 089	16 099 612,58
2006	34 143	16 819	10 889	8 331	2 777	12 587 327
2007	33 378	15 792	13 299	5 136	1 712	18 548 022
2008	37 854	23 959	10 795	7 506	2 502	16 115 202
2009	55 590	22 171	25 839	8 253	2 751	21 581 907
2010	50 487	17 185	23 911	8 079	2 693	19 892 195
2011	42 955	19 683	11 933	6 588	2 196	23 779 710
2012	54 087	23 795	22 215	8 298	2 766	20 845 809
2013	46 519	19 079	8 216	11 304	3 768	16 293 247
2014	46 447	23 997	8 216	6 354	2 118	10 459 469
2015	44 140	24 599	9 059	5 529	1 843	17 994 696
2016	57 734,76	33 345	11 929,61	7 201,68	2 400,56	21 776 218,09

En analysant la composition des espèces débarquées dans chaque région (Tableaux 16 à 19), on se rend compte d'une certaine similitude des espèces les plus abondantes. Les sardinelles sont souvent abondantes, de même on trouve des chinchards, des ceintures et des maquereaux (voir tableaux suivants).

Tableau 16 : Débarquements des principales espèces (10 espèces les plus pêchées) de la Région de Saint-Louis (2015) de la pêche artisanale

Espèces	Mise à terre (Tonnes)	VCE (X 1000 FCFA)
SARDINELLE PLATE	31 277	2 726 630
SARDINELLE RONDE	26 112	3 816 557
MAQUEREAU ESPAGNOL	3 818	327 803
CEINTURE	2 900	2 139 563
CHINCHARD JAUNE	2 021	277 125
PETITE CARANGUE	1 810	162 115
DORADE ROSE	1 081	1 392 993
CHINCHARD NOIR	781	78 125
PAGEOT	574	452 980
TASSERGAL	507	393 285

Tableau 17 : Débarquements des principales espèces (10 espèces les plus pêchées) de la Région de Louga (2015) de la pêche artisanale

Espèces	Mise à terre (*Tonnes*)	VCE (*X 1000 FCFA*)
SARDINELLE RONDE	393	48 455
SARDINELLE PLATE	320	25 935
CEINTURE	248	209 708
PELON	185	10 997
FRITURE ARGENTEE	182	182
CARPE BLANCHE	114	41 937
PLEXIGLASS	106	35 962
SOLE LANGUE	102	84 498
OTHOLITHE DU SENEGAL	78	44 511
CRABE BLEU	72	29 455

Tableau 18 : Débarquements des principales espèces (10 espèces les plus pêchées) de la Région de Thiès (2015) de la pêche artisanale

Espèces	Mise à terre (*Tonnes*)	VCE (*X 1000 FCFA*)
SARDINELLE RONDE	93 582	11 071 098
SARDINELLE PLATE	28 051	3 372 151
CEINTURE	8 529	2 500 965
ETHMALOSE	7 090	1 740 800
CHINCHARD NOIR	5 080	637 294
MAQUEREAU ESPAGNOL	4 251	549 225
SOLE LANGUE	2 664	2 612 210
POULPE	2 628	4 241 653
VOLUTE	2 111	744 242
CHINCHARD JAUNE	1 929	279 211

Tableau 19 : Débarquements des principales espèces (10 espèces les plus pêchées) de la Région de Dakar (2015) de la pêche artisanale

Espèces	Mise à terre (*Tonnes*)	VCE (*X 1000 FCFA*)
SARDINELLE RONDE	13 334	1 577 513
CHINCHARD NOIR	4 490	563 176
MAQUEREAU ESPAGNOL	3 996	516 242
SARDINELLE PLATE	2 219	266 737
CEINTURE	2 044	599 472
POULPE	1 432	2 312 105
CHINCHARD JAUNE	1 093	158 150
ANCHOIS	1 017	25 413
MEROU BLANC (THIOF)	865	2 824 044
PAGEOT	539	250 723

En ce qui concerne la pêche industrielle, l'essentiel des activités de débarquement est polarisé par la Presqu'île du Cap-Vert. Les débarquements dans les autres régions sont faibles voire nuls même si, la pêche industrielle opère au large de toutes les régions maritimes du Sénégal. Le tableau 20 donne une idée de l'évolution du nombre de bateaux industriels (nationaux et étrangers) et leurs débarquements.

Tableau 20 : Statistiques de pêche industrielle

Années	Nombre de bateaux étrangers	Nombre de bateaux nationaux	Débarquement des bateaux étrangers	Débarquement des bateaux nationaux
1999	96	174	16 836	64 488
2000	83	177	10 764	41 388
2001	80	161	15 731	48 125
2002	104	148	17 147	46 709
2003	66	139	11 987	41 819
2004	3	132	10 540	45 202
2005	37	108	14 382	43 962
2006	18	134	5 508	36 257
2007	18	118	5 508	37738
2008	10	91	2 300	36 877
2009	8	86	4 983	41 214
2010	8	84	9 457	38 981
2011	31	98	12 238	48 456
2012	37	87	Donnée non disponible	41 987
2013	26	99	43 830	43 040
2014	8	98	13 646	52 454
2015	35	105	37 651	47 444
2016	Donnée non disponible	102	Donnée non disponible	83 722

Source : DPM

Comme le montre la figure 25 ci-dessous, la tendance générale est la réduction du nombre de bateaux de pêche industrielle, ceci aussi bien pour les navires nationaux qu'étrangers.

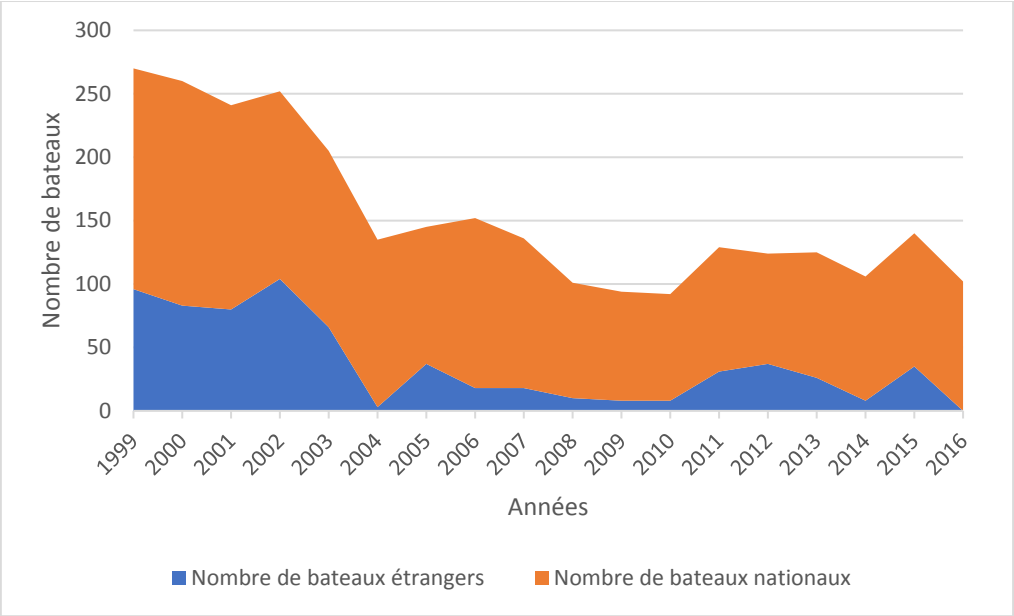


Figure 25 : Evolution du nombre de bateaux de la pêche industrielle au Sénégal

En ce qui concerne les débarquements, les débarquements des bateaux nationaux sont tout le temps, beaucoup plus importants (figure 26) que ceux des bateaux étrangers. De 1999 à 2008, la tendance est à la baisse. A partir de 2009, la tendance générale est à la hausse. Les causes de cette augmentation durant ces dernières années, pourraient être liées à plusieurs facteurs :

- Les effets bénéfiques de mesures de gestion prises telles que la création d'AMP, la mise place de récifs artificiels, les repos biologiques, la promotion de la cogestion ;
- L'arrêt des accords de pêche avec l'Union Européenne pendant plusieurs années ;
- L'augmentation de la pêche dans les pays voisins et le débarquement des captures au Sénégal.

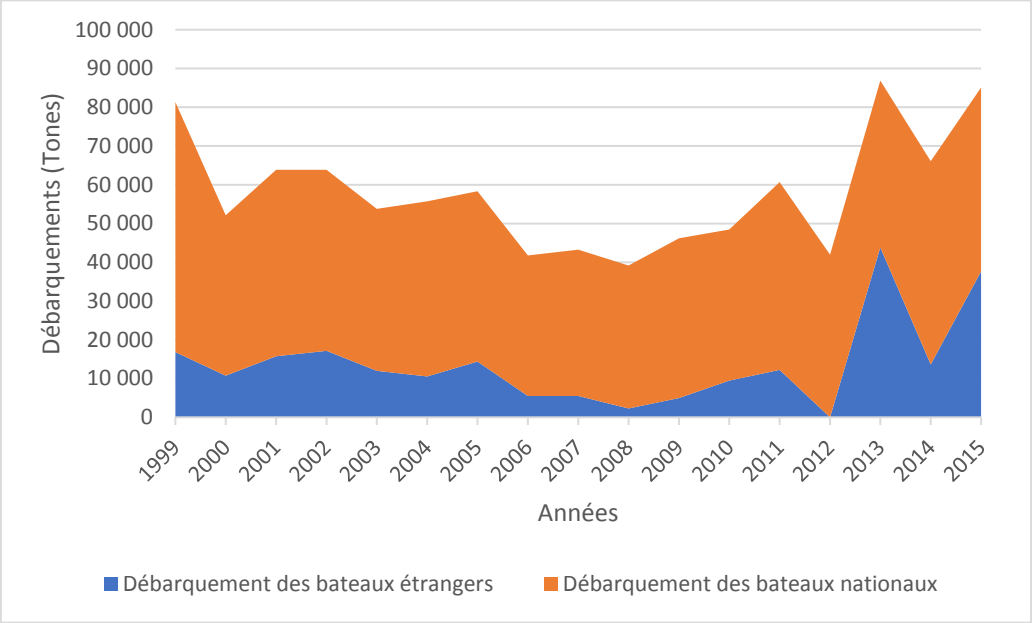


Figure 26 : Evolution des débarquements des bateaux étrangers et nationaux

Les débarquements de la pêche industrielle sont composés de la pêche chalutière, de la pêche thonière et de la pêche sardinière. La pêche chalutière assure l'essentiel des débarquements de la pêche industrielle (70 à 86 %). La pêche thonière contribue pour environ 10 à 15 %. En ce qui concerne la pêche sardinière, ses débarquements sont les plus faibles (DPM, 2015[49] et ANSD, 2015)[50].

5.5. Les contraintes de la pêche

Bien que jouant un rôle économique et social extrêmement important, le secteur de la pêche maritime fait face à de graves problèmes (Diouf, 2010)[51]. Des recherches menées pour identifier les facteurs explicatifs de la crise de la pêche sénégalaise montrent que les éléments qui expliquent la crise de la pêche sont la surexploitation (17,86%), le non-respect de la règlementation (14,29%), l'accès libre aux ressources halieutiques (10,71%), la surcapacité des moyens de capture (10,71%), les changements climatiques (8,14%), la destruction des habitats marins (7,28%), la pollution (6%) et les pratiques de pêches destructrices (4,57%) (Diouf, 2010). Pratiquement tous ces problèmes, à l'exception du changement climatique sont directement liés à la gestion des ressources halieutiques. Il apparaît donc crucial, d'améliorer la gestion des ressources halieutiques afin de préserver cette richesse nationale qui joue un rôle social et économique crucial (Diouf, 2015 ; Diouf *et al.*, 2016).

A ces contraintes, il faut ajouter le déficit de ressources humaines (en quantité et en qualité) et son corollaire les difficultés de mise en œuvre des politiques, projets et programmes du secteur. A ce titre, le niveau d'exécution de la Lettre de Politique sectorielle de la Pêche et de l'Aquaculture (LPS/PA) adopté par le Gouvernement du Sénégal en 2008 et ensuite mis en œuvre, est très édifiant (voir le tableau 21).

Tableau 21 : Niveau d'exécution de la Lettre de politique sectorielle de la Pêche et de l'Aquaculture

Objectifs	Niveau d'exécution
Objectif 1 : Gérer durablement et restaurer les ressources halieutiques et de leurs habitats	10 % des activités seulement ont été entièrement exécutées, 60% de ont été partiellement mis en œuvre et 30% n'ont pas été réalisé.
Objectif spécifique 2 : Satisfaire la demande nationale	Taux d'exécution de 50% sur une douzaine d'activités prévues.
Objectif spécifique 3 : valoriser au maximum les captures .	Les activités prévues sous l'objectif 3 ont été exécutées à hauteur de 28%. Seule l'activité relative à la mise aux normes des quais a fait l'objet d'une exécution satisfaisante
Objectif spécifique 4 : améliorer la qualification des professionnels du secteur	Seul 20 % des activités devant concourir à la réalisation de l'objectif 4 ont été réalisées
Objectif spécifique 5 : Améliorer le système de financement de la pêche et de l'aquaculture	Aucune des activités programmées n'a été réalisée.

Source : CEP (2015)[52]

49 DPM, 2015. Résultats généraux des pêches maritimes. MPEM, 138 p

50 ANSD, 2015. Situation économique et sociale du Sénégal- Pêche, ANSD, 18 p.

51 Diouf B., 2010. Crise du secteur de la pêche maritime au Sénégal : facteurs explicatifs et propositions de solutions. Mémoires de fin d'études, ENSA-Thiès, 85 p.

52 CEP, 2015. Bilan de mise en œuvre de la Lettre de Politique Sectorielle des Pêches et de l'Aquaculture et Actualisation du Diagnostic Sectoriel. MEPM, 50 p.

Les problèmes de gestion des ressources halieutiques se manifestent par :

- Une réduction des quantités de poisson (50 à 80 % suivant les espèces) ;
- Une dégradation de leur habitat ;
- Des pratiques de pêche non durables (utilisation de filets monofilaments[53], pêche à l'explosif, pêche des juvéniles, pêche non autorisée dans les aires marines protégées…) pour compenser la réduction des prises ;
- Une augmentation de la pêche illégale par des bateaux étrangers (le Sénégal perd plus de 145 milliards par an à cause de la pêche illégale) (Koutob *et al.*, 2013)[54] ;
- L'éloignement des zones de pêche (les pêcheurs vont pêcher en Mauritanie[55], en Guinée-Bissau, en Guinée et débarquent au Sénégal. Ceci masque la raréfaction des ressources halieutiques au Sénégal. Les coûts de productions augmentent à cause de l'éloignement) ;
- La paupérisation des communautés de pêcheurs ;
- L'augmentation du prix du poisson et son impact négatif sur l'alimentation et la santé des couches les moins favorisées qui ne peuvent plus se payer les besoins minimaux en protéines (Diouf, 2015).

Une contrainte majeure des pêcheurs de la zone d'étude restreinte est la difficulté d'accès aux lieux de pêche en Mauritanie où ils avaient l'habitude d'opérer. Les accords avec la Mauritanie étant devenus difficiles à obtenir, il faut que le Sénégal se dote de moyens pour restaurer les stocks halieutiques surexploités en mettant en place et en gérant bien des aires marines protégées et des récifs artificiels, mais également en élaborant et en mettant en œuvre des plans de gestion et d'aménagements des pêcheries.

Conclusion

La pêche joue un rôle crucial dans la vie sociale et économique des communautés de la Grande Côte. Malheureusement, du fait de l'effort de pêche excessif qui a fortement réduit les ressources halieutiques et la difficulté d'accéder aux zones de pêche plus poissonneuses de la Mauritanie, ce secteur connait de grandes difficultés.

Il est indispensable, qu'une restauration des habitats et des stocks surexploités soit entreprise très rapidement. Il serait également judicieux qu'une diversification des activités génératrices de revenus, non liées à la pêche soit réalisée. Ceci devra se faire dans le cadre d'une cogestion, où les CLPA pourraient jouer un rôle majeur.

[53] Filets monofilaments en nylon non biodégradables qui continuent à capturer des poissons pendant des dizaines d'années quand ils sont perdus en mer = pêche fantôme.
[54] Koutob V., Belhabib D., Mathews C., Ndiaye V. et Lazar N., 2013. Estimation préliminaire des captures de la Pêche Illicite Non Déclarée et Non Réglementée au Sénégal. Projet USAID / COMFISH, 74 p.
[55] Les pêcheurs sénégalais continuent à aller pêcher en Mauritanie illégalement.

Bibliographie

Agblonon G., Van Leeuwen M., Hoffmann F., Racz N., 2015. Plan stratégique pour la conservation de la biodiversité des oiseaux d'eau migrateurs dans le delta du fleuve Sénégal - période 2015-2025. Wetlands International, OMVS, Parc National du Diawling, Direction des Parcs Nationaux du Sénégal, 64 p.

ANSD, 2015. Situation économique et sociale du Sénégal- Pêche, ANSD, 18 p.

Barry M., 1994. Migration des poissons le long du littoral sénégalais. CRODT, 20 p.

Barry M., Bousso T., Dème M., Diouf T., Fontana A., Samb B. et Thiam D., 2003. Le contexte des ressources halieutiques. CRODT, 17 p.

Boely T., Chabane J. et Fréon P., 1978. Schémas migratoires, aires de concentrations et périodes de reproduction des principales espèces de poissons pélagiques côtiers dans la zone sénégalo-mauritanienne. Archive de Documents de la FAO, 11 p.

Caillart B. et Beyens Y., 2015. Etude sur l'évolution des pêcheries de petits pélagiques en Afrique du Nord-Ouest et impacts possibles sur la nutrition et la sécurité alimentaire en Afrique de l'Ouest. UE / DAI, 78 p.

Cormier-Salem., 2013. L'aménagement du littoral un enjeu crucial pour les pêcheries artisanales.. Fontana et Samba (Edits), 163 p.

DAMCP, 2013. Stratégie Nationale pour les Aires Marines Protégées du Sénégal. DAMPC, 48 p.

Demarcq H. et Samb B., 1991. Influence des variations de l'upwelling sur la répartition des poissons pélagiques au Sénégal. Cury P. et Roy C. (Edits) in Pêcheries ouest africaines : Variabilité, instabilité et changement : 290-306.

Demarcq H. et Samb B., 1991. Influence des variations de l'upwelling sur la répartition des poissons pélagiques au Sénégal. Cury P. et Roy C. (Edits) in Pêcheries ouest africaines : Variabilité, instabilité et changement : 290-306.

Diouf P. S., 2012. Plan Stratégique de l'Eco-région WAMPO (Western African Marine Ecoregion). WAMPO, 230 p.

Diouf P. S., 2016. Mangrove et Aires Marines Protégées de la Casamance et du Sine-Saloum. COFREPECHE – SEANEO, 56 p.

Diouf P. S., 2017. Stratégie de mise en œuvre du plan national d'adaptation du secteur de la pêche et de l'aquaculture aux effets du changement climatique. MPEM, 114 p.

Diouf P. S., Diop N. et Diop H., 2016. Plan national d'adaptation du secteur de la pêche et de l'aquaculture face au changement climatique horizon 2035. MEDD / MPEM / Projet USAID COMFISH, 143 p.

Diouf P. S., Ngom M. et Fall M., 2016. Ichtyofaune et pêche dans le lac de Guiers et la réserve du Ndiaèl. UICN / OLAG, 58 p.

Domain F., 1977. Carte sédimentologique du plateau continental sénégambien. Extension a une partie du plateau continental de la Mauritanie et de la Guinée-Bissau. ORSTOM/ISRA/CRODT, Notice explicative n° 68, 37 p.

DPM, 2015. Résultats généraux des pêches maritimes. MPEM, 138 p.

Durand P., Anselme B. et Thomas Y-F., 2010. « L'impact de l'ouverture de la brèche dans la langue de Barbarie à Saint-Louis du Sénégal en 2003 : un changement de nature de l'aléa inondation ? », Cybergeo : European Journal of Geography [En ligne], Environnement, Nature, Paysage, document 496, mis en ligne le 27 avril 2010, consulté le 24 mars 2017. URL : http://cybergeo.revues.org/23017 ; DOI : 10.4000/cybergeo.23017.

Fall M., 2009. Pêcherie démersale côtière au Sénégal – Essai de modélisation de la dynamique de l'exploitation des stocks. Thèse Doctorat Université de Montpellier 2, 231 p.

Fontana A., et Samba A., 2013. Artisans de la mer. Une histoire de la pêche maritime sénégalaise. Fontana et Samba (Edits), 163 p.

Fonteneau A., 1991. Pélagiques côtiers, pélagiques hauturiers et fluctuations environnementales : quelques éléments de comparaison. . Cury P. et Roy C. (Edits) in Pêcheries ouest africaines : Variabilité, instabilité et changement : 311-318. Fonteneau

Kosmos Energy, 2015. Etude d'impact environnemental pour un projet de forage exploratoire dans les blocs de Saint-Louis offshore profond et Cayar offshore profond, au large du Sénégal, Rapport produit par CSA, Golder et Tropica, Volume 1 (710 p) et volume 2 (annexes).

Kouamé A., 1983. Bathymétrie, sédimentologie et structure géologique du plateau continental de l'Afrique de l'Ouest. Commission Océanographique Intergouvernementale de l'UNESCO, 5 p.

Mbaye A., 2002.- Analyse sociologique de la différenciation technique dans la pêche artisanale maritime sénégalaise. Séminaire C3ED-OA, 7 p.

Ministère de la Pêche et des Affaires Maritimes, 2013. Conseil Interministériel sur la pêche. MPAM, 40 p.

MPEM, 2015. Lettre de Politique Sectorielle de Développement des Pêches et de l'Aquaculture (LPSD/PA). MPEM /FAO, 47 p.

MPEM, 2016. Code de la pêche maritime du Sénégal Loi n°2015-18 du 13 juillet 2015. MPEM, 35 p.

MPEM, 2017. Décret n° 2016-1804 portant application de la loi n° 2015-18 du 13 juillet 2015 portant Code de la Pêche maritime. MPEM, 31 p.

Ndiaye, O., Diouf, P.S., Niamadio, I., and S. Diouf. 2012. Stratégie de renforcement des capacités des CLPA dans le cadre de la mise en oeuvre des Unites de Gestion Durables des Ressources. USAID/COMFISH project, Senegal, University of Rhode Island, Narragansett, RI 47 p.

Niang N. A, 2008. Dynamique socio-environnementale et gestion des ressources halieutiques des régions côtières du Sénégal : l'exemple de la pêche artisanale. UNESCO/MAB et UCAD, 68 p.

Plan Stratégique National d'immersion des récifs artificiels le long des côtes sénégalaises et les réalisations du PRAO et de l'Association de la Pêche Sportive sur les récifs artificiels.

PRAO-SN, 2013. Etude sur l'état des pêcheries côtières, des stocks clés et de leurs habitats. Rapport Final, CRODT / Banque Mondiale, 91 p

Projet USAID / COMFISH, 2015. Plan de Gestion Participatif de la Pêcherie de sardinelles dans la Grande Côte Sud. USAID / COMFISH et DPM, 35 p.

Projet USAID / COMFISH, 2016. Plan de Gestion Participatif de la Pêcherie de sardinelles dans la Grande Côte Nord. USAID / COMFISH et DPM, 52 p.

Sidibé A., 2010. Utilisation de la Liste Rouge de l'UICN pour le suivi des risques de perte de biodiversité : application aux poissons démersaux exploités d'Afrique du Nord-Ouest. UICN, 64 p.

Thiaw M., 2010. Dynamique des ressources halieutiques à durée de vie courte : cas des stocks de poulpe et de crevettes exploités au Sénégal. Thèse Université Européenne de Bretagne, 228

Thiaw M., Ba K., Fall M., Thiam N., Thiam M. et Jouffre D., 2015. Evaluation des principaux stocks démersaux exploités au Sénégal. CRODT / ADUPES, 27 p.

Toresen R., Sarre A., Ceesay S. and Zaera D., 2015. Survey of the Pelagic Fish Resources off North West Africa. Part I. Senegal - The Gambia 21 - 30 October 2015, Institute of Marine Research / Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye / Department of Fisheries, 45 p.

UICN, ND. La liste rouge des espèces menacées de l'UICN. UICN, 2 p.

ANNEXE E-3 : RAPPORT SUR LES COMMUNAUTÉS DE PÊCHEURS DANS LA PORTION MAURITANIENNE DE LA ZONE D'ÉTUDE RESTREINTE DU PROJET

Communautés de pêcheurs dans la portion mauritanienne de la zone d'étude restreinte du projet Ahmeyim/Guembeul de production de gaz

Moustapha Taleb Heidi

Octobre 2017

Ecodev

Sommaire

1. Introduction 1
1.1 Contexte et termes de références 1
1.2 Déroulement de la mission 1
2. Objectifs 1
3. Méthodologie 1
3.1 Approche et mise en œuvre 1
3.2 Limites des données 1
4. Zone de l'étude 1
5. Données générales sur la zone d'étude 2
5.1 Situation administrative 2
5.2 Démographie 2
5.3 Revenu des ménages 3
5.4 Statistiques sur les captures 4
5.5 Statistiques sur les prix de poisson 5
5.6 Education/ Santé 6
5.7 Principales activités socio-économiques 7
5.8 Regroupements socioprofessionnels 8
6. Données spécifiques sur la zone d'étude 8
6.1 Occupation du territoire /établissements humains 8
6.2 Population 18
6.3 Education 21
6.4 Conditions économiques 23
6.5 La Pêche 24
6.5.1 Typologie des pêches 24
6.5.2 Nombre de pêcheurs et parc piroguier 25
6.5.3 Les infrastructures existantes 26
6.5.4 Les engins et principales techniques de pêche. 27
6.5.5 Les saisons, les pratiques et les lieux de pêche 27
6.5.6 Les captures et revenus 28
6.5.7 Les mareyeurs et autres activités liées à la pêche 29
6.5.8 La situation actuelle de la pêche 29
6.6 Organisation sociale 30

7. Conclusion 31
8. Bibliographie et autres références 32
.9 Annexes 34

Liste des Abréviations

AGR	Activités génératrices de revenu
CQFMP	Centre de Qualification et de Formation sur les Métiers de la Pêche
CV	Chevaux
Est.	Estimation
$ E.U	Dollar des Etats Unis d'Amérique
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FLPA	Fédération Libre de la Pêche Artisanale
FNP	Fédération Nationale de la Pêche
GPS	Système Global de positionnement par satellites (Global Positioning System)
IMROP	Institut Mauritanien de Recherches Océanographiques et de Pêche
M^2	Mètre Carré
MAED	Ministère des Affaires Economiques et du Développement
MEN	Ministère de l'Education Nationale
MPEM	Ministère des Pêches et de l'Economie Maritime
MRO	Unité monétaire de la Mauritanie
SSPAC	Système de suivi de la pêche artisanale et côtière (base de données de l'IMROP)
ONS	Office Nationale des Statistiques
PA	Pêche artisanale
PK	Point kilométrique (en référence à la distance d'un site vis-à-vis de Nouakchott)
PND	Parc National de Diawling
RC	Recensement communal
RN	Route Nationale
TBS	Taux Brut de Scolarisation

Liste des tableaux

Tableau 1: Affiliation administrative des sites de la zone d'étude

Tableau 2: Structure des moyennes de dépense annuelle des ménages au niveau de Nouakchott et Trarza (en milliers de MRO et pourcentage pour l'année 2014)

Tableau 3: Les principales espèces capturées dans la zone sud (de 2007 à 2016) en tonnes

Tableau 4: Moyenne des prix des principales espèces capturées dans la zone sud en MRO et par Kg

Tableau 5: Récapitulatif de la démographie de la zone d'étude

Tableau 6: Indicateurs d'éducation à Nouakchott

Tableau 7: Calendrier de pêche au PK 28

Tableau 8: Calendrier de pêche au PK 93

Tableau 9: Calendrier de pêche à N'Diago

Tableau 10: Nombre de pêcheurs par site

Tableau 11: Principaux engins utilisés dans la zone de l'étude

Tableau 12: Evolution des captures et valeurs correspondantes

Tableau 13: Volumes et valeurs des captures dans la zone sud (en 2015)

Liste des illustrations

Figure 1: Carte des localités de la zone d'étude visitées

Figure 2: Evolution des prix de certaines espèces entre 2012 et 2016 (en MRO)

Photo 1: Usines de la production de la farine à PK 28

Photo 2: Atelier de transformation artisanale du poisson à PK 28

Photo 3: Vue générale du village de Legweichich

Photo 4: Les installations de PK 144

Photo 5: La localité de Khantour

Photo 6: Une pirogue débarquant à N'Diago

Photo 7: Installations sommaires de la transformation de poisson à N'Diago

Photo 8: Dans le village de N'Diago, le maraichage est pratiqué par des femmes

1. Introduction

1.1 Contexte et termes de références

La présente étude consiste à fournir un portrait détaillé des communautés de pêcheurs maritimes établis entre Nouakchott et la frontière sud de la Mauritanie, notamment la communauté de N'Diago. Les sujets à traiter ont été précisés dans un document établissant les Termes de référence des experts nationaux pour l'Étude d'impact environnemental et social (EIES) du projet en février 2017.

1.2 Déroulement de la mission

L'étude a été réalisée à partir de la documentation existante et d'un travail de terrain pour mettre à jour et étoffer les données existantes. Le travail de terrain a été réalisé du 24 avril au 02 mai 2017. Sur le terrain, plusieurs localités de pêcheurs ont été visitées.

2. Objectifs

L'étude décrit et analyse les conditions d'existence des communautés de la zone restreinte appréhendées dans leur caractère dynamique que nous tenterons d'éclairer dans le présent rapport.

3. Méthodologie

3.1 Approche et mise en œuvre

Les investigations qui ont fourni la matière à ce présent rapport ont été réalisées par une enquête qualitative (Huberman MA,Miles MB, 1991) qui a duré huit jours avec un seul passage dans chaque localité. L'annexe 1 fournit la liste des localités visitées avec leurs coordonnées géographiques.

Nous avons combiné la technique des entretiens individuels approfondis avec des personnes ressources de la communauté, avec des discussions de groupe effectuées auprès des représentants des différents groupes d'intérêts (coopératives, leaders, jeunes et femmes). L'annexe 2 fournit la liste des personnes rencontrées.

Des sources secondaires ont été aussi utilisées soit pour compléter les données ou les détailler. Pour la ville de Nouakchott, on s'est contenté de la bibliographie qui couvre plusieurs aspects de notre intérêt et qui est relativement récente (2015).

3.2 Limites des données

Le présent rapport traite principalement de la population côtière dont les moyens d'existence sont liés directement à l'exploitation des ressources halieutiques. Nous savons qu'il existe dans la zone de l'étude d'autres catégories de populations avec des économies pastorales et agricoles, mais elles n'étaient pas l'objet du présent mandat.

4. Zone de l'étude

Les coordonnées GPS des localités qui ont été visitées lors de la mission de terrain sont présentées en annexe 2.

5. Données générales sur la zone d'étude

5.1 Situation administrative

La zone d'étude s'étale sur deux wilayas (régions) à savoir Nouakchott et Trarza. Nouakchott, la capitale du pays, constitue une communauté urbaine suivant la loi 2001-51 du 19 juillet 2001, avec neuf communes qui correspondent aussi à des moughataas (départements). Un décret du 25 novembre 2015 instaure un nouveau découpage de la ville. Celle-ci forme désormais trois wilayas qui sont : Nouakchott Nord, Nouakchott Ouest et Nouakchott Sud.

La zone côtière de Nouakchott est repartie sur deux wilayas qui sont Nouakchott Ouest (qui comprend la zone d'activité de la pêche artisanale (PA) au niveau du complexe portuaire de la plage des pêcheurs, situé dans la commune de Tevragh-Zeina) et Nouakchott Sud qui abritent alors les deux autres sites portuaires importants à savoir le Port Autonome de Nouakchott / Port de l'Amitié (PANPA) et le Wharf (ancien port de Nouakchott : 18°02'08 / et 16°04'43 et qui après la construction du PANPA en 1987 accueille surtout des pêcheurs de subsistance).

Le reste de la zone d'étude fait partie de la wilaya du Trarza (sud ouest, frontalière avec le Sénégal). Cette dernière dispose d'une superficie de 67 800 km^2 et est composée de six moughataas dont trois ont un accès sur le littoral: Méderdra, Keur-Macéne et Ouad-Naga. Les moughataas englobent les communautés côtières et non-côtières et, par conséquent, sont substantiellement plus étendues que les communautés côtières comprises au sein de la Zone. L'affiliation administrative des sites de l'étude est donnée dans le tableau1.

Tableau 1: Affiliation administrative des sites de la zone d'étude

SITE	MOUGHATAA	COMMUNE
Plage des pêcheurs de Nouakchott	Tevragh-Zeina	Tevragh-Zeina
PK 28/ Vernana	Ouad-Naga	El Arye
PK65	Méderdra	Tiguint
PK93/Legweichich	Méderdra	Tiguint
PK144	Méderdra	M'balal
Mouly	Keur-Macène	N'Diago
N'Diago	Keur-Macène	N'Diago
Mboyo 1 et 2	Keur-Macène	N'Diago
Diahos 1 et 2	Keur-Macène	N'Diago
Lorme	Keur-Macène	N'Diago

5.2 Démographie

Nouakchott est de loin la plus grande agglomération mauritanienne, son statut de capitale politique, mais aussi le fait qu'elle concentre l'essentiel des infrastructures socio-économiques du pays, lui attire en permanence une forte population de l'intérieur en quête d'un m4eilleur cadre de vie. Ainsi, en une décennie et demie, par exemple, la population de cette ville a doublé, passant de 558 195 en 2000 à 1 043177 habitants en 2015 (ONS, 2017). La forte croissance démographique de Nouakchott, alimentée en grande partie par le mouvement migratoire intérieur, reflète le phénomène endémique de la pauvreté dans le pays où en réalité celle-ci touche particulièrement le milieu rural (44,4%

contre 16,7% en milieu urbain, MAED, 2014). L'émigration vers Nouakchott constitue à cet égard une stratégie de survie adoptée chaque année par des milliers de personnes.

Au niveau de la wilaya du Trarza, la population était estimée, en 2013, à 272 773 habitants. La population des moughataas où se trouvent les communautés de pêche de l'étude se répartie comme suit : Méderdra (30 440 habitants), Keur-Macéne (27 760 habitants) et Ouad-Naga (23 698 habitants) (ONS, 2015).

Sur le littoral, entre Nouakchott et N'Diago (extrême sud), hormis le site de PK 93 (ou Legweichich), le reste des établissements humains est composé de campements de pêcheurs saisonniers. La population formant ces communautés côtières de pêcheurs est de taille très variable au gré des saisons de pêche. Elle peut augmenter de manière significative au cours des hautes saisons. Ainsi, à PK 144, le nombre de pêcheurs peut atteindre 500 personnes pendant la saison de la sole (généralement de janvier à mai).

5.3 Revenu des ménages

Selon les résultats de la dernière enquête permanente sur les conditions de vie (EPCV, 2014), le taux d'activité[1] était estimé à 46,6% au niveau national et était supérieur en milieu urbain (54%) qu'en milieu rural et avec de grandes disparités de genre (27,5% pour les femmes contre 69% pour les hommes).

Au niveau de la distribution régionale, la wilaya de Nouakchott disposait de l'un des taux les plus élevés (52,22%) tandis que le Trarza, celui le plus faible (29,42%).

Comme seule indication sur les revenus, cette enquête EPCV fournit des résultats sur la moyenne des dépenses annuelles des ménages. Le tableau ci-dessous donne la structure de cet indicateur pour les wilayas de Nouakchott et du Trarza (ventilé par poste de dépense).

Tableau 2 : Structure des moyennes de dépense annuelle des ménages au niveau de Nouakchott et Trarza (en milliers de MRO et pourcentage pour l'année 2014)

	Autoconsom-mation annuelle	Alimentation courante	Educa-tion	Santé	Loge-ment	Trans-port	Communi-cation	Habille-ment	Transferts	Autres	Dépenses totales annuelles
Nouakc hott	1,4%	36,0%	4,2%	2,6%	25,6%	3,8%	5,9%	4,9%	5,3%	10,4%	2 164,84
Trarza	9,5%	39,8%	6,5%	7,7%	17,1%	0,9%	5,6%	5,8%	1,3%	6,0%	1 521,53

Source d'après ONS, 2015

Cependant, pour mieux comprendre les chiffres ci-dessus qui concernent les wilayas de Nouakchott et du Trarza, il faut souligner certains résultats clés de l'enquête au niveau national à savoir par exemple que la pauvreté demeure toujours un phénomène rural : le pourcentage des personnes vivant en dessous du seuil de pauvreté[2] dans ce milieu est de 44,4% contre 16,7% en milieu urbain. En outre, la contribution de la pauvreté augmente avec l'indice dans le milieu rural. C'est-à-dire que la pauvreté dans le milieu rural n'est pas seulement plus étendue en terme de nombre que dans le milieu urbain, mais aussi la situation des pauvres ruraux est plus sévère (la qualité du phénomène).

[1] Taux d'activité : il correspond au rapport entre la population active et la population en âge de travailler (14-64 ans). C'est aussi le niveau de participation de la main d'œuvre pour la production de biens et de services.

[2] Il était fixé par cette enquête à 169.445 MRO par ménage et par an.

Comme le classement sur l'incidence de la pauvreté renvoie à des données monétaires, il est peut être utile de situer ici les deux wilayas qui sont notre zone d'étude. Nouakchott fait partie du groupe des wilayas qui comptent un taux inferieur à 20% alors que le Trarza était parmi le groupe « assez pauvre » avec des indices de pauvreté compris entre 30 et 40%.

5.4 Statistiques sur les captures

Durant la période 2009-2013, la zone de Nouakchott contribuait à 26% des captures réalisées dans la Zone Exclusive mauritanienne. La principale espèce capturée était la sardinelle représentant 61% des volumes suivies de loin par le pageot (8%), la dorade (4%), la courbine (4%), et le Diagramme burro*).* En termes de valeur, la Dorade occupait la première place avec 22% des valeurs totales au débarquement, le thiof, bien qu'il ne contribue que de 2% aux captures, occupe la deuxième place avec 17%. Il est suivi par le poulpe et la courbine (12% chacune).

Au niveau de la zone sud de Nouakchott (de PK 28 jusqu' à N'Diago), le système de suivi de la pêche artisanale de l'IMROP enregistrait entre 2006 et 2016 un éventail de 208 espèces marines débarquées sur les différents sites. Le volume de captures a atteint en 2016, 8408 tonnes contre 2631 en 2006 attestant d'un développement constant de l'activité de pêche dans cette zone. En considérant, le fait que les infrastructures à terre sont rudimentaires, cette situation exprime un fort déploiement des campements de pêche dans cette zone et donc un important investissement privé dans le secteur de la pêche artisanale. En termes de volumes, les principales espèces capturées dans cette zone etaient: Arius heudoloti (mâchoiron banderille), le Sparus caeruleostictus/ehrenbergeri (Pagre à points bleus ?), le Sepia officinalis (la Seiche), le Cynoglossus monodi (Sole-langue de Guinée) et l'Octopus vulgaris (poulpe). Cette dernière espèce qui est un produit exclusivement d'exportation (vers le Japon, principalement) a enregistré en 2015, par exemple, un volume de capture d'environ 1418 tonnes. Le tableau 3 ci-dessous donne en détail l'évolution sur les des dix dernières années en termes de volumes de capture dans cette zone.

Tableau 3 : Les principales espèces capturées dans la zone sud (de 2007 à 2016) en tonnes

Espèces	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Arius heudoloti	194,897	229,449	426,486	366,899	234,463	376,571	404,273	398	673	1545,45
Sparus caeruleostictus/ehrenbergeri								374	1477,916	1775,838
Sepia officinalis	109,028	70,717	5,465	24,658	19,224	302,818	34,432	185	2526,197	128,781
Sparus caeruleostictus	704,439	244,778	517,982	468,828	399,608	673,764	394,387			
Cynoglossus monodi	20,561	236,572	113,33	231,062	66,455	272,877	266,782	230	548,153	844,644
Octopus vulgaris		0,795	3,04	0,206	0,104	209,133	593,763	113	1417,978	274,492
Plectorhynchus mediterraneus	613,084	261,865	187,477	231,179	287,764	260,325	265,879			
Epinephelus aeneus	576,47	363,225	71,005	91,708	149,631	98,423	128,4	68	199,441	210,717
Pseudotolithus brachygnatus	18,367	40,02	73,624	105,452	0,124	0,247	47,472	114	917,334	417,752
Trichiurus lepturus			0,141	0,276			1,02	1718	2,676	7,433
Cymbium Cymbium	33,29	43,473	91,027	87,368	141,969	125,272	135,66	93	342,684	586,665
Plectorhyncus mediterraneus								154	649,051	227,109
Pagellus bellotti								49	504,672	435,243

Source d'après SSPAC de l'IMROP

5.5 Statistiques sur les prix de poisson

Il n'existe pas de suivi des prix du marché local de poisson en Mauritanie. En revanche, d'autres indicateurs comme les prix dans les sites de débarquement sont disponibles. Il s'agit de statistiques sur les prix réservés aux mareyeurs et qui constituent le premier prix au niveau de la chaine de commercialisation du poisson[3]. Ces prix représentent généralement le tiers des prix pratiqués par les détaillants dans les points de vente situés au niveau des centres urbains comme Nouakchott ou Tiguent (en face de Legweichich).

Dans la zone au sud de Nouakchott, on peut constater qu'entre 2012 et 2016 (tableau 4 et figure 2), qu'hormis certaines rares espèces comme par exemple le sabre (Trichiurus lepturus), les prix n'ont pas connu une grande variabilité. En tenant compte du potentiel halieutique plutôt riche, cette situation traduit la stabilité aussi bien des systèmes de production que les circuits de commercialisation qui n'ont pas connu de grands changements durant cette époque. Cependant, en 2017 qui a connu le départ des pêcheurs étrangers, il est fort probable que les prix ait connu une hausse du à la baisse de l'effort de pêche et/ ou de sa qualité.

Tableau 4 Moyenne des prix des principales espèces capturées dans la zone sud en MRO et par Kg

Espèces	2012	2013	2014	2015	2016	Moyenne générale
Arius heudoloti	97	151	172	164	150	147
Cymbium cymbium	32	71	89	69	50	67
Cynoglossus monodi	575	511	583	671	600	579
Epinephelus aeneus	1149	1163	956	911		1046
Octopus vulgaris	1555	827	940	1092		1049
Pagellus bellotti	120	177	185	197		175
Plectorhyncus mediterraneus	62	98	108	153	100	111
Pseudotolithus brachygnatus	200	251	229	459	200	359
Sepia officinalis	638	476	443	538		532
Sparus caeruleostictus/ehrenbergeri	298	328	318	333	213	320
Trichiurus lepturus	30	285	278	300		275
Moyenne générale	**405,480609**	**381,244973**	**328,960986**	**397,779729**	**248,837209**	**383,206724**

La figure (2) ci-dessous donne une idée sur les prix de débarquement pour des espèces de référence en Mauritanie telles que la courbine (fortement demandée dans le marché local de Nouakchott) et le poulpe (premier produit d'exportation en congelé).

[3] C'est le prix convenu entre pécheurs et mareyeurs sur la plage juste après le débarquement et dans lequel il faut considérer le préfinancement reçu généralement par les pêcheurs sous forme de matériel de pêche et de nourriture de la part de ces mareyeurs (qui viennent donc acheter et récupérer le produit qu'ils ont commandé).

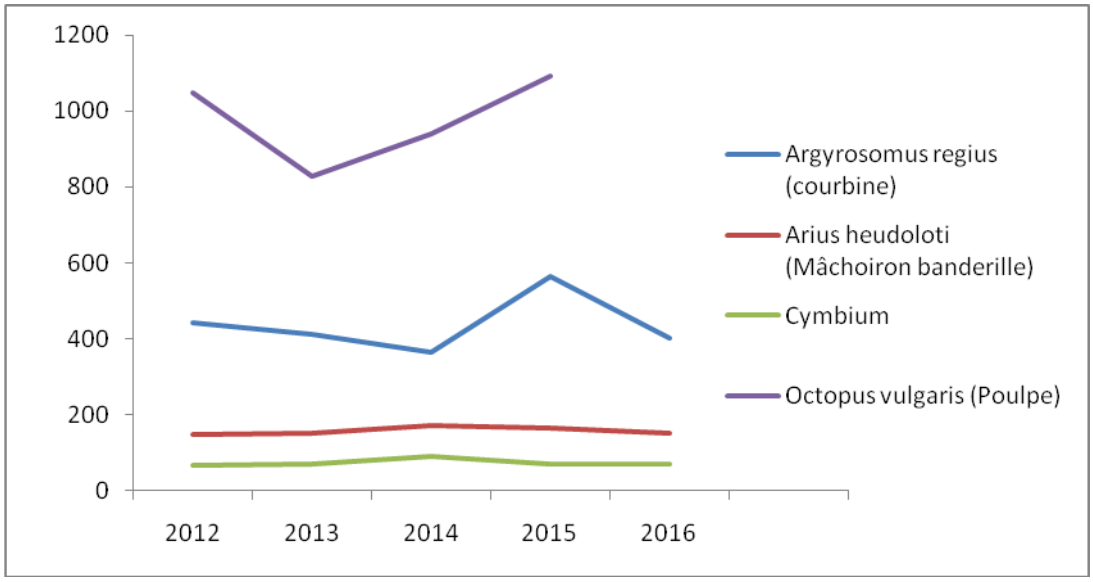


Figure 2. Evolution des prix de certaines espèces entre 2012 et 2016 (en MRO)

5.6 Education/ Santé

Au niveau national, en 2014, le Taux Brut de Scolarisation (TBS) a atteint 76,8% au niveau national, contre 90,9% en 2008 et 76,7% en 2004. L'examen des données selon le genre montre une répartition plus ou moins paritaire, avec 76,4% pour les garçons et 77,2% pour les filles (ONS, 2016).Les wilayas de Nouakchott et du Trarza présentent des résultats satisfaisants en matière d'éducation. Ainsi, on peut noter qu'elles ont des taux bruts de scolarisation supérieurs à la moyenne nationale (72,4%). Elles enregistrent respectivement des taux de 96,7 % et 79,7%.

Par ailleurs, les wilayas de Nouakchott et Trarza enregistrent des taux d'analphabétisme faibles comparés aux autres régions de la Mauritanie (respectivement 17,1% et 24,6%). Pour l'enseignement formel, les données du RGPH 2013 montrent que près de 64,73 % de la population mauritanienne âgée de 6 ans et plus ont fréquenté ou fréquentent encore le primaire.

Dans la zone de l'étude, il existe 4 écoles primaires dont une seule (située à N'Diago) comporte un cycle complet d'enseignement (6 classes). Les trois autres écoles sont dans les localités de Legweichich, Mboyo et Diahos. L'effectif total s'élève à 285 élèves. Au niveau de l'enseignement secondaire, il existe un collège à N'Diago qui reçoit les élèves aussi bien de la localité que du reste de la commune. On doit signaler également la présence de deux centres de formation professionnelle de la pêche à PK 28 et PK 144.Au niveau maternel, la fréquentation la plus élevée est observée à Nouakchott (+41 %).

Sur le plan sanitaire, le profil épidémiologique et sanitaire de Nouakchott ne diffère pas fondamentalement des autres régions du pays, y compris celui de Trarza. Les infections respiratoires aiguës, les diarrhées, le paludisme, les parasitoses intestinales ont une forte incidence. Au niveau de l'offre sanitaire, le Trarza et en particulier la zone côtière se caractérise par une insuffisance en quantité et qualité du personnel, des équipements, de consommables et médicaments. Dans la zone de l'étude, trois villages (N'Diago, Mboyo et Diahos) disposent de postes

de santé, mais avec très peu de ressources aussi bien en terme de plateau technique que de personnel. A N'Diago, par exemple, le personnel du poste de santé est dirigé par un technicien supérieur et composé en moitié d'auxiliaires[4]. Selon les personnes rencontrées au niveau de cette structure, le médecin affecté est toujours absent. Dans ces conditions, la prise en charge est très sommaire et le transfert des malades est fréquent à Nouakchott et surtout à Saint-Louis.

5.7 Principales activités socio-économiques

Parmi les caractéristiques majeures du système économique, il ya la domination du secteur tertiaire (le commerce et les services) et la prépondérance du secteur informel. . La plupart des entreprises du secteur informel sont des propriétés familiales, souvent de dimensions réduites, à forte intensité de main d'œuvre, et utilisant une technologie intermédiaire. La main-d'œuvre féminine est concentrée dans les activités agricoles, dans l'artisanat, le commerce et la teinture (ONS, 2015). La répartition par sexe de la population occupée montre une très forte disparité entre les hommes (70,59%) et les femmes (22,41%) selon les dernières enquêtes nationales (ONS, 2015).

La disparité des secteurs économiques est importante à Nouakchott. Le secteur informel occupe 61% des travailleurs (Choplin et Vincent, 2015). La répartition spatiale de ces activités est déséquilibrée à Nouakchott : la forte concentration des activités économiques (service, fonction publique, transports, finances) se situe dans les quartiers anciens et centraux (Ksar, Sebkha, El Mina et Capitale).

Au niveau national, le taux de chômage était estimé à 12,85% en 2014. A Nouakchott, il est de 16% tandis qu'au Trarza il est de 5% (ONS, 2015). Les activités économiques à Nouakchott sont très diversifiées à l'image de la ville elle-même : commerce, pêche et transport. En effet, on peut distinguer plusieurs pôles qui structurent l'économie locale :

- Le commerce: une grande partie des Nouakchottois gagnent leur vie des activités commerciales soit au sillage des marchés, dont le nombre a atteint 53 en 2012 (Choplin et Vincent, 2015), ou dans les petites boutiques familiales tenues dans les angles des maisons ou même dans les rues. Une partie importante de ce commerce concerne la vente de produits alimentaires. Les magasins (épiceries), les stations-service et étalages informels de vente de fruits et légumes, importés du Maroc, longent les axes routiers. Dans certaines communes de Nouakchott comme par exemple Sebkha, les personnes occupées par le commerce peuvent représenter jusqu'à 60% de la population totale (Choplin et Vincent, 2015).
- La pêche: elle offre plusieurs débouchés pour la population notamment au niveau du mareyage et des métiers de la commercialisation comme le pointage (comptage du poisson) ou d'écaillage du poisson, de même que le transport des produits halieutiques entre les points de débarquements et les quartiers.

[4] Les auxiliaires de santé, composé principalement des accoucheuses, sont un personnel avec une qualification sommaire. Ils sont officiellement engagés dans le secteur médical pour assurer des soins préventifs et assurer la fonction d'appui comme par exemple la sensibilisation des usagers. Cependant, le déficit de ressources humaines qualifiées entraine une implication plus grande de cette catégorie notamment au niveau de la santé maternelle où les accoucheuses (qui ont, en réalité, un savoir-faire traditionnel dans leur spécialité) sont souvent sollicitées.

5.8 Regroupements socioprofessionnels

Les organisations socioprofessionnelles liées à la pêche artisanale comprennent principalement :

- ✓ Les sections artisanales de la Fédération Nationale des Pêches (FNP), la Fédération libre de la pêche artisanale (FLPA) et la fédération des mareyeurs de Mauritanie;
- ✓ Les différentes coopératives de pêcheurs : les mieux organisées sont celles des Nouakchott en particulier la commission des filets tournants. Le projet Legweichich a mis sur pied une coopérative de production et de commercialisation relativement performante, mais qui n'existe presque plus aujourd'hui.
- ✓ Il y a quelques groupements féminins et ONG, structures formelles, qui cohabitent avec des réseaux et associations portés par des groupes sociaux divers le long de la zone côtière et qui exercent des activités génératrices de revenu (AGR) portant sur la transformation du poisson et le maraichage. On note ce genre d'initiatives à N'Diago. A Nouakchott, l'ONG Mauritanie 2000 s'est fortement impliquée dans la formation et l'accompagnement des femmes actives dans la pêche artisanale et la mise en place des petites structures de microcrédit.

6. Données spécifiques sur la zone d'étude

6.1 Occupation du territoire /établissements humains

Nous décrivons dans cette section la dynamique territoriale au niveau de la côte adjacente au littoral entre Nouakchott et N'Diago.

Nouakchott

Nouakchott constitue un important centre d'activité économique y compris concernant les échanges, le commerce, la pêche ainsi que le traitement, les ventes et les exportations de produits de pêche. En plus de contribuer à la diversité économique de la ville, les pêcheries représentent un important moyen de subsistance à Nouakchott.

PK 28

Ce site, appelé aussi *Vernana et/ou Tervaya* par les locaux, existe depuis 1989, date du conflit mauritano-sénégalais[5] qui s'est caractérisé par un retour massif et réciproque des migrants des deux pays voisins. À ce moment, les autorités ont décidé de faire du PK 28 le siège principal d'un programme d'insertion pour des jeunes rapatriés qui désiraient intégrer la PA, celle-ci souffrant de léthargie après le départ soudain des Sénégalais. En effet, cette activité était surtout l'apanage des

[5] Ce conflit est né de tensions politiques graves entre les deux pays et a été suivi par la rupture des relations diplomatiques qui n'ont été rétablies qu'en 1993.

pêcheurs étrangers, en particulier des Sénégalais de la région de Saint-Louis (*Guet Ndar*), réputés pour leur savoir-faire halieutique[6].

Aujourd'hui, on peut observer que le site conserve un certain dynamisme des activités de la pêche attestée par la présence d'un des centres de formation de la PA qui relève du Centre de Qualification et de Formation sur les Métiers de la Pêche (CQFMP) et de quelques campements de pêche dont le nombre varie selon les saisons.

Le noyau central du site est ce centre de formation qui constitue la seule présence administrative. Les habitants, constitués de mareyeurs, transformateurs et commerçants trouvent auprès de lui certaines facilités occasionnelles comme l'eau, le transport ou encore la communication téléphonique. Trois campements de pêche sont actuellement présents dans le site ainsi que cinq boutiques de commerce général.

Par ailleurs, dans le souci d'externalisation des activités de la transformation, PK 28 a été choisi par les pouvoirs publics pour abriter les établissements de la farine du poisson (photo 1) de même que les ateliers de la transformation artisanale (photo 2). Ceux-ci étaient auparavant situés dans le sillage du marché de poisson de Nouakchott).

On dénombre actuellement 10 usines de farine et huile de poisson dont les produits sont destinés à l'exportation (principalement vers l'Europe de l'Est) pour la consommation animale. Ces usines dont la capacité de traitement est de l'ordre de 100-150 tonnes/ jour de produits halieutiques appartiennent à des investisseurs étrangers. Leur approvisionnement était assuré par des pirogues sénégalaises affrétées dont la spécialité est les petits pélagiques. En dehors des emplois créés par la pêche effectuée pour le compte de ces usines, les autres emplois sont limités du fait de l'utilisation d'une haute technologie. Ainsi, les emplois existants se résument aux services des manœuvres pour l'acheminement de la production à l'accostage. En effet, chaque usine dispose de sa propre jetée de débarquement, ce qui permet l'accostage des pirogues puis l'acheminement des produits (Abdel Hamid et Braham, 2015)

[6] Pour illustration, les pêcheurs sénégalais représentaient, en mars 2016, plus de la moitié des équipages de la PA au niveau de la zone sud (57,36%). IMROP, 2016

Photo 1 : Des usines de production de la farine de poisson à PK 28.

Les activités de la transformation artisanale du poisson ont été transférées officiellement au PK 28 depuis 2012. Cependant, le manque d'eau, l'irrégularité des débarquements sur le site et les problèmes de transport vers les marchés ont conduit la majorité des transformateurs déplacés à quitter le lieu. On dénombre actuellement 20 travailleurs qui disposent de petits ateliers pour la transformation. Cet effectif est constitué majoritairement d'étrangers en particulier des Maliens et Gambiens.

Photo 2 : Atelier de transformation artisanale du poisson à PK 28

Outre les activités de pêche et de commerce, certains opérateurs économiques étaient tentés par le secteur touristique (valorisation des plages, sport nautique, etc.) au niveau du PK 28 et PK 65, mais les résultats étaient peu encourageants (Entretien avec M. Lemine à PK 28, le 24.04.17). Une imposante infrastructure hôtelière, aujourd'hui fermée, témoigne de cette tentative du développement touristique au Pk 28.

PK 65

Comme le précédent site, le PK 65 est un site de débarquement officiel. Une unité des gardes-côtes y est présente. Le site hébergeait traditionnellement des campements de pêcheurs sénégalais, mais il est aujourd'hui presque désert. Des transformateurs maliens viennent de temps à autre pour développer leurs activités en profitant d'un accès plus facile aux produits en l'absence de concurrence. Lors de notre enquête de terrain, nous n'avons rencontré que deux personnes avec ce profil qui s'approvisionnent auprès de 2 pirogues basées actuellement sur ce site.

PK 93 ou Legweichich

Ce site est situé à 17 km à l'ouest de la localité de Tiguint (Trarza) dont il fait partie de sa commune. Avec une population estimée à 400 habitants, selon le chef du village (Entretien avec M. Gueye, le 25.04.2017), le PK 93 doit son développement sédentaire à la création en 2003 par le ministère des Pêches et de l'Économie maritime (MPEM) et la coopération espagnole d'un complexe de services pour la PA comprenant des logements pour les pêcheurs et des halls de commercialisation du poisson. L'idée était d'offrir un modèle de développement de la PA basé sur l'autonomie des pêcheurs à travers la fourniture de services (glace, appâts, un camion isothermique pour faciliter la commercialisation de la production…) par une coopérative autogérée. Ce modèle éliminait donc, au

moins en partie, les intermédiaires (mareyeurs) et était censé augmenter la chaine de valeur du côté des pêcheurs. Cette coopérative n'existe plus aujourd'hui.

Le pôle de PK 93 ou Legweichich forme aujourd'hui un village de pêcheurs avec 65 logements, une école primaire (une salle de classe à multiples niveaux), une mosquée et 4 épiceries. Certaines femmes du village s'adonnent à la transformation du poisson en salé-séché (*Guedj*).

Une unité de la surveillance maritime est aussi basée dans le site.

En plus de l'activité de pêche menée par les résidents Legweichich accueille aussi des campements (nous en avons recensé cinq), ce qui augmente la dynamique économique au niveau de ce village qui reçoit ainsi un flux important de mareyeurs venant aussi bien de Nouakchott que de Rosso (la capitale de la wilaya du Trarza) pour acheter du poisson.

Selon le chef du village, la superficie de Legweichich est de 500 à 600 m^2 (entretien avec M. Gueye le 25.04.2017).

Photo 3 : Vue générale du village de Legweichich

PK 144

Situé dans la commune de *M'balal*, il s'agit aussi d'un pôle de développement qui était conçu par le MPEM en 1994 pour l'installation des pêcheurs et leur promotion socio-économique. À cet effet, il était prévu l'aménagement de lots pour l'habitat des familles et une ligne de crédit aux pêcheurs pour la construction de logement.
Les infrastructures réalisées servent aujourd'hui de bureaux et logements du personnel d'un centre de formation de la pêche artisanale (CQFMP) ainsi que pour une base des garde-côtes.
Contrairement à son histoire de point de débarquement actif avec 900 voire 1000 pêcheurs lors d'une seule saison, le site de PK 144 est relativement peu habité actuellement : juste 3 campements de pêcheurs. Par exemple, en avril 2016, on dénombra sur ce site 571 pêcheurs soit le premier point de débarquement dans la zone sud de Nouakchott. Ce chiffre représentait alors plus de 42% de l'ensemble des pêcheurs de la zone sud de Nouakchott à cette période (Wagne et Braham, 2016).

Juste à la sortie des installations du PK 144, une petite localité qui s'appelle Khantour *(*خنطور) fait face aux installations officielles du site (centre de formation des pêcheurs, hall de poisson et poste des gardes côtes). C'est en fait la partie située à l'intérieur des terres du PK 144 car lui-même est désigné parfois sous cette appellation. Khantour est formé par quelques baraques en bois, ses habitants pratiquent l'élevage de petits ruminants et de camelins.

Photo 4 : Les installations de PK 144

Photo 5 : La localité de Khantour

Les abords de la piste qui mène de PK144 vers la RN (distante de 27 km) sont occupés par des installations plus ou moins sommaires (baraques) qui servent d'habitation pour des familles qui viennent de Nouakchott passer des vacances pendant l'hivernage (qui commence généralement en mi-juillet) à la recherche de la fraicheur côtière. Ces baraques dont certaines sont pourvues de latrines appartiennent en grande partie à des habitants de Khantour qui les louent durant une période de 1 à 3 mois, correspondant à l'hivernage.

Mouly

Il s'agit d'un petit campement situé entre le PK 144 et N'Diago. Il se résume à 4 baraques en bois de dimension hétérogène, éparpillées. Ces installations servent de logement pour des pêcheurs en repos et les autres employés des campements (pointeurs, manœuvres). Actuellement, l'activité y est très réduite.

N'Diago

C'est le chef-lieu de la commune de même nom et le plus grand établissement humain de la côte au sud de Nouakchott.

L'histoire de la localité est probablement à rattacher au peuplement général de la zone de la Langue de Barbarie et de l'île de Saint-Louis puisqu'il s'agissait historiquement de la même structure sociale. Selon Bonnardel (1985), au milieu du XVIIe siècle, à la veille de la fondation du comptoir français dans l'île de Saint-Louis (1659), vers le sud du quartier actuel de Guet-Ndar, s'installait chaque année, de février à mai, un campement de pêcheurs venus du Walo (région historique situé dans les actuels Sénégal et Mauritanie). Les premiers séjours de ces derniers sur la Langue de Barbarie dateraient du milieu du XVIe siècle, donc ils seraient antérieurs à la fondation du comptoir de Saint-Louis. Ces pêcheurs étaient en réalité des paysans pêcheurs dans leurs villages de la basse vallée du Sénégal et échangeaient avec les Maures le poisson du Fleuve contre le sel et les dattes. Les pêcheurs du Walo, pour accroître leurs moyens d'échange, s'en furent à la recherche de lieux de pêche plus féconds et c'est ainsi qu'ils prirent l'habitude de se déplacer saisonnièrement vers l'aval, jusqu'à proximité de l'embouchure pendant la morte saison agricole. Bonnardel citait la tradition guet-ndarienne selon laquelle les gens du Walo seraient des sujets du souverain du Trarza. Pour lui, une grande partie de la communauté s'est établie à Guet-Ndar tandis que, quelques familles se fixèrent à Ndiago. Ils furent exclusivement des pêcheurs fluviaux, et ce n'est que bien après leur installation qu'ils se risquèrent en mer, au XIXe siècle (Bonnardel, 1985: 20).

Ce site dispose de plusieurs infrastructures de base:

- ✓ Un réseau d'accès à l'eau potable,
- ✓ un poste de santé,
- ✓ une école primaire complète et un collège,
- ✓ une antenne téléphonique,
- ✓ Une centrale électrique hybride (thermique et solaire),
- ✓ Une fabrique de glace.

L'existence de ces différentes infrastructures de base a favorisé, ces dernières années, une véritable dynamique socio-économique à N'Diago et particulièrement au niveau de la PA. En effet, on observe depuis 2014 une tendance de retour dans ce site de centaines de pêcheurs natifs de la zone pour y développer leurs activités de PA (photo 6). Auparavant, N'Diago n'était presque pas un point de débarquement car on ne recensait qu'une ou deux pirogues par saison[7]. Par contre, les pêcheurs N'Diagolais peuplaient les centres de pêche dans la partie nord du littoral mauritanien de Nouakchott jusqu'à Nouadhibou. Ce retour était motivé par la disponibilité d'un stock important de

[7] Les statistiques de l'IMROP confirment cette tendance de retour des pêcheurs N'Diagolais dans leur terroir. En 2010, il n' y'avait à N'Diago que 18 pêcheurs locaux contre 2500 pêcheurs originaires de N'Diago qui exerçaient à Nouakchott. En 2014, on enregistre, une plus forte hausse de retour avec 308 pêcheurs de cette catégorie (IMROP, 2014).

poulpe dans les zones de pêche proches de N'Diago de même que les activités de pêche déjà existantes au niveau du site de Mouly.

Photo 6 : Une pirogue débarquant à N'Diago

Une autre facette de cet élan économique est l'importance des flux entre N'Diago et les localités avoisinantes. En effet, le village devient aussi et de plus en plus un pôle de services pour les différentes localités situées à ses alentours et faisant partie de son territoire communal: Ebden, Moidina, Ghahra…

L'espace économique de N'Diago est désormais focalisé sur le secteur de la pêche maritime avec notamment la présence de 10 campements de pêcheurs appartenant tous à des locaux. Les campements sont représentés physiquement par les hangars situés sur la plage de N'Diago (quartier appelé Garaw) et où sont reçus les captures de poissons débarquées. Les mareyeurs ou leurs représentants travaillent dans ces hangars (administration, stockage de matériel de pêche…).Les pêcheurs affiliés à ces campements sont soit des habitants de N'Diago ou des immigrants d'autres localités de la commune.

Par ailleurs, on note l'existence dans les abords immédiats de la localité des activités de transformation artisanale du poisson (photo7) et du maraichage. Ces deux derniers secteurs sont occupés par des femmes qui tentent malgré le manque de moyens de rentabiliser leurs activités et sécuriser des moyens de subsistance. Les transformatrices sont au nombre de 85 et exploitent de manière collective différentes espèces de poisson, mais surtout des sélaciens. La commercialisation de leur production se fait à Saint-Louis du Sénégal et parfois aussi à Nouakchott.

L'importance de l'activité de transformation est l'un des résultats directs de la redynamisation du secteur de la capture au niveau de N'Diago avec cette forte présence des pêcheurs locaux épaulés par des mareyeurs qui maitrisent les rouages des marchés du poisson en Mauritanie.

Le maraichage à N'Diago constitue une initiative qui arrive à point. En effet avec le déclin consommé de l'agriculture sous les effets de la salinité envahissante des eaux de la décrue du fleuve Sénégal (depuis la construction du barrage de Diama dans les années 1980), le maraichage offre une bonne opportunité de diversification alimentaire pour les habitants de N'Diago et atténue leur dépendance alimentaire vis-à-vis des marchés de Saint-Louis et Nouakchott.

Photo 7 : Installations sommaires de la transformation de poisson à N'Diago

Le maraichage est le fait d'une cinquantaine de femmes qui se sont regroupées dans le cadre d'une coopérative dénommée *DiappoGuYalla (*solidarité en wolof*).* Il s'agit d'une superficie de 1600 m^2 offerte par la mairie il y a quelques années, mais dont l'exploitation n'a démarré qu'en décembre 2016. Les membres de la coopérative travaillent elles-mêmes et cultivent plusieurs spéculations dont l'aubergine, les salades et divers piments pour couvrir les besoins du marché de N'Diago (photo8). Ce champ maraicher est desservi par une conduite d'eau.

Photo 8 : Dans le village de N'Diago, le maraichage est pratiqué par des femmes.

Mboyo 1 et 2

Selon des sources communautaires, les localités de Mboyo 1 et 2 sont très anciennes. Mboyo 1, en particulier remonte à 1622, date de sa création par des agriculteurs et pêcheurs d'origine Peulh. Le nombre d'habitants des deux localités est évalué actuellement à 600 habitants.

Les deux localités de Mboyo sont séparées par le fleuve. Mboyo 1 est situé sur le fleuve Sénégal tandis que Mboyo 2 se trouve dans la langue de Barbarie. L'essentiel des échanges des deux localités se fait avec la ville voisine de Saint-Louis y compris l'approvisionnement en eau potable qui se fait à travers les taxi-brousse sénégalais qui desservent N'Diago.

Les deux localités disposent d'une école primaire de 5 niveaux tandis que le seul dispositif sanitaire se résume à une matrone, recrutée par la commune de N'Diago et disposant d'un petit stock de médicaments.

Diahos 1 et 2

Ces deux localités sont situées dans l'île de Mboyo. Elles sont accessibles uniquement par pirogue. L'étymologie du terme Diahos renvoie, selon nos interlocuteurs au sein de la communauté, au lien avec la mer (Dia=mer et Hos= herbe). La première localité, Diahos1, a été créée en 1900 environ et était réputée comme le lieu où trouver une herbe médicinale qui était très convoitée en cette époque où la médecine locale était très utilisée. La deuxième localité est créée plus tard, en 1960.

Le nombre global d'habitants était estimé d'après un recensement communal de 2015 à 356 (163 pour Diahos 1 et 193 pour Diahos 2). La superficie globale des deux localités est de 10.5 km^2.

Des infrastructures publiques existent ici et notamment une école fondamentale de deux classes et un poste de santé avec un infirmier d'Etat et deux auxiliaires. Pour observer l'équité entre les deux villages, ces services ont été construits au milieu (photo 9).

Lorme

Cette petite localité, appelée aussi Mboyo Peulh, est située à 1 km au sud de Mboyo 2, après le poste frontalier de la Gendarmerie et de la police. Ses habitants sont des agriculteurs peulhs et sont au nombre de 100 selon le dernier recensement communal de 2015. Les moyens de subsistance de la localité sont constitués par l'élevage bovin. Comme les habitants de Mboyo, ceux de Lorme revendiquent une occupation de sol relativement ancienne (100 ans).On y vit ici durant toute l'année même si l'activité pastorale les conduit à des distances de 60 km. .

6.2 Population

La population de la zone d'étude est très variée sur le plan démographique, ethnique et au niveau des catégories socio-économiques, à l'image des statuts administratifs de ces sites qui comprennent la capitale du pays (Nouakchott), un arrondissement (N'Diago), des villages en développement (PK 93), des points de débarquement de la pêche artisanale ou campements et autres sites de petite taille.

Nous présentons ci-dessous les principales caractéristiques de cette population par site:

Nouakchott

Selon les projections de l'ONS, la population de Nouakchott était de 1 043 177 habitants en 2015. Les statistiques officielles ne permettent pas une répartition suivant la variable ethnique. Cette dernière n'a pas en réalité une signification particulière au niveau de Nouakchott tant il est vrai que la ville est un creuset de l'ensemble des composantes mauritaniennes. Elle a été construite à l'indépendance du pays (1960) dans cet esprit de symbole de l'unité nationale. Cependant, les catégories économiques existantes même si elles ne se confondent pas forcement avec les identités ethniques en sont proches et peuvent donner des indications sur une différenciation de la population active basée sur des origines géographiques voire ethniques.

Au niveau de la plage des pêcheurs (8 km à l'ouest de Nouakchott), unique point de débarquement de la PA à Nouakchott, le nombre de marins atteignait en 2016, 4807 dont 42.65% étaient des wolofs originaires de N' Diago tandis que 19.55% étaient des Sénégalais. Le restant était issu de Nouakchott et de diverses autres régions mauritaniennes ou des pays de l'Afrique de l'Ouest (Mali et Guinée Bissau). (Wagne et Braham, 2016).

Une enquête menée en 2012 sur l'emploi dans la PA en Mauritanie montrait que Nouakchott représentait 23.5% des emplois en mer et 19.3 % des emplois à terre dans ce sous-secteur (Ould Dahmed et Ely, 2014).

Outre les pêcheurs, le reste de la population active sur la plage de Nouakchott est composé d'armateurs (propriétaires de pirogues), de mareyeurs dont une partie importante est constituée des femmes qui revendent le poisson dans les quartiers de Nouakchott[8]. Les mareyeurs sont généralement de l'ethnie Maure (traditionnellement des agro-pasteurs, peu ou pas du tout liés au

[8] Selon les estimations du directeur du marché du poisson, 60% des mareyeurs du marché de poisson de Nouakchott sont des femmes (entretien avec M.A. Mahmoud, MPN, le 05.05.2017).

littoral), mais la majorité des armateurs sont des wolofs. Ces derniers disposent parfois de moyens financiers importants grâce à leur collaboration avec les usines de traitement du poisson à Nouakchott dont ils s'occupent de l'approvisionnement auprès des pêcheurs. D'autres mareyeurs sont occupés par la commercialisation de ces produits vers les villes de l'intérieur ou vers l'étranger.

Notons ici que la majorité de cette population active et en particulier les pêcheurs n'habite pas directement sur le site, mais plutôt dans des quartiers de Nouakchott plus ou moins éloignés comme Basra (Sebkha) ou les Pikat[9] (moughtaa dont le nom officiel est Riyadh) sur la route de Rosso. Ce fait résulte de l'interdiction par l'administration de l'habitat spontané dans le site par considération des conditions environnementales fragiles du cordon dunaire à Nouakchott.

Il n'existe pas, malheureusement, de statistiques détaillées caractérisant ces groupes sociaux à l'instar de l'information disponible sur les pêcheurs.

N'Diago

Au titre de l'année 2013, l'arrondissement de N'Diago comptait 1240 habitants suivant le dernier recensement (ONS, 2015).

La population actuelle du site est composée principalement de Wolofs qui pratiquent surtout la pêche et les activités commerciales connexes ainsi que l'agriculture durant la saison de l'hivernage exclusivement (juillet et août).

En effet, comme le reste du bas du delta du fleuve Sénégal, les terres de N'Diago sont impropres à l'agriculture du fait du phénomène de la salinité, déjà cité. La pêche, maritime surtout, est le marqueur important de la vie socio-économique de cette localité. Elle fabrique ici l'ordre social local, lequel est plutôt, et foncièrement, égalitaire comme dans la société Wolof en général. Cependant, l'influence de la proximité géographique et culturelle des ethnies Maure et Pulaar, fortement hiérarchisées, induit quelques changements mineurs dans la structure sociale ambiante. Dans ce cas, les pêcheurs sont à l'avant en termes de distinction sociale, auréolés par les revenus importants tirés de leurs activités et le prestige de leurs expériences migratoires dans des régions lointaines.

Legweichich (PK 93)

Avec une population estimée à 600 habitants en 2015 selon le chef du village, Legweichich *est* composée majoritairement de Wolofs originaires de N'Diago et de Nouakchott. Il s'agit d'un village avec une présence effective des familles de pêcheurs installées ici depuis 2004 dans le cadre des efforts des pouvoirs publics de favoriser une viabilisation du littoral à travers une présence humaine permanente. A ce niveau, Legweichich a bénéficié de la coopération espagnole qui y a mené une expérience inédite en 2006 pour l'autonomie des pêcheurs et leur développement en finançant une coopérative pour les pêcheurs et des activités génératrices de revenus pour leurs femmes ainsi qu'une amélioration de leur cadre de vie (par l'accès au logement, à l'eau et l'électricité).

Les campements (PK 28, PK 65, PK 144 et Mouly)

La population de ces sites est généralement saisonnière et formée par des pêcheurs et employés travaillant pour le compte des mareyeurs.

[9] Pluriel en Hassaniya de l'abréviation française PK (point kilométrique)

Dans le PK 28, on signale la présence permanente des tenants des quatre boutiques d'alimentation qui approvisionnent les campements, qui s'installent au gré des saisons de pêche. Les transformateurs de poisson restent aussi sur place tant qu'ils peuvent accéder aux produits. Le nombre de ces deux catégories (commerçants et transformateurs de poisson) peut être évalué à vingt-cinq personnes.

Les trois mareyeurs du PK 28 sont aussi quasiment sédentaires car ils restent sur le site durant les différentes saisons de l'année tout en s'arrangeant pour collaborer avec un nombre raisonnable de capitaines de pirogues intéressés par les pêcheries en question. Ce sont ces derniers qui sont mobiles car ils suivent la migration des poissons.

A la différence des groupes précédents, les pêcheurs sont mobiles et ne restent que le moment d'une saison selon les contrats passés avec les mareyeurs de Nouakchott. Lors de notre passage, le nombre de pêcheurs était de soixante personnes, mais il peut être facilement multiplié par dix lors de la saison du poulpe en juin-juillet. Cette dernière attire en effet une nombreuse population du fait de sa haute rentabilité et la faible technicité qu'elle requiert, étant entendu, qu'elle est réalisée avec des pots en plastiques (pièges)[10]. La population totale de PK 28 était d'environ 400 personnes lors de notre passage.

Au niveau du PK 65, le site accueille des campements, mais ce n'est pas le cas actuellement avec seulement deux pirogues qui y sont signalées ainsi que deux transformateurs maliens. Le nombre d'habitants dans ce site avoisine 20 personnes en tenant compte du personnel des garde-côtes qui dispose sur place d'un poste de contrôle.

Au niveau de PK 144, la situation n'est pas différente car le site hébergeait, lors de notre enquête en avril 2017, trois campements de pêche soit une population de 65 personnes incluant des pêcheurs et des mareyeurs. A cette population, il faudrait ajouter la soixantaine de stagiaires du centre de formation maritime (apprentis pêcheurs) qui passent ici trois mois de formation pratique et la dizaine d'encadreurs. Il ya aussi les éleveurs de petits ruminants dont le nombre devient important durant l'hivernage et peut atteindre deux cents personnes voire plus. Nous estimons la population de ce site à 100 personnes.

A Mouly, distant de 26 Km de N'Diago, le campement ne compte que trente personnes environ avec cinq pirogues qui ciblent actuellement la sole et qui sont, en réalité, en fin de campagne (qui a démarré en mars). Le site accueille une population de pêcheurs plus importante lors des campagnes pour la langouste ou encore le poulpe (à partir de juin).

Autres sites

La population de l'île de Mboyo et en particulier Mboyo *1* et 2 (600 habitants) et les deux localités de Diahos (356 habitants) appartient à différentes ethnies Wolof, Peulhe et Maure. L'identité ethnique des habitants se superpose ici avec la profession. Dans ce sens, les wolofs des deux localités de Mboyo et de Diahos *1* sont plutôt des pêcheurs tandis que les Peulhs de Lorme (situé à

[10] La technique de pots à poulpe a été introduite en Mauritanie dans la fin des années 1970 à la suite d'un projet de la FAO qui visait la protection du poulpe. La femelle du poulpe s'approchait des côtes en deux périodes de l'année pour se reproduire et le projet cherchait à les maintenir en eau peu profondes pour les protéger des chalutiers. Les idées développées par le projet pour la protection ont été utilisées par les pêcheurs de Nouadhibou pour créer des pièges en plastique pour attirer cette espèce.

1 km de Mboyo2*)* sont des éleveurs et enfin les Maures de Diahos 2 sont des paysans et commerçants.

Tableau 5 : Récapitulatif de la démographie de la zone d'étude

Site	Nombre d'habitants	Sources des données
PK 28	400	Est. Données du terrain, 2017
PK 65	40	Est. Données du terrain, 2017
PK 93	600	Est. Données du terrain, 2017
PK 144	100	Est. Données du terrain, 2017
Mouly	20	Est. Données du terrain, 2017
N'Diago	1240	PND, 2013
Mboyo 1	200	Est. Données du terrain, 2017
Mboyo 2	400	Est. Données du terrain, 2017
Diahos 1	161	Recensement communal, 2015
Diahos 2	193	Recensement communal, 2015
Lorme	100	Est. Données du terrain, 2017
Total	3434	

Source: Données du terrain, 2017, PND, 2013 et RC, 2015

6.3 Education

Nouakchott

Les statistiques sur la situation de Nouakchott sont antérieures à son dernier découpage qui la subdivise en trois wilayas. En 2015, Nouakchott faisait partie du groupe des régions qui ont eu des taux brut de scolarisation (TBS), aux niveaux fondamental (école primaire) [11]et secondaire, supérieurs aux moyennes nationales qui sont respectivement (72.4% pour le fondamental et 34% pour le secondaire). En effet, Nouakchott enregistrait des taux de 96,7% pour le fondamental et 59.9% pour le secondaire (tableau 6). Les taux net de scolarisation[12] de Nouakchott confirmaient cette situation. Ainsi, cette wilaya faisait partie des régions où cet indicateur était supérieur à la moyenne nationale (47,2% au fondamental et 30.3% au secondaire).

Ce résultat reflète un bon état de l'offre éducative au niveau de cette ville où les pouvoirs publics appuyés par la coopération internationale ont déployé d'énormes efforts dans ce secteur par la construction des écoles et le recrutement massif d'enseignants (ONS, 2015).

Cependant, ces bons résultats de l'éducation à Nouakchott pourraient cacher des disparités entre les moughataas et, leur portée serait assez relative dans ce cas.

[11]Taux Brut de Scolarisation (TBS) : Le TBS d'un degré donné à une date (t) est le rapport de l'effectif (sans distinction d'âges) présent à ce degré à la date (t) à l'effectif de la population en âge officiel d'être scolarisée à ce degré. Il est exprimé en pourcentage.

[12] Taux Net de Scolarisation (TNS) : Le TNS d'un degré donné à une date t est le rapport de l'effectif des élèves d'une tranche d'âge donnée (6-11 ans selon l'UNESCO ou 6-12 ans selon la Législation Scolaire) à la population totale de cette tranche d'âge. Il est exprimé en pourcentage.

Tableau 6 : Indicateurs de l'éducation à Nouakchott

Critère	Masc. (%)	Fem. (%)	Total en %
Taux brut de scolarisation au fondamental	95,4	98,1	96.7
Taux net de scolarisation au fondamental	64,6	66,6	65,6
Taux brut de scolarisation au secondaire	60,9	58,9	59,9
Taux net de scolarisation au secondaire	60,9	58,9	59,9

ONS, 2015

Au niveau des autres sites, il n'existe pas, malheureusement, de données désagrégées qui rendent compte par exemple du poids des élèves de sexe féminin dans l'effectif global. Par rapport à cet aspect, on se limitera à donner la situation au niveau régional. Ainsi au niveau de la wilaya du Trarza, les filles ont représenté 50% des effectifs des élèves du cycle fondamental (53984) durant l'année scolaire 2015/2016.le nombre d'élèves a atteint dans le premier cycle du secondaire 11240 dont 49% de filles tandis qu'au deuxième cycle, le nombre d'élèves a atteint 3156 dont 51% de filles.

La wilaya dispose de 407 écoles, 24 collèges et 18 lycées. Le nombre d'enseignants dans la wilaya a atteint durant la période indiquée 1487 instituteurs dont 33 % de femmes et 1294 professeurs (MEN, 2017).

N'Diago

La wilaya de tutelle de N'Diago à savoir le Trarza affichait des taux bruts de scolarisation au fondamental et secondaire supérieurs également à la moyenne nationale. Cependant, il a été noté que les taux en milieu rural étaient plus faibles, par exemple le TBS du fondamental était de 58% (ONS, 2015). Ceci pourrait bien être le cas de N'Diago et de sa commune.

Au niveau de la localité de N'Diago, on note l'existence d'une école de cycle d'enseignement complet, une école coranique et un collège qui accueille aussi les élèves des 22 localités qui l'entourent.

Legweichich ou PK 93

On note à Legweichich l'existence d'une école publique de 2 niveaux de même qu'une école coranique.

Autres sites

Dans l'île de Mboyo, les enfants suivent l'école fondamentale et peuvent aller au collège au terme de leur cursus à N'Diago ou à Keur -Macéne. En effet, deux écoles multigrades (une même salle de classe reçoit des élèves de différents niveaux pédagogiques, par exemple des 4eme et 5eme années) existent dans cette zone, l'une est à Mboyo 2 et l'autre est à Diahos. Cependant, l'absence d'une prise en charge institutionnelle du séjour de ces enfants (système d'internat) à N'Diago pose un grand problème pour leurs parents et en particulier lorsqu'il s'agit des filles. A Lorme les enfants ne vont pas à l'école, mais reçoivent un enseignement coranique dispensé par une personne du village.

Photo 9 : École de Diahos

6.4 Conditions économiques

Dans la zone de l'étude, la majeure partie des activités économique relève de la PA. Cette dernière présente des caractéristiques fortement contrastées. En effet, elle est un support indéniable de lutte contre la pauvreté avec les milliers d'opportunités d'emploi qu'elle crée, mais demeure aussi un ilot de l'informel, se prêtant difficilement aux évaluations économiques.

Comme la section suivante de ce rapport (le point 6.5) traitera en détail de la capture et de ses différentes dimensions, nous consacrons le présent point aux autres activités à savoir la transformation du poisson, le transport fluvial et le maraichage.

- **La transformation du poisson :**

Elle se fait sur des espèces de faible valeur commerciale comme la raie (*Toumboullan*), le Tollo (petit requin) et des variétés (les sardinelles et différents poissons démersaux).Les techniques sont le séchage, le salage, la fermentation et le fumage.

Même si on peut observer que les transformateurs nationaux et étrangers ont des techniques de transformation différentes, ils travaillent quasiment sur les mêmes espèces et c'est à partir de ce point qu'il ya une compétition entre les deux groupes. Cette compétition est attisée par l'absence de cadre commun de concertation et d'encadrement entre transformateurs locaux et étrangers.

La majorité des transformateurs et transformatrices travaillent en groupes pour mutualiser leurs efforts en particulier pour l'approvisionnement auprès des pêcheurs. A PK 28, les quantités transformées sont de l'ordre de 100 kg/ personne/jour (Données d'entretien de terrain, avril 2017). Dans les villages de pêche comme N'Diago et PK 93, un nombre important de femmes s'adonnent à cette activité (85 transformatrices à N'Diago et 10 au PK 93). Comparativement à leurs collègues

hommes dans d'autres sites, l'accès aux produits semble plus aisé pour ces femmes du fait qu'elles appartiennent aux réseaux familiaux des pêcheurs. Ainsi, ces transformatrices peuvent prendre à crédit des quantités de poisson, ce qui n'est pas le cas dans les campements où les transactions ne sont pas personnalisées. Dans ces conditions de relative facilité, une transformatrice peut produire une tonne par semaine (Données d'entretien de terrain, avril 2017).

Les transformatrices de N'Diago sont organisées dans une mutuelle d'épargne et avec comme unité économique un groupe de 10 femmes. Ces unités produisent et commercialisent ensemble. La commercialisation se fait surtout à Saint-Louis voisin. Les représentantes d'un groupe de production peuvent faire 4 déplacements mensuels et tirent un revenu global de 120.000MRO soit environ 334 $ E.U par groupe de femmes et par mois (Données d'entretien de terrain, avril 2017).

- **Le transport fluvial (passagers et poisson)**

Le parc piroguier fluvial de N'Diago est constitué de 25 pirogues qui desservent l'île de Mboyo, mais aussi Saint-Louis. Les capitaines de ces pirogues sont rémunérés par leurs patrons suivant le système de la part à raison de 1/3 de la recette (après chaque voyage). Les autres parts reviennent à la pirogue et au propriétaire. Un voyage à Saint-Louis coûte par personne 500 MRO (environ1.4$ E.U).

- **Le maraichage**

Cette activité qu'on rencontre uniquement à N'Diago est encore à ses débuts. Les femmes s'y adonnent avec beaucoup de courage. Les revenus mensuels tirés pour l'ensemble du collectif (composé de 50 femmes) atteignent 150.000 MRO (soit 417$ E.U)/mois et sont investis dans des infrastructures (construction de bassins de stockage de l'eau) et les intrants.

- **La pêche fluviale**

Il s'agit de l'activité principale des habitants de Diahos 1. Elle se déroule dans le fleuve Sénégal durant toute l'année et concerne vingt pêcheurs environ. C'est une pêche de subsistance surtout (le maximum par jour peut être 15- 20 kg/personne). Les captures sont principalement du poisson-chat, des variétés de tilapia et le mulet jaune.

- **Le petit mareyage**

Nous le qualifions ici de petit mareyage en référence aux capitaux qu'il met en jeu. Cependant, ce mareyage de poisson frais est pratiqué par les femmes des villages de la zone d'étude. C'est le cas à N'Diago et à PK 93. A N'Diago, 250 femmes environ le pratique. Les espèces généralement commercialisées sont la dorade et les variétés (Tilapia surtout) et leur marché est Saint-Louis. Comme les transformatrices de poison, ces mareyeuses sont organisées dans une mutuelle d'épargne. Les revenus tirés atteignent en moyenne 20000 à 30000MROpar femme/ mois soit environ 55,5 à 83,4 $ US (Données d'entretien de terrain, avril 2017).

6.5 La Pêche

6.5.1 Typologie des pêches

La pêche maritime constitue la principale activité économique dans notre zone d'étude. Selon les sites et ressources ciblées, on peut distinguer ici plusieurs types de pêche à savoir:

- La pêche au filet : pratiquée de novembre à juillet ;

- La pêche des poissons à la ligne d'août à novembre ;
- La pêche de courbine au filet sénégalais ;
- La pêche de pots à poulpe d'août à septembre ;
- La pêche des seiches et calamar au filet trémail d'avril à juin

La pêcherie du poulpe est presque commune à l'ensemble des sites tandis que les autres sont caractéristiques d'un ou de plusieurs sites. Par exemple, la pêcherie de la sole et langouste est caractéristique des campements de PK 28, PK 144 et Mouly. La pêcherie des petits pélagiques est surtout l'apanage de Nouakchott. Cette dernière alimente en appâts (la sardinelle) les autres sites, y compris N'Diago.

Tableau 7 : Calendrier de pêche au PK 28

Mois Pêcherie	J	F	M	A	M	J	J	A		S		O	N		D
Mulet															
Sole-Calamar															
Poulpe											X	X			

Source: Données d'entretien de terrain, avril 2017

Couleur jaune= mois de pratique de la pêche

XX= moratoire de la pêche

Tableau 8 : Calendrier de pêche au PK 93

Mois Pêcherie	J	F	M	A	M	J	J	A		S		O	N		D
Poisson à écaille															
Mulet															
Poulpe											X	X			

Source: Données d'entretien de terrain, avril 2017

Tableau 9 : Calendrier de pêche à N'Diago

Mois Pêcherie	J	F	M	A	M	J	J	A		S		O	N		D
Mulet															
Sole (marée)															
Mérou, Thiof															

Source: Données d'entretien de terrain, avril 2017

6.5.2 Nombre de pêcheurs et parc piroguier

Les enquêtes de l'IMROP montrent que le nombre de pêcheurs à Nouakchott était estimé à 4804 en avril 2016 tandis que le parc piroguier atteignait 1162. La zone au Sud de Nouakchott totalisait à cette même période 1358 pêcheurs dont 67% de sénégalais (IMROP, 2016).La situation actuelle des équipages (avril 2017) au sud de Nouakchott peut être résumée dans le tableau (10) ci-dessous.

Tableau 10 : Nombre de pêcheurs par site

Zone	Nombre d'unités	Nombre de pêcheurs
PK 28	13	60
PK 65	2	10
PK 93	200*	340
PK 114	12	65
Mouly	5	26
N'Diago	40	136
Total	272	637

Source: Données d'entretien de terrain, avril 2017

*la moitié de ces unités, au moins, est inactive (par manque de moyens d'entretien).

6.5.3 Les infrastructures existantes

Au niveau des infrastructures de la pêche, Nouakchott occupe la première position dans la zone d'étude car elle est le deuxième centre de la pêche artisanale en Mauritanie après Nouadhibou. Nouakchott est le premier pôle de l'industrie du poisson frais et dispose à cet effet de plusieurs facilités logistiques pour assurer cette fonction dans laquelle la PA joue un rôle déterminant.

La plus grande infrastructure de pêche à Nouakchott est le Marché au poisson. Elle comprend principalement :

- Deux halles centrales destinées à la vente du poisson;
- Des magasins de mareyage avec des lieux de stockage;
- Un marché au poisson frais divisé en plusieurs ailes situées au sud de la halle;
- Des boxes pour les équipements de pêcheurs répartis au nord et au sud;
- Des locaux administratifs;
- Un poste pour les Gardes Côte;
- Des locaux pour les organisations professionnelles;
- Une station de distribution de carburant;
- Une unité de production de glace;
- Des blocs sanitaires;
- Des magasins d'avitaillement;
- Des chantiers de construction navale;
- Des ateliers de réparation mécanique;
- Des espaces pour les artisans-charpentiers;
- Des mosquées;
- Des commerces.

Dans les autres sites, les infrastructures les plus importantes qu'on rencontre sont la fabrique de glace à N'Diago ainsi que des hangars pour le service des mareyeurs (pour la réception des produits,

le stockage du matériel de pêche etc.) au niveau de toutes les localités. Ces hangars sont l'œuvre de mareyeurs et non du secteur public.

6.5.4 Les engins et principales techniques de pêche.

Tableau 11 : Principaux engins utilisés dans la zone de l'étude

Les engins	Nouakchott	PK 28	PK 65	PK 93	PK 144	Mouly	N'Diago
La palangre	■	■					
le pot à poulpe		■					■
le filet trémail	■	■					
le filet tollo		■					
la ligne à main	■			■	■	■	■
le filet maillant du mulet				■	■		■
le filet sole			■	■	■	■	
La senne tournante	■						

Source: Données d'entretien de terrain, avril 2017

6.5.5 Les saisons, les pratiques et les lieux de pêche

Comme décrit dans les sections précédentes, la PA mauritanienne se distingue par une forte saisonnalité. Le ciblage du poulpe par exemple s'étale sur deux saisons particulièrement prisées par les pêcheurs. Il y a d'autres saisons comme celles dédiées à la pêche de la sole ou encore le thiof ou le mérou (dans les zones de Mouly et de PK 65).

Les pratiques liées à la pêche sont nombreuses et variées. Les pêcheurs recourent à des marées (sorties en mer) de deux jours lorsqu'ils ciblaient des poissons à écaille en utilisant la ligne à main. Il y a aussi la pêche de jour qui est plus répandue dans la zone et de coût relativement moindre.

Une embarcation prend, généralement, 5 personnes dont un capitaine qui est le responsable de la sortie (pour la pêche au poulpe, l'équipage est de 4 personnes car elle nécessite moins d'effort comparé aux autres métiers de pêches plus actifs). C'est le capitaine qui détermine les zones de pêche et les heures de départ et de retour à la côte.

A N'Diago, les pêcheurs vont jusqu'à 35 km au nord de la localité et environ 3km dans le large de la mer. « Le maximum qu'on peut atteindre est 7km de la côte » (entretien avec M.L, pêcheur, le 29.042017-camp de Mouly).

Cependant d'autres pêcheurs à N'Diago donnent d'autres indications en déclarant que leurs zones de pêche correspondent à 45-60km au nord de N'Diago et que le déplacement en mer atteint 9 km

(Discussion avec un groupe de pêcheurs à N'Diago, le 29.04.2017). Les moteurs utilisés sont souvent de 15cv 18 CV, ce qui indique que les zones de pêche ne sont pas trop éloignées.

En l'absence de service météo maritime comme il en existe à Nouakchott, les pêcheurs de N'Diago utilisent l'information diffusée par des Radio FM du Sénégal et en particulier de Saint-Louis. L'information est donnée toutes les heures et est qualifiée de pertinente par les pêcheurs. Pour améliorer l'accès à l'information sur la sécurité maritime, certains pêcheurs de N'Diago s'abonnent aux bulletins météo proposés par les téléphonies mobiles sénégalaises en particulier Orange.

6.5.6 Les captures et revenus

Les données sur les volumes et valeurs des captures sont généralement disponibles uniquement pour les zones (Nord, Centre, Nouakchott, Sud, etc.) et non de manière désagrégée pour renseigner sur les sites.

Au niveau de Nouakchott, les débarquements ont atteint en 53.861 tonnes par an. Ils connaissent des variations assez marquées d'une année à l'autre. Ainsi, ils sont passés de 60 070 tonnes en 2012 à 27 734 en 2013, 60761 en 2014 et 66 869 en 2015. La sardinelle est de loin la principale espèce débarquée à Nouakchott avec 61% des captures. Elle est suivie par le pageot commun (8%), le Pageot *à tache rouge* (4%), la courbine (4%), et la dorade grise (3%). Ces cinq espèces totalisent 80% des captures totales des unités de la pêche artisanale basées à Nouakchott.

Tableau 12 : Evolution des captures et valeurs correspondantes à Nouakchott

Principaux indicateurs	**2 012**	**2 013**	**2 014**	**2 015**	**Moyenne**
Volumes des captures en tonnes	60 077	27 734	60 761	66 869	53 861
Valeurs des captures MRO	15 112 604 285	6 976 666 580	14 811 195 300	16 821 147 231	13 430 403 349
Pirogues actives	1 288	1 451	1 180	1 293	1 162

Source: Baldo et al, 2017

Les résultats pour les autres sites sont présentés dans le tableau 13, ci-dessous

Tableau 13 : Volumes et valeurs des captures dans la zone sud (en 2015)

Site	**Volumes des captures (en tonnes)**	**Valeurs en MRO**
PK 28	3 307	1,65milliards
PK 65	849	424 millions
PK 93	3 307	1,6 milliards
PK 144	500	268 millions
N'Diago	3 620	1,8 Milliards

Source: Baldo et al, 2017

Concernant la rémunération des pêcheurs, elle se fait suivant les arrangements établis entre d'une part les armateurs (ou les mareyeurs qui les représentent) et les capitaines et les capitaines et pêcheurs d'autre part. Elle dépendra aussi de la pêcherie ciblée. Ainsi par exemple dans la pêche de la sole, tous les pêcheurs ont chacun la production d'un seul filet. Dans les campements lors d'une bonne campagne (de deux mois environ), un pêcheur peut gagner au minimum 250 000 MRO net soit environ 695$E.U (Discussion avec un groupe mareyeurs à N'Diago, le 30.04.2017).

6.5.7 Les mareyeurs et autres activités liées à la pêche

Les mareyeurs constituent un chainon essentiel de l'activité de la pêche artisanale en Mauritanie en général et dans la zone de l'étude en particulier. Le mareyeur finance les activités des pirogues et assure les conditions de vie des pêcheurs. Ce financement peut aller au-delà des sorties en mer pour couvrir l'achat de moteur et des engins de pêche voire la réparation des embarcations. C'est lui aussi qui décide de l'emplacement des campements quand c'est nécessaire de quitter les grands regroupements. En contrepartie de ses services, le mareyeur disposera du prix de première vente sur toute la production débarquée par les pirogues contractées. Les marges entre ces prix mareyeurs et les prix du marché peuvent être très importants (200 voire 300 MRO (0.83 $E.U /kg), mais pas en rapport aux facilités qu'apportent les mareyeurs surtout lorsqu'il s'agit des campements où manquent les moyens de transport, la glace et autres intrants indispensables pour cette activité.

A Nouakchott, le nombre de mareyeurs s'élevait en 2015 à 635 personnes réparties comme suit: 526 collecteurs, 95 exportateurs et 14 distributeurs[13] (Baldo et al, 2017).

A N'Diago, il y a actuellement 12 mareyeurs dont la moitié est originaire du terroir et qui commercialisent à Nouakchott auprès des usines de traitement (pour l'exportation) en premier lieu et secondairement à Saint-Louis en association avec des mareyeurs sénégalais.

Le mareyage peut être une activité très lucrative à N'Diago car la concurrence est faible et les besoins en financement des pêcheurs sont limités car il s'agit de professionnels qui gardent souvent leur matériel de pêche en bon état. Cependant le relatif éloignement du marché de Nouakchott (250Km), la disponibilité limitée des intrants (y compris la glace et l'appât), les difficultés d'ouverture sur le marché sénégalais voisin constituent des facteurs qui limitent le développement de cette activité.

6.5.8 La situation actuelle de la pêche

L'importance de la pêche artisanale pour l'économie du pays fait de ce secteur un enjeu majeur de la politique nationale relative à la gouvernance des ressources naturelles créant parfois une pression sur les acteurs avec l'objectif de maximaliser les bénéfices pour un pays marqué par la pauvreté de la moitié de sa population. De temps à autre, la décision politique porte sur des changements très forts qui bouleversent à priori les structures socioéconomiques de cette activité fortement capitalisée mais à technologie artisanale.

[13]Ces catégories se réfèrent à la loi 2009-172 sur le mareyage qui divise les acteurs en quatre catégories principales qui sont: i) les **mareyeurs financiers** qui arment et/ou financent les pirogues. ii) les m**areyeurs exportateurs :** sont des exportateurs individuels qui payent les services des usines pour l'exportation de leurs produit**s. ii i) les mareyeurs collecteurs (intermédiaires) :** financés par les usines ou par les mareyeurs exportateurs, V) les m**areyeurs distributeurs sur le marché intérieur (grossistes) :** Ils utilisent des camions frigos pour la distribution des produits à l'intérieur du pays et parfois dans le pays voisins (Mali et Sénégal).

En 2008, les autorités ont interdit l'exportation de produits frais de certaines espèces de haute valeur commerciale comme la courbine et le thiof pour favoriser la consommation locale et la sécurité alimentaire à travers l'accès financier à ces produits. Selon des évaluations économiques, cette mesure a été très préjudiciable aux acteurs commerciaux de ces filières et aux circuits de commercialisation en général (IMROP, 2010).

En 2017, une série de contrôle des pirogues a mis au chômage technique les pêcheurs sénégalais actifs dans la PA en Mauritanie alors que ceux-ci formaient l'essentiel des équipages au niveau de Nouakchott et dans les campements au sud jusqu'à N'Diago.

Lors de notre mission de terrain, nous avons observé que les campements étaient très affectés par le départ des Sénégalais qui formaient une main-d'œuvre qualifiée sur laquelle les mareyeurs mauritaniens comptaient pour l'approvisionnement des usines à terre. Ceci se ressentait bien à PK 144, à Mouly et à N'Diago.

Plusieurs usines de farine de poisson à PK 28 (dépendantes auparavant des équipages sénégalais affrétés) tournent actuellement au ralenti car elles trouvent difficilement l'approvisionnement.

6.6 Organisation sociale

Dans la zone de l'étude et hormis Nouakchott (où existe la fédération libre de la pêche artisanale), les acteurs de la pêche artisanale qui sont structurés sont uniquement les armateurs (dont certains sont des pêcheurs actifs) et les mareyeurs. Les pêcheurs non propriétaires d'embarcations constituent la majorité de la population active de ce secteur, mais ne sont pas organisés. Ils ne sont en fait qu'une main d'œuvre offrant sa force de travail, mais ne bénéficiant pas, le plus souvent, de l'encadrement utile pour leur promotion selon certains de leurs représentants (entretien avec A.Diop chef de coopérative à N'Diago le 01.05.2017). Certes, il y a eu dans le passé des initiatives pour l'organisation des pêcheurs, mais sans donner réellement de succès. Les affiliations ethniques et tribales restent donc un élément fondamental pour cette catégorie en termes d'accès à l'emploi en mer et l'obtention de meilleures conditions de travail auprès des capitaines ou des armateurs (Discussion de groupe à Mboyo le 27.04.2017).

A Nouakchott, la commission des filets tournants est l'organisation de base pour gérer la pêche effectuée par les pirogues de la senne tournante. Elle a vu le jour en 1991 pour réguler cette pêcherie et permettre la valorisation de la production de la sardinelle en instaurant un système de gestion par tour des sorties en mer pour les unités (dont le nombre s'élevait à 80 en avril 2016) en vue de maitriser l'offre pour avoir un meilleur niveau de prix. La commission a évolué vers une coopérative depuis 2010 pour avoir un statut officiel lui permettant la participation aux débats sur la politique de gestion de la pêche organisés par le Ministère des Pêches et de l'Économie maritime (MPEM) et aussi comme voie à l'éventuel appui qui pourra être fourni par celui-ci pour le renforcement technique ou lors des moments de crise.

Au niveau du mareyage, il existe une fédération des mareyeurs, mais son action d'organisation de l'activité est très limitée et est plutôt tournée vers le niveau institutionnel (représentation, lobying…).

Dans les campements, les mareyeurs jouent un rôle clef car les campements sont de leur initiative et c'est eux qui y assurent le fonctionnement total y compris le transport des captures vers les centres de commercialisation.

A N'Diago, les unités de pêche sont principalement familiales, mais le financement de l'activité est assuré en partie par les mareyeurs établis sur place et qui sont liés aux réseaux des usines frigorifiques et de traitement de Nouakchott.

Selon les données du terrain, l'expérience d'organisation des pêcheurs en coopératives, réalisée de 2006 à 2008 par la coopération espagnole au niveau de PK 93, a donné des résultats encourageants, mais montre que l'accompagnement administratif et technique devrait être sur une plus longue durée pour permettre aux pêcheurs d'acquérir des capacités de gestion, étant donne que la plupart d'entre eux ont eu une scolarisation limitée. Ceci nécessitera donc des interventions plus consolidées qui tiennent compte de ce facteur éducatif (Discussion de groupe de PK 93 le 25.04.2017).

Au niveau du climat social et politique, on peut noter qu'il existe une cohésion entre les différents acteurs (pêcheurs, mareyeurs, transformateurs, usiniers, etc.). Ainsi, très peu de conflits opposant ces catégories sont signalés y compris au niveau des tribunaux. Cependant les énormes disparités de revenus entre les acteurs, le caractère informel des engagements entre partenaires et le sentiment d'injustice ressenti par une partie des pêcheurs (notamment les plus qualifiés) constituent des risques forts pour la stabilité sociale de ce secteur. Les organisations de pêche et de mareyage citées plus haut ne sont pas traversées par les courants politiques et ne sont pas des expressions d'identités ethniques ou tribales.

Par ailleurs, quelques cas isolés de mésentente entre des pêcheurs des campements(en particulier au PK 144) et des individus de la tribu *Ehel Bouhoubeiny* (parmi la population locale des rivages de Nouakchott et le sud)[14]ont été soulignés.

7. Conclusion

La zone de l'étude comprend plusieurs établissements humains dont les principaux sont Nouakchott et N'Diago. En dehors de Nouakchott et N'Diago, les autres sites ont un peuplement saisonnier même si la tendance à la sédentarisation est manifeste comme c'est le cas par exemple de PK93. Les sites peu habités sont constitués principalement de campements.

La vie socioéconomique de cette zone est structurée autour de la pêche avec une intense activité attestée par des volumes de débarquements importants notamment à Nouakchott et à N'Diago. L'emploi généré par la pêche artisanale est important et se caractérise par l'entrée dynamique des femmes au niveau de la post capture. Les circuits de commercialisation des produits ont pour centre de gravité Nouakchott, mais des échanges existent aussi avec le Sénégal où des mareyeurs et mareyeuses disposent de réseaux commerciaux à Saint-Louis.

Parmi les nouveaux phénomènes signalés dans la pêche artisanale de la zone on peut noter deux éléments majeurs : la redynamisation du site de N'Diago comme point de débarquement avec le retour des pêcheurs locaux et le départ des pêcheurs sénégalais en 2017.

[14] Au nom du droit coutumier, ces éleveurs exigeaient des quantités de poisson à titre compensatoire de l'exploitation de leur «côtes». Ces incidents étaient réglées par des interventions de l'autorité administrative, mais ils ont, en tout cas, une valeur symbolique qui ne doit pas nous échapper.

8. Bibliographie et autres références

I. Références bibliographiques

1. Baldo, J., M.L. Abdel Hamid, A.D.Dia M. Labrador, M.Valles et B.Elabass. 2017. Etude sur la pêche artisanale en Mauritanie pour mutualiser les interventions de l'UE dans ce domaine. Nouakchott,
2. BONNARDEL. R., 1985. Vitalité de la petite pêche tropicale, pêcheurs de Saint-Louis du Sénégal, Paris éditions CNRS, collection mémoire et documents de géographie, 105 p.
3. Choplin A et F. Vincent.2015. Nouakchott, l'avenir pour défi Adaptation et mutation d'une ville vulnérable. Synthèse de l'atelier Nouakchott, Mauritanie, 2014.
4. Huberman MA,Miles MB (1991).Analyse des données qualitatives. Recueil de nouvelles méthodes. Bruxelles: De Boeck-Wesmael.
5. Ministère des Affaires Economiques et du Développement (MAED).2014. Profil de la pauvreté en Mauritanie.
6. Ministère de l'éducation nationale (MEN).2017. Annuaire des statistiques scolaires 2015/2016.
7. Office National de la Statistique (ONS).2017. Annuaire statistique 2015. Nouakchott.
8. Office National de la Statistique (ONS).2015. Recensement général de la population (2013). Chapitre 8 : Alphabétisation, scolarisation et fréquentation scolaire. Nouakchott.2015
9. Ould Dahmed, K et T. Ely. 2014. L'emploi dans le sous secteur de la pêche artisanale, MPEM, projet APAM.44 p.
10. IMROP.2010. Etude sur l'impact économique de la mesure d'interdiction d'exportation de certaines espèces de poisson. Cas des mareyeurs de Nouadhibou. 22p.
11. IMROP. 2014. Enquête cadre sur la pêche artisanale. IMROP. Nouadhibou.11 p.
12. Wagne, H. et C.B.Braham. 2016. Enquête cadre sur la pêche artisanale. IMROP. Nouadhibou.11 p.

II. Données d'entretiens ou communications

1. Campement du PK 28 au sud de Nouakchott.2017. Entretien avec M. Mohamed Lemine, mareyeur.
2. Village de Legweichich (PK 93). Entretien avec M. Moussa Gueye, le chef du village, réalisé par Moustapha Taleb le 24.04.2017.
3. Village de Legweichich(PK 93). Discussion avec un groupe de pêcheurs, réalisé par Moustapha Taleb le 25.04.2017.
4. Ministère des Pêches et de l'Economie Maritime. Marché de poisson de Nouakchott. Entretien avec M. Ahmed Mahmoud, directeur général, réalisé par Moustapha Taleb le 05.05.2017.
5. Village de N'Diago. Discussion avec un groupe de pêcheurs, réalisé par Moustapha Taleb le
6. 29.04.2017.
7. Village de Mboyo. Discussion avec un groupe d'habitants à Mboyo, réalisé par Moustapha Taleb le 27.04.2017.

8. Village de N'Diago. Discussion avec un groupe mareyeurs à N'Diago, réalisé par Moustapha Taleb le 30.04.2017.
9. Village de N'Diago. Entretien avec M.A. Diop, chef de coopérative à N'Diago, réalisé par Moustapha Taleb le 01.05.2017.

9. Annexes

Annexe 1

Liste des personnes rencontrées

Noms	Fonction	Contact
PK 28		
Samba O Dembi	Président de l'association des transformateurs	
Babe O Messoud	mareyeur	
Houssein	Capitaine	
Mohamed O Salem	Capitaine	36359390
PK 93		
Ibrahima Dieye	Pêcheur	
Omar Sarr	Pêcheur	
Ba Ousmane	Pêcheur	
Abdoul Aziz Niang	Pêcheur	
Elgawi O ahmedVall	Pêcheur	
Ahmed Vall Meissara Diop	Pêcheur	
Moussa Gueye	chef de village	
PK 144		
Cheikna O Seydina Ali	principal de la base des garde-côtes	
Mohamed Lemine O Moamed	mareyeur	
Mouly		
Moamed O Beyadh	Pêcheur	
Weden O Deya	Pêcheur	
Mohamed O Bah	Pêcheur	
Mohamed O Mohamed	Pêcheur	
Mohmamed O Elghaed	Pêcheur	
Elkotb	Mareyeur	
N'DIAGO		
Abdi O N'Diaye	coordinateurà la Mairie	4152206
Mamadou Ibrahima Gaye	ancien president des mareyeurs	
Madiop Gaye	enquêteur suppléant de l'IMROP	
Mahmouden Diop	président de l'association des mareyeurs	
Abdoussalam Diop	vice président de l'association des mareyeurs	
Saliou Diop	technicien supérieur, chef du poste de sante	47656903
Houlimata Gueye	pdte Association des transformatrices du poisson	
Roukaya Diop	pdte de la mutuelle des revendeuses du poisson	
ElhadjAdma Diop	notable et directeur école coranique	
Ousmane Moustapha Diop	pêcheur retraité	
Moussa Boubacar Diop	mareyeur	
Mboyo 1 et 2		
AichetteouCheikhSidatyDieye	commerçante	44270870
Fatou Omar N'diaye		
N'diawarMamattNiang		
N'Deye Fall N'Diaye		
Aida N'Diaye		
Cheikh Sow	Pêcheur	41185629
Assane N'Diaye	Pêcheur	46912205
Mohamed Diallo	agriculteur	46534829

Noms	Fonction	Contact
MassadaN'Diaye	Pêcheur	44279870
DaoudaCisse		49270704
SeydouN'diaye	Pêcheur	44023267
Ousmane Diallo	Pêcheur	47751696
Ibrahima Sow	Pêcheur	48641204
Mamedy Diallo	Pêcheur	48467998
Diahos 1 et 2		
Babe Mohameden O Houmeid	instituteur	Diahos 1
NdiorDieng	commerçant	Diahos 2
Sidi O Amar	commerçant	Diahos2
MoctarM'bareck	Pêcheur	
DoudouDieye	Pêcheur	
Yerg O Houmeid	Infirmier d'Etat	Diahos2
Yahya Chegran	commerçant	Diahos 2
YounessN'diagne	Pêcheur	Diahos 1
CheikhDieng	Pêcheur	Diahos 1
Doudou Seck Dieng	Pêcheur	Diahos 1
MouratN'diay	Pêcheur	Diahos 1
Tal Sall	Pêcheur	
Mahfoudh O Hemer	agriculteur	Diahos 2
Ibrahim Seck	Pêcheur	Diahos 1
N'dey Fall	infirmière	Diahos 1
Souleymane Dadah	commerçant	Diahos 2
Yahya Yatim	commerçant	Diahos 2
Lorme		
Ibrahima Sow	Eleveur	
Moussa Sow	Eleveur	

Annexe 2

Liste des localités visitées

Localite	Lat	Long
Nouakchott	391 282,59	2 003 014,95
PK 28	389446,5114	1964474,569
PK 65	385158,3207	1937675,709
PK 93	372966,0207	1902322,786
PK 144	356683,4541	1864560,703
Mouly	345820,0032	1824404,998
N'diago	338417	1788108
Mboyo1	339395	1782354
Mboyo2	338633	1781727
Diahos 1	343298	1780390
Diahos 2	342593	1782186
Lorme	338985	1780009

Annexe 3

Approvisionnement en eau dans la zone de l'étude

NOUAKCHOTT	Alimentation en eau potable depuis l'Aftout
PK 28	Projet d'alimentation d'eau potable
PK 65	Pas d'eau. Mais à 5 km du transfert de l'Aftout.
PK 93	Pas d'eau. Mais à 16 km du transfert de l'Aftout/livraison par camion depuis Tiguint
PK 144	Pas d'eau. Mais à 30 km du transfert de l'Aftout/livraison par les voitures des mareyeurs
N'Diago	Alimentation en eau potable depuis la station de traitement de Biret.

ANNEXE E-4 : RAPPORT SUR LES COMMUNAUTÉS DE PÊCHEURS DANS LA PORTION SÉNÉGALAISE DE LA ZONE D'ÉTUDE RESTREINTE DU PROJET

Etude d'Impact Environnemental et Social du projet Ahmeyim / Guembeul de production de gaz

Etude sur les communautés de pêcheurs dans la portion sénégalaise de la zone d'étude restreinte du projet Ahmeyim / Guembeul de production de gaz

Rapport Final

Préparé par

BaidyTALL

Pour

TROPICA Environmental Consultants

Liberté VI, Villa No. 8181 • BP 5335 Dakar-Fann SENEGAL
Tél. (221) 33 867 18 98 - Fax (221) 33 867 18 99
E-mail : tropica@tropica-ec.com

20 septembre 2017

Détails du projet et de l'étude	
Projet	EIES du Projet Ahmeyim/Guembeul de production de gaz offshore en Mauritanie et au Sénégal
Etude objet du rapport	Etude sur les communautés de pêcheurs dans la portion sénégalaise de la zone d'étude restreinte
Version du rapport	Finale (révisée)
Auteur du Rapport	Baidy TALL, Expert de Tropica

Liste de distribution		
Destinataire 1	Golder Associates	Directrice Projet du projet
Destinataire 2		

Signataires	
Production	Baidy TALL
Vérification :	Samba YADE, Coordonnateur projet, Tropica
Approbation :	Samba YADE, Coordonnateur projet, Tropica
Date de transmission :	20 septembre 2017

Ce rapport a été élaboré par Tropica Environmental Consultants (Tropica), dans le cadre d'une sous-traitance avec Golder Associates, pour une contribution à la description des conditions environnementales de base, une partie de l'étude d'impact environnemental et social (EIES) du projet Ahmeyim/Guembeul de production de gaz offshore en Mauritanie et au Sénégal, initié par Kosmos Energy Mauritania (KEM) et Kosmos Energy Senegal (KES).

Il est préparé (1) par M. Baidy TALL, sociologue et environnementaliste ; (2) suivant les termes de référence de Tropica et (3) avec des données et informations obtenues à partir de la littérature et d'investigations de terrain. En préparant ce document, Tropica et son expert ont mis en œuvre leurs compétences, leur professionnalisme, des soins et une diligence raisonnables.

Les données et informations contenues dans le document sont basées sur des visites de sites, des interviews de personnes compétentes, la revue de documents et le retour d'expériences dans des études et projets similaires.

En tout état de cause, Tropica n'endosse aucune responsabilité découlant de l'utilisation du contenu de ce rapport par toute personne autre que son ou ses destinataire(s).

ADC	Agence de Développement Communal
AMP	Aire Marine Protégée
ANACIM	Agence Nationale de la Navigation Civile et Maritime
ANER	Agence Nationale de l'Electrification Rurale
ARD	Agence Régionale de Développement
ASUFOR	Association des Usagers de Forage
CEM	Collège d'Enseignement Moyen
CNCAS	Caisse Nationale de Crédit Agricole du Sénégal
CPC	Comité de Pêche de Cayar
CRG	Comité Restreint de Gestion
CVS	Comité de Vigilance et de Sécurité
DITP	Direction des Industries de Transformation des Produits de la Pêche
CLPA	Conseils Local de Pêche Artisanale
COOPEL	Coopérative Pêche de Léona
DPM	Direction de la Pêche Maritime
EIES	Etude d'Impact Environnemental et Social
FENAMS	Fédération Nationale des Mareyeurs du Sénégal
FMDF	Filet Maillant Dérivant de Fond. FMDS
FMDS	Filet Maillant Dérivant de Surface
GIE	Groupement d'Intérêt Economique
JICA	Agence Japonaise de Coopération Internationale
MPEM	Ministère de la Pêche et de l'Economie Maritime
OAV	Office Alimentaire Vétérinaire
SIRN	Société Industrielle de Réparation Navale
REMICA	Regroupement des Mareyeurs Industriels de Cayar
SRPS	Service Régional de la Pêche et de la Surveillance
TdR	Termes de Référence
UGB	Université Gaston Berger
VCE	Valeur Commerciale Estimée

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX V
LISTE DES FIGURES V
LISTE DES PHOTOS V
1.0 INTRODUCTION 1
1.1 Contexte de l'étude 1
1.2 Approche méthodologique 1
2.0 LOCALISATION DES COMMUNAUTÉS DE PÊCHEURS DANS LA ZONE D'ÉTUDE RESTREINTE 2
3.0 CARACTÉRISTIQUES SOCIOÉCONOMIQUES DES COMMUNAUTÉS DE PÊCHEURS DE LA ZONE DE SAINT-LOUIS 2
3.1 Caractéristiques géographiques, historiques et socioéconomiques du quartier Guet Ndar 7
3.1.1 Caractéristiques géographiques et historiques de Guet Ndar 7
3.1.2 Caractéristiques socioéconomiques de Guet Ndar 7
3.2 Caractéristiques géographiques, historiques et socioéconomiques du quartier Ndar Toute 9
3.2.1 Caractéristiques géographiques et historiques de Ndar Toute 9
3.2.2 Caractéristiques socioéconomiques de Ndar Toute 9
3.3 Caractéristiques géographiques, historiques et socioéconomiques du quartier Goxxu Mbacc 10
3.3.1 Caractéristiques géographiques et historiques de Goxxu Mbacc 10
3.3.2 Caractéristiques socioéconomiques de Goxxu Mbacc 10
3.4 Caractéristiques géographiques, historiques et socioéconomiques du quartier Hydrobase 11
3.4.1 Caractéristiques géographiques et historiques d'Hydrobase 11
3.4.2 Caractéristiques socioéconomiques d'Hydrobase 11
3.5 Description détaillée de l'activité et des acteurs de la pêche dans la Langue de Barbarie 11
3.5.1 L'importance de l'activité de pêche sur la Langue de Barbarie 11
3.5.2 Dynamique organisationnelle des communautés de pêcheurs de la Langue de Barbarie 26
3.5.3 Le leadership féminin en milieu pêcheur dans la Langue de Barbarie ... 29

4.0 CARACTÉRISATION DES AUTRES COMMUNAUTÉS DE PÊCHEURS DANS LA ZONE D'ÉTUDE RESTREINTE 30
4.1 La communauté de pêcheurs de Cayar 30
4.2 La communauté de pêcheurs de Fass Boye 33
4.3 La communauté de pêcheurs de Mboro Ndeundekat 35
4.4 La Communauté de pêcheurs du département de Louga 36
4.4.1 Niayam (Potou) 36
4.4.2 Lompoul sur Mer 38
5.0 CARACTÉRISATION DES COMMUNAUTÉS DE L'ILE BOPP THIOR 40
BIBLIOGRAPHIE 43
ANNEXE : FICHES ETABLISSEMENTS HUMAINS 45

Liste des tableaux

Tableau 1: Données sur les débarquements de produits halieutiques à Saint-Louis 12
Tableau 2: Les espèces les plus débarquées à Saint-Louis et leurs valeurs commerciales 12
Tableau 3 : Mises à terre mensuelles par espèces (tonnes) et leurs valeurs commerciales pour la région de Saint-Louis 13
Tableau 4 : Données statistiques sur le parc piroguier de pêche à Saint-Louis 16
Tableau 5: Mises à terre et valeurs commerciales pour différentes espèces de poissons en 2014 pour la région de Saint-Louis 17
Tableau 6: Mise à terre et valeur commerciale pour différentes espèces de poissons en 2015 pour la région de Saint-Louis 17
Tableau 7 : Saisons de pêche et espèces en présence dans la zone de Saint-Louis 22
Tableau 8 : Acteurs, équipements et Infrastructures de pêche à Saint-Louis 24
Tableau 9 : Revenu mensuel moyen des chefs d'unités de pêche à Saint-Louis 25
Tableau 10: Présentation des associations de pêcheurs de la Langue de Barbarie 27
Tableau 11: Mises à terre et valeur commerciale entre 2012 et 2016 à Cayar 31
Tableau 12: Acteurs, infrastructures et équipements de pêche à Cayar 31
Tableau 13: Données statistiques sur les débarquements à Fass Boye (2016) 34
Tableau 14: Acteurs, infrastructures et équipements de pêche à Fass Boye 34
Tableau 15: Acteurs, infrastructures et équipements de pêche à Mboro 36
Tableau 16 : Données sur les acteurs, infrastructures et équipements de la pêche à Potou 37
Tableau 17: Données statistiques sur les débarquements à Niayam (Potou) 38
Tableau 18: Données sur la pêche à Lompoul sur mer 39
Tableau 19: Données statistiques sur les débarquements à Lompoul sur Mer 40

Liste des figures

Figure 1: Carte des localités abritant des communautés de pêcheurs dans la zone d'étude restreinte. 4
Figure 2 : Localisation des quartiers de Saint-Louis 6
Figure 3: Carte de localisation d'infrastructures de la chaine de valeur pêche à Saint-Louis 20
Figure 4: Carte de localisation de l'île Bopp Thior 41

Liste des photos

Photo 1 : Pirogues à Guet Ndar (gauche) et Goxxu Mbacc (droite). 16
Photo 2 : Site de transformation (gauche) et activité de mareyage (droite) à Saint Louis. 19
Photo 3 : Campement de pêcheurs guet ndariens à Niayam. 22
Photo 4 : Sites de transformation d'Hydrobase (gauche) et Guet Ndar (droite). 24
Photo 5 : Nouveau site de transformation et quai de débarquement de produits halieutiques de Fass Boye. 34
Photo 6 : Nouveau Quai de pêche de Niayam Potou. 36
Photo 7 : Campements de pêcheurs Guet Ndariens à Niayam. 37
Photo 8 : Quai de pêche (gauche) et aire de transformation (droite) de Lompoul. 39
Photo 9 : Mangrove de l'Ile Bopp Thior. 40

Annexe

ANNEXE : FICHES ETABLISSEMENTS HUMAINS

1.0 Introduction

Le présent rapport est une contribution à l'étude d'impact environnemental et social (EIES) du projet « Ahmeyim/Guembeul production de gaz ». Il est élaboré par Tropica Environmental Consultants (Tropica) et porte sur la caractérisation des communautés de pêche dans la partie sénégalaise de la zone d'étude restreinte de l'EIES qui comprend plusieurs localités de la Grande Côte.

1.1 Contexte de l'étude

Le Sénégal a une longue tradition de pêche, une activité dont l'importance socio-économique n'a cessé de croître au cours des dernières décennies (Sonko, 2007). Dans le même temps, les caractéristiques de la pêche au Sénégal ont beaucoup évolué ; l'activité traditionnelle (Camara, 2008) a rapidement évolué sous l'effet des nouvelles technologies (Laloe et Samba, 1990) et du développement de la pêche piroguière (Le Roux, 2005).

La pêche artisanale maritime est la composante la plus dynamique du secteur et la plus importante en termes de retombées socioéconomiques. En effet, elle constitue une importante source de revenus tout en contribuant à l'alimentation de la population nationale. Par ailleurs la pêche artisanale induit le développement de nombreuses activités connexes dont le mareyage, la transformation et le transport sont parmi les plus importantes.

La Grande Côte ou la partie nord (de Cayar à Saint-Louis) du littoral sénégalais, abrite plusieurs localités de pêche dont Cayar et Saint-Louis qui font partie des plus dynamiques du pays.

Cependant, durant ces dernières années, la pêche maritime artisanale sénégalaise connait quelques difficultés liées à la rude compétition des bateaux de pêche industrielle étrangère, à la pêche illicite, non déclarée et non réglementée, à la raréfaction des ressources halieutiques et aux effets du changement climatique (Gueye,2016). La principale contrainte serait liée au niveau (déjà atteint) de pleine exploitation de l'essentiel du patrimoine halieutique (Commune de Saint Louis, 2010).

C'est dans ce contexte que les découvertes récentes de gaz et de pétrole offshore et les perspectives de leur exploitation sont apparues.

1.2 Approche méthodologique

Rappel des objectifs et de la portée de l'étude

Il s'agit principalement dans ce travail de fournir un portrait détaillé des « Communautés de pêcheurs dans la portion sénégalaise de la zone d'étude restreinte du projet Ahmeyim/Guembeul de production de gaz ». Les TDR demandent que l'accent soit beaucoup mis sur celles de Saint-Louis. Ce rapport fournit des informations désagrégées sur l'activité de pêche, y compris la population de pêcheurs, leur organisations et pratiques ; le parc de pirogues et les immatriculations ; les activités liées à de la pêche et les acteurs qu'elles impliquent et leur organisation ; les revenus des acteurs de la pêche ; la sécurité des pêcheurs ; etc.

Méthodologie de collecte de données

La méthodologie adoptée dans le cadre de ce travail est articulée sur deux phases :

- ☞ Une phase de terrain qui a permis de visiter toutes les localités de la zone d'étude restreinte et certaines de la zone d'étude élargie comme l'Ile Bopp Thior. Ce travail de terrain a permis d'entrer en contact avec des personnes ressources qui ont fourni beaucoup d'informations sur les localités et communautés de pêcheurs. Au cours de ces visites, des entretiens ont été menés avec des autorités municipales, des chefs et des conseils de quartiers, des responsables d'organisations de pêcheurs et de femmes transformatrices, des services de la pêche, les conseils locaux de pêche artisanale (CLPA), etc. La mission de terrain a également été mise à profit pour visiter des institutions pour collecter de la documentation sur les sujets étudiés :

Université Gaston Berger (UGB) de Saint-Louis, Agence Régionale de Développement (ARD), Agence de Développement Communal (ADC), etc.

☞ Une phase de revue documentaire, d'analyse et de rédaction.

2.0 Localisation des communautés de pêcheurs dans la zone d'étude restreinte

Les communautés de pêcheurs dans la zone d'étude restreinte de l'EIES, telle que définie dans les termes de référence (TdR) de ladite étude, sont représentées sur la figure suivante. Du nord au sud elles sont les suivantes : Saint-Louis, Potou, Lompoul, Fass Boye, Mboro, Cayar et Dakar. Toutes ces localités qui sont présentées à la figure 1, ont été étudiées, avec un accent particulier sur celle de Saint-Louis, conformément aux prescriptions des TdR de l'étude. Les caractéristiques de ces localités, les communautés de pêcheurs et les activités de pêche dans ces localités sont décrites dans ce qui suit.

3.0 Caractéristiques socioéconomiques des communautés de pêcheurs de la zone de Saint-Louis

Les communautés de pêcheurs dans la ville de Saint-Louis sont intimement liées à la Langue de Barbarie qui abrite les quartiers de pêcheurs.

Historique et peuplement de la Langue de Barbarie et des autres quartiers de Saint-Louis

La commune de Saint-Louis a connu une urbanisation qui fait distinguer quatre grandes entités : l'Ile, la Langue de Barbarie et le faubourg de Sor et, récemment, la périphérie communale (quartiers de Khor, Bango et Ngallèle). Cette division symbolise les différentes étapes de la croissance urbaine de la commune. La population est inégalement répartie entre ces quatre secteurs sur un espace urbain 4.579 ha dont 943 ha de plan d'eau.

Grâce à des conditions naturelles favorables à l'activité de pêche, des populations du village d'Aje, dans le Walo[1], sont venues s'installer sur la Langue de Barbarie. Bonnardel (1985) explique que l'implantation des pêcheurs sur la Langue de Barbarie remonte au XVIe siècle. Au milieu du XVIIe siècle, à la veille de la fondation du comptoir français dans l'île de Saint-Louis (1659), la Langue de Barbarie était à peu près déserte et servait de pâturage aux troupeaux des éleveurs maures. Dès cette époque, vers le sud du quartier actuel de Guet-Ndar, s'installait chaque année, de février à mai, un campement de pêcheurs venus du Walo. Les premiers séjours de ces derniers sur la Langue de Barbarie dateraient du milieu du XVIe siècle, donc ils seraient antérieurs à la fondation du comptoir de Saint-Louis. Ces pêcheurs étaient en réalité des paysans pêcheurs dans leurs villages de la basse vallée du fleuve Sénégal et échangeaient le poisson capturé dans le fleuve contre du sel et des dattes qu'apportaient les Maures. Les pêcheurs du Walo, pour accroître leurs moyens d'échange, migrèrent à la recherche de lieux de pêche plus productifs et c'est ainsi qu'ils prirent l'habitude de se déplacer saisonnièrement vers l'aval du fleuve, jusqu'à proximité de l'embouchure pendant la morte saison agricole.

C'est ainsi que des cultivateurs-pêcheurs du Walo décidèrent d'abandonner leurs terroirs d'origine pour venir s'installer sur la Langue de Barbarie. Une grande partie de la communauté s'établit alors à Guet-Ndar, quelques familles s'établirent à Ndiago (au nord de la Langue de Barbarie) et d'autres choisirent de remonter jusqu'au Gandiol. Ils furent exclusivement des pêcheurs fluviaux, et ce n'est que bien après leur installation à Guet-Ndar qu'ils ont commencé à pratiquer la pêche maritime, au XIXe siècle.

La Langue de Barbarie est une bande de sable d'une longueur de 24 Km et d'une largeur de 250 m, isolant le fleuve de l'océan dans la dernière partie de son cours, sur une distance très variable dans le temps. Elle abrite les quatre quartiers de pêcheurs de Saint-Louis que sont, du nord au sud : Goxxu Mbacc, Ndar Toute, Guet Ndar et Hydrobase.

[1]Le Walo est une région historique du Sénégal située à une centaine de km au nord-est de Saint-Louis

Avec le développement d'activités économiques aux environs de l'embouchure, la population s'est fixée progressivement et Guet Ndar commença à grandir. Ce quartier abrite à la fois, les habitations et leurs activités.

Guet Ndar symbolise le site primitif et le noyau de la Langue de Barbarie. En 2014, le recensement effectué par le Conseil de Quartier de Guet Ndar fait état d'une population de 26.000 habitants dont 12.246 hommes et 13.754 femmes. Ce quartier abrite à la fois, les habitations et leurs activités.

Déjà en 1829, avec le retour des français, le premier plan d'aménagement fût réalisé et l'Ile Nord fut créée en 1829. Après l'Ile, Ndar toute fut créé en 1846 dans l'objectif de désengorger l'Ile et Guet Ndar qui commençaient à s'étouffer déjà. La toponymie locale lui réserve le nom de Santhiaba ou ville neuve qui évoque sa récente création par rapport aux vieux noyaux urbains. Ndar Toute était un lieu de villégiature et de détente pour les habitants de l'Ile. Ndar Toute fut proclamé en 1849 « village de liberté » et accueillent les esclaves émancipés (SY, 2013). Ce quartier est subdivisé en deux sous quartiers : Bas Ndar Toute et Haut Ndar Toute.

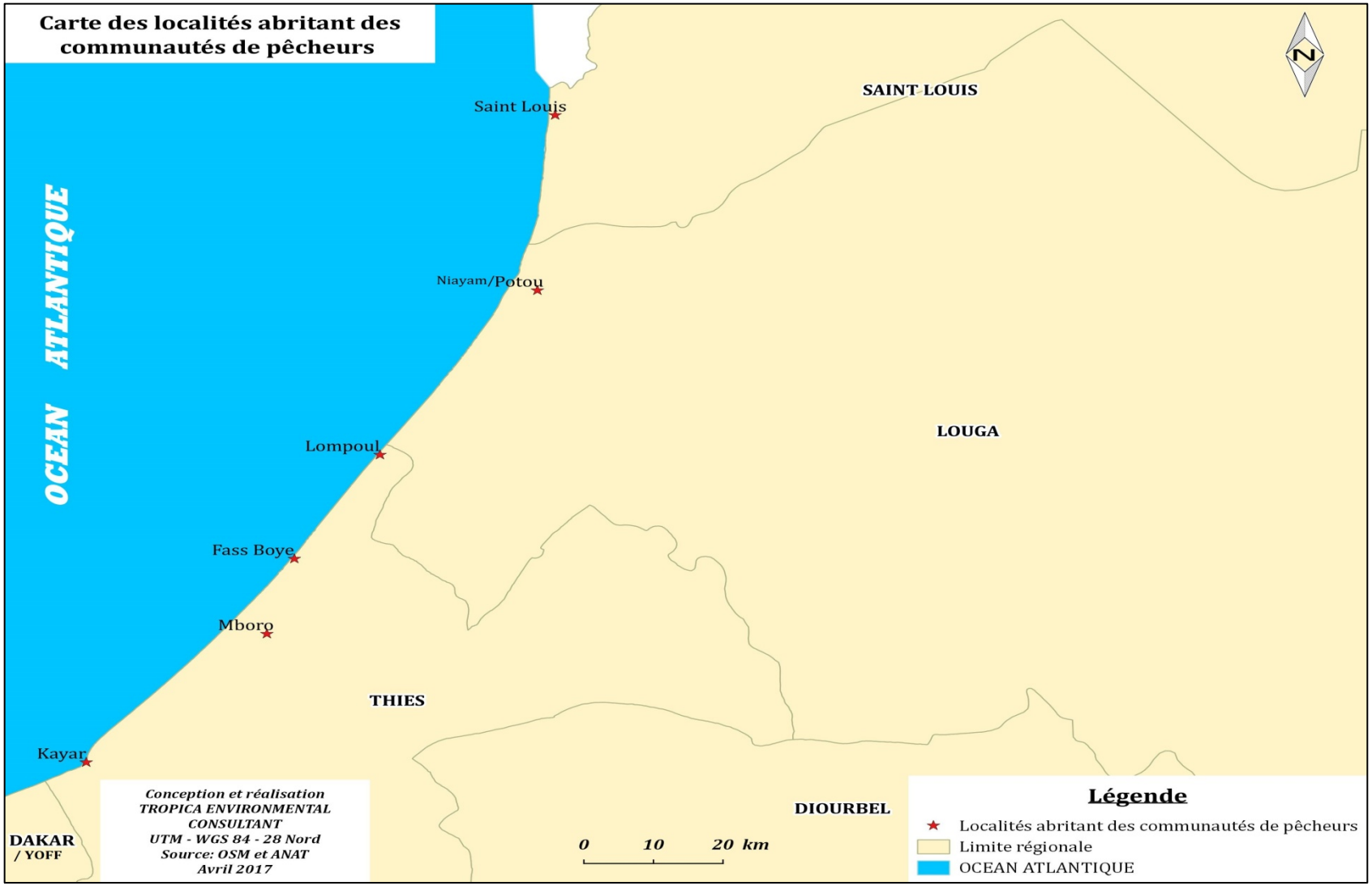


Figure 1 : Carte des localités abritant des communautés de pêcheurs dans la zone d'étude restreinte

La saturation de l'Ile a poussé les autorités coloniales à lotir Bas Ndar Toute (un sous quartier de Ndar Toute) sur la Langue de Barbarie, en 1886 et à créer le quartier Sor, appelé à l'époque « Bouet Ville » et qui est devenu le site d'extension préférentielle de la ville. Le premier lotissement dans le quartier Sor est intervenu en 1899 (route de Khor). Ainsi, l'espace urbain de Saint-Louis était divisé en trois zones : l'Ile de Saint-Louis, la Langue de Barbarie et le Faubourg de Sor. Ces trois zones, séparées par des cours d'eau, ont posé de sérieux problèmes de liaisons. C'est ainsi que le pont réalisé sur le fleuve en 1865 fut remplacé par l'actuel Pont Faidherbe en 1897.

Face au surpeuplement des quartiers établis sur la Langue de Barbarie, le quartier Hydrobase fut créé en 2012 pour servir de retrait pour les populations de Guet Ndar. Auparavant, c'est dans la même optique de désengorger Guet Ndar que Goxxu Mbacc fut créé en 1884 par les autorités coloniales de Saint-Louis (Profil environnemental de la ville de Saint-Louis, 2005).

La figure 2 ci-dessous fait ressortir les différents quartiers de la Langue de Barbarie et ceux des autres secteurs de la Commune de Saint-Louis : l'Ile, Sor et la périphérie communale.

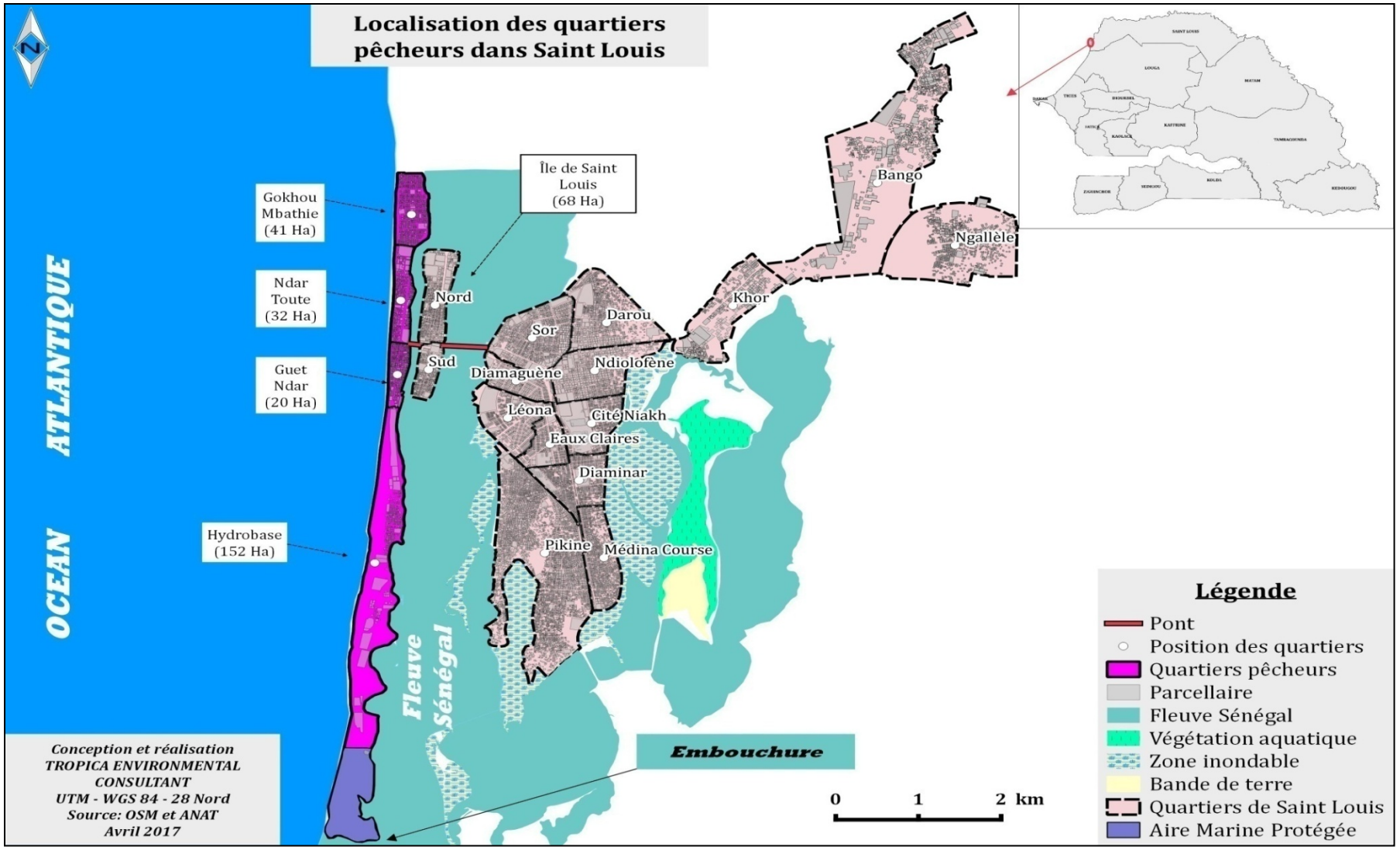


Figure 2 : Localisation des quartiers de Saint-Louis

3.1 Caractéristiques géographiques, historiques et socioéconomiques du quartier Guet Ndar

3.1.1 Caractéristiques géographiques et historiques de Guet Ndar

Le quartier Guet Ndar est situé au sud de la Langue de Barbarie. Il s'étend sur 1 km, entre l'Océan Atlantique et le petit bras du fleuve Sénégal, depuis le pont Moustapha Malick Gaye et la Place de la République (place Pointe à Pitre) au Nord, jusqu'au cimetière au Sud.

Avec une superficie de 20 ha, le quartier Guet Ndar est subdivisé localement en trois sous quartiers :

- Dack est situé au Sud
- Ponde Khollé, un lieu qui était situé sur la colline (site de l'actuelle mosquée Baateri) qui servait à épier le colon, se situe au milieu
- Lodo (qui veut dire dans sa limite Nord) se situe tout à fait au Nord et est contigu à Ndar Toute

Le climat est de type semi tempéré, fortement influencé par les vents marin et fluvial. La végétation se limite aux filaos et quelques plantes herbacées halophiles sur le littoral sud.

Historiquement, Guet Ndar est considéré comme le plus vieux quartier de la ville de Saint-Louis. Il fut créé au milieu du XVI^{e} siècle deux siècles avant la découverte de la ville de Saint-Louis par des peuplades d'Adj (une localité située près de l'embouchure de la Falémé (PDQ de Guet Ndar, 2005), dont l'immigration se termina à Guet Ndar précisément à l'emplacement actuel de la mosquée de Ndeugueur.

Le nom de Guet Ndar proviendrait, selon la version la plus connue, de « Guet » qui signifie en Wolof pâturage, et de « Ndar » désignant Saint-Louis. Les peulhs qui habitaient l'Ile au niveau de la « garnison peulh » (actuel emplacement du Lycée Cheikh Omar Foutiyou Tall) faisaient traverser leurs troupeaux pour les faire paître sur l'autre rive. Une autre version attribue la paternité à Maguèye Marie qui fut le premier habitant originaire d'Adj.

Par le passé Guet Ndar a eu à traverser beaucoup d'événements malheureux et qui ont marqué le quartier. On peut en retenir quelques-uns particulièrement :

- Les épidémies de peste qui étaient survenues en 1914-1915 et 1929 qui avaient décimé une partie de la population et occasionné un déguerpissement massif vers des zones de recasement ainsi que la mise à feu du quartier,
- L'une des inondations les plus catastrophiques, survenue en 1950 et qui a causé d'importantes pertes en vies humaines,
- L'épidémie de choléra survenue en 1978 qui avait entrainé beaucoup de morts.

3.1.2 Caractéristiques socioéconomiques de Guet Ndar

Le peuplement de Guet Ndar est lié à un processus évolutif favorisé par une multitude de mouvements migratoires notamment ceux de l'extérieur vers l'intérieur du quartier. Les habitants du quartier Sud (dans l'Ile) avaient quitté leur localité pour s'installer à Guet Ndar suite à un arrêté du gouverneur colonial.

Le développement spatial de Guet Ndar est marqué par trois grandes étapes :

- La première concerne l'arrivée massive des populations saisonnières du Walo et du Cayor et des tanneurs mauritaniens vers le milieu du XVI^{e} siècle ;
- La deuxième fut marquée par les opérations appelées « seuk » qui signifie remblaiement en français ;

- La troisième est caractérisée par les mouvements de décongestionnement et de déguerpissement vers Hydrobase et Goxxu Mbacc qui ont débuté à la fin du XX^{e} siècle

Selon les données du recensement effectué en 2014 par le Conseil de quartier, Guet Ndar compte 26.000 habitants environs, dont 12 246 hommes et 13 754 femmes. Le nombre de ménages s'élève à 1 727 pour les trois sous quartiers de Guet Ndar. Les caractéristiques démographiques de ce quartier corroborent celles observées aussi bien au niveau communal que national, à savoir l'importante proportion des jeunes. Par rapport au genre, les femmes sont légèrement plus nombreuses que les hommes. Elles constituent 53,97 % de la population contre 46,3 % pour les hommes. Cela peut s'expliquer par la forte mobilité des hommes aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur du pays pour des raisons professionnelles (campagnes, marées), mais aussi, et dans une moindre mesure, au fait que la plupart des habitants qui périssent en mer (accidents, chavirements, noyades entre autres) sont des hommes.

Les campagnes et les marées sont des termes utilisés dans le jargon des pêcheurs et qui traduisent la migration de ces communautés à la recherche du poisson.

La campagne renvoie une migration pendant une longue période dans une zone pour profiter de la disponibilité de la ressource. La marée consiste à rester des jours voire des semaines en mer pour pêcher.

N'ayant pas subi l'influence chrétienne pendant l'époque coloniale, les habitants du quartier Guet Ndar sont des musulmans et disposent de 11 mosquées et de 17 écoles coraniques. La population est majoritairement composée de Wolofs.

Guet Ndar dispose de deux écoles primaires qui ont largement dépassé leur capacité d'accueil, d'un poste de santé fonctionnel et de deux pharmacies privées.

Le niveau d'instruction de la population du quartier n'est pas très élevé. L'homme étant toujours façonné par son milieu d'appartenance, il convient de préciser que la faiblesse du niveau de scolarisation des populations de ce quartier est liée, en grande partie, au fait que l'environnement physico social ne favorise pas toujours chez l'enfant guet ndarien un intérêt pour les études. Autrement dit, du fait de la proximité de la mer et du contact précoce que l'enfant guet ndarien a avec l'argent, les parents éprouvent d'énormes difficultés à amener ou maintenir leurs enfants à l'école, et la plupart d'entre eux préfèrent les faire travailler dans la pêche. Ainsi, Guet Ndar, tout comme les autres quartiers de la Langue de Barbarie, est confronté au problème de la déperdition scolaire.

La pêche constitue une activité très importante pour les populations des quartiers établis sur la Langue de Barbarie en général et de celle de Guet Ndar en particulier. Elle joue un rôle de pourvoyeur d'emplois, de source de revenus et d'alimentation pour cette communauté. Elle emploie en moyenne une population de 15 000 personnes dans la commune de Saint-Louis et génère des dizaines de milliards de francs CFA par an (Service Régional des Pêches de Saint-Louis, 2016).

Au niveau des quartiers de la Langue de Barbarie, 78% des ménages s'activent dans ce secteur en raison de 3 personnes par ménages en moyenne dans le seul quartier de Guet Ndar (NDIAYE, 2016). La pêche artisanale est majoritairement pratiquée par les Guet Ndariens. Sur la Langue de Barbarie, les jeunes et les adultes s'occupent de la pêche, des débarquements et de la vente du poisson (mareyage). Les femmes se chargent du ravitaillement des marchés de la ville et de la transformation du poisson. Les vieillards et les enfants s'emploient aux menus travaux de réparation du matériel de pêche.

Le type d'habitat à Guet Ndar est essentiellement constitué de constructions en dur. Mais cette situation n'est pas synonyme de confort car les maisons sont très exigües et les familles vivent très souvent à l'étroit, ce qui rend les conditions de vie parfois très difficiles. L'état des routes est assez chaotique et les maisons empiètent sur la chaussée. A l'image des autres quartiers, les moyens de transport qui desservent le quartier sont essentiellement constitués des bus communément appelés « Tata », des taxis, des véhicules « clandos », des cars rapides et des calèches. La plupart des maisons sont connectés au réseau de la SENELEC et disposent de postes TV, de radios, de cellulaires etc.

La section 3 du rapport présente les caractéristiques de la pêche et des activités connexes dans les quartiers de la Langue de Barbarie.

3.2 Caractéristiques géographiques, historiques et socioéconomiques du quartier Ndar Toute

3.2.1 Caractéristiques géographiques et historiques de Ndar Toute

Ndar Toute est l'un des quatre quartiers de la Langue de Barbarie. Il est limité au Nord par le quartier de Goxxu Mbacc, au Sud par le quartier de Guet Ndar, à l'Ouest par l'Océan et à l'Est par le petit bras du fleuve Sénégal. Il s'étend sur une bande d'environ 1,5 Km de long avec une superficie de 32 ha.

Le quartier Ndar Toute fait partie des plus vieux quartiers de la ville de Saint-Louis proclamé village de liberté en 1849 car il était destiné à accueillir les esclaves émancipés. Toutefois, c'est par arrêté du 08 décembre 1856 que le quartier fût créé par le Gouverneur Faidherbe dans le but de désengorger l'Ile. L'origine du nom du quartier provient du mot Wolof « Ndar Gou Ndaw » qui signifie le « petit Saint-Louis». Il est aussi appelé Santhiaba qui peut être traduit par « nouvelle ville ».

L'évolution du quartier a été rythmée par beaucoup d'évènements qui sont aujourd'hui inscrits dans la mémoire collective des populations. Parmi les grandes étapes de l'évolution du quartier on peut citer :

- Construction en 1857 d'un camp pour les tirailleurs sénégalais dénommé Camp Cazeilles afin de faire face aux incursions nocturnes des Maures Trarza ;
- Construction en 1875 du marché de Ndar ;
- Lotissement en 1886 de Bas Ndar Toute ;
- En 1920 le quartier devient le siège du gouvernement mauritanien jusqu'en 1960 ;
- En 1929 et 1930 une épidémie de choléra est intervenue ;
- Les graves inondations entre 1932 et 1950.

3.2.2 Caractéristiques socioéconomiques de Ndar Toute

Le peuplement du quartier Ndar Toute s'est fait par vagues successives et concernait généralement les populations venant de la vallée du Fleuve Sénégal et qui étaient constituées de Wolofs, Toucouleurs et Maures.

Avec une population de 11 644 habitants (Source : District sanitaire de Saint-Louis, 2016), Ndar Toute fait partie des quartiers les moins peuplés de la ville de Saint-Louis. Il est subdivisé en deux sous quartiers : le Bas Ndar Toute dans la partie sud (entre le pont Moustapha Malick Gaye et le marché de Ndar Toute) et qui est beaucoup plus peuplé que le Haut Ndar Toute constitué par la moitié nord du quartier.

Dans ce quartier, à l'image de la tendance communale et même nationale, la population est majoritairement composée de jeunes chez qui le niveau de scolarisation est assez faible. L'absence d'espaces pouvant abriter des aires de détente ou de jeux constitue un problème commun à tous les quartiers de la Langue de Barbarie.

Les problèmes de scolarisation ont trait à la baisse du niveau scolaire et à la déperdition scolaire. Ce phénomène est très fréquent dans la zone, comme le souligne le président du Conseil de quartier : *« la déperdition scolaire est un phénomène qui gangrène sérieusement le système éducatif à Ndar Toute. Les conditions de vie sont telles que certains parents préfèrent que leurs enfants aillent en mer au lieu de continuer les études. L'année dernière un cas a créé un tollé dans le quartier parce que le meilleur élève au collège d'enseignement moyen (CEM) de Ndar Toute a dû abandonner la même année parce que son papa a préféré l'amener en Mauritanie pour pratiquer la pêche. Tout le corps enseignant a déploré l'acte mais malheureusement personne ne pouvait ramener le papa à la raison »*

Au quartier Ndar Toute l'habitat est constitué de constructions en dur et comprend beaucoup de maisons à étage. La grande majorité des ménages dispose d'équipements modernes tels que des postes de télévision et de radio, des réfrigérateurs, des téléphones et dans une moindre mesure des voitures (PDQ de Ndar Toute, 2004). Les moyens de transport sont essentiellement constitués de bus dits TATA (nom de la marque), de cars rapides, de taxis, de « clandos » et de calèches.

3.3 Caractéristiques géographiques, historiques et socioéconomiques du quartier Goxxu Mbacc

3.3.1 Caractéristiques géographiques et historiques de Goxxu Mbacc

Goxxu Mbacc est limité au Nord par Sal Sal, la zone qui matérialise la frontière qui sépare le Sénégal et la Mauritanie, au Sud par le quartier Ndar Toute, à l'Ouest par l'Océan Atlantique et à l'Est par le petit bras du fleuve Sénégal.

Le quartier est né dans le cadre d'une politique de décongestionnement de Guet Ndar, initiée par la commune de Saint-Louis. Sur le plan géophysique, Goxxu Mbacc fait partie des quartiers les plus sensibles à l'érosion marine qu'il subit avec une intensité accrue. Tout dernièrement des maisons ont été englouties dans les eaux et une partie du quai de pêche est gravement menacée de destruction.

3.3.2 Caractéristiques socioéconomiques de Goxxu Mbacc

Avec une population estimée à 23 288 habitants (District Sanitaire de Saint-Louis, 2016), Goxxu Mbacc est classé dans la catégorie des quartiers très peuplés de la commune de Saint-Louis. Dans cette catégorie, Goxxu Mbacc vient derrière Pikine et Guet Ndar. A l'instar des autres quartiers de la ville de Saint-Louis, les données sur la structure de sa population montrent que le quartier est majoritairement composé de jeunes. Par rapport à la question du genre, le Conseil de quartier révèle une légère supériorité des femmes par rapport aux hommes.

Le niveau d'instruction de la population, à l'image des autres quartiers de la Langue de Barbarie, n'est pas élevé. Le quartier de Goxxu Mbacc connait une déperdition scolaire assez inquiétante. Les jeunes quittent très tôt l'école pour s'adonner à la pêche. Les femmes aussi abandonnent l'école très tôt soit pour se marier ou pour s'engager dans les activités liées à la pêche comme le micro-mareyage ou la transformation artisanale. Selon certaines personnes ressources interviewées, le principal problème qui se pose est moins la non scolarisation des enfants que leur maintien à l'école.

Par rapport au type d'habitat, le constat est que les maisons sont majoritairement en dur même si par endroits on découvre des maisons en baraque et que dans certaines maisons les populations vivent trop à l'étroit. L'infrastructure routière est constituée, essentiellement, de la route qui passe par l'ensemble des quartiers de la Langue de Barbarie, de quelques rues transversales et des ruelles. Les moyens de transport les plus en usage sont des véhicules dits « clando », des taxis, des bus « Tata » et des calèches. La grande majorité des maisons sont connectés au réseau de la SENELEC(électricité) et la SDE (eau). Il existe un GIE Collecte, Evacuation et Traitement des Ordures Ménagères (CETOM) qui assure le ramassage des ordures ménagères (PDG de Goxxu Mbacc, 2003).

3.4 Caractéristiques géographiques, historiques et socioéconomiques du quartier Hydrobase

3.4.1 Caractéristiques géographiques et historiques d'Hydrobase

Hydrobase constitue le dernier quartier officiel de la Langue de Barbarie. Il est situé entre Guet Ndar et le village de Fass Dièye. Le quartier est limité au Nord par le cimetière musulman de Guet Ndar, au Sud par le village de Fass Dièye, à l'Est par le bras du fleuve Sénégal et à l'Ouest par l'Océan Atlantique.

Hydrobase est le plus récent sur la Langue de Barbarie. Il a été créé en 2002pour le désengorgement de Guet Ndar et des autres quartiers de la Langue de Barbarie. C'est ainsi que la plupart des Guet Ndariens sont venus habiter à Hydrobase. Cette situation fait que les habitants de Guet Ndar et ceux d'Hydrobase gardent des liens de parenté, puisque la plupart des habitants d'Hydrobase ont leurs familles d'origine à Guet Ndar.

3.4.2 Caractéristiques socioéconomiques d'Hydrobase

Avec une population d'environ 15 000 habitants (Source : Conseil de Quartier, 2017), Hydrobase commence à connaitre un peuplement assez rapide lié à son contexte un peu particulier par rapport aux autres quartiers de la Langue de Barbarie. En effet, Hydrobase concentre l'essentiel des infrastructures hôtelières de la Commune de Saint-Louis. Cela constitue un facteur qui attire les populations saint-louisiennes vers ce quartier.

Pour le type d'habitat, on y constate la présence de maisons de haut standing et un niveau de vie est assez élevé dans ce quartier comparé aux autres quartiers de la Langue de Barbarie. Hydrobase est desservie par une route principale très dégradée (mais qui est cours de réhabilitation), les moyens de transport sont essentiellement constitués de bus « Tata » nouvellement mis en circulation dans la ville, les taxis, les « clando » et les calèches. La quasi-totalité des maisons sont connectés au réseau de la SENELEC et de la SDE (Entretien avec le président du CDQ d'Hydrobase, 2017)

Sur le plan éducatif et sanitaire, Hydrobase dispose d'une école primaire fonctionnelle mais avec des difficultés et d'une case de santé.

3.5 Description détaillée de l'activité et des acteurs de la pêche dans la Langue de Barbarie

Comme il est indiqué dans le chapitre 3, la Langue de Barbarie abrite les quartiers de pêcheurs de la ville de Saint-Louis. L'activité de pêche et les acteurs qu'elle implique dans cette zone sont décrits dans ce qui suit.

3.5.1 L'importance de l'activité de pêche sur la Langue de Barbarie

Les populations de la Langue de Barbarie ont une longue tradition de pêche qui est favorisée par la présence de la mer et du fleuve. A Saint-Louis, la pêche artisanale maritime est pratiquée par les Guet Ndariens qui sont présents sur tout l'espace de la Langue de Barbarie. Cette activité mobilise un nombre important d'acteurs et fait de Saint-Louis la deuxième zone de pêche du Sénégal après la région de Thiès, en termes de débarquements des produits halieutiques mais également de parc piroguier (DPM, 2014).

Pour rappel, notons que la région de Thiès vient en première place sur la liste des zones de pêche les plus importantes du pays par rapport aux quantités de produits halieutiques mis à terre. Cette région abrite d'importantes localités de pêche comme Mbour, Cayar et Mboro.

Les débarquements à Saint-Louis sont évalués à environ 60 000 tonnes de poissons en 2014 pour une valeur commerciale estimée à près de 11 milliards de francs CFA (DPM, 2014). En 2015, ils ont été évalués à plus de 92 000 tonnes avec une valeur commerciale de plus de 13 milliards de FCFA. Le tableau 1 ci-dessous fournit des données quantitatives sur les débarquements à Saint-Louis.

Tableau 1 : Données sur les débarquements de produits halieutiques à Saint-Louis

Années	Mise à Terre (T)	Mareyage (T)	Consommation locale (T)	Transformation (T)	Produits transformés (T)	Valeur commerciale estimée (F CFA)
2013	71 446,95	49 224,00	2 595,00	19 627,95	6 542,00	11 725 893 000
2014	57 772,00	46 746,00	2 176,00	8 850,00	2 950,00	11 008 888 000
2015	92 652,90	64 616,10	2 689,65	25 347,15	8 449,05	13 379 547 000
2016	63 731,00	Données non obtenues	2 795,00	1 413,00	1 412,65	11 905 000 000
Total	285 602,85	160 586,10	10 255,65	55 238,10	19 353,70	48 019 328 000

Source : SRPS de Saint-Louis; extrait des résultats généraux de 1999 à 2016

Près de 80 % de ces mises à terre sont débarquées par les pirogues de sennes tournantes.
L'importance de ces mises à terre fait qu'aujourd'hui, Saint-Louis approvisionne en poissons frais et transformés toutes les régions du Sénégal et même des pays de la sous-région comme le Mali et la Gambie.

Tableau 2 : Les espèces les plus débarquées à Saint-Louis et leurs valeurs commerciales

		2016		2015		Évolution	
	Espèces	**Qté (tonnes)**	**VCE (x1000)**	**Qté (tonnes)**	**VCE (x1000)**	**Qté (%)**	**VCE (%)**
Poissons	Sardinelle ronde	17 328,50	2 079 420,00	26 111,80	3 816 557,00	-51%	-84%
	Maquereau espagnol	11 325,80	1 132 580,00	3 818,15	327 802,50	66%	71%
	Sardinelle plate	10 875,35	1 196 288,50	31 276,64	2 726 630,00	-188%	-128%
	Chinchard jaune	10 566,65	1 584 997,50	2 020,50	277 125,00	81%	83%
	Ceinture	2 989,70	1 494 850,00	2 899,73	2 139 562,50	3%	-43%
	Daurade grise	1 681,75	672 700,00	2,00	1 500,00	100%	100%
Crustacés	Crevette blanche	7,85	18 055,00	12,25	26 650,00	-56%	-48%
Mollusques	Volute	16,40	9 840,00	55,45	8 325,00	-238%	15%

Source : Rapport DPM 2016, Résultats généraux Pêche

Le tableau 3 qui suit présente les mises à terre mensuelles pour différentes espèces de poissons pendant l'année 2016 ainsi que leurs valeurs commerciales. Ces informations sont extraites du dernier rapport (2016) de la Direction des Pêches Maritimes.

Tableau 3 : Mises à terre mensuelles par espèces (tonnes) et leurs valeurs commerciales pour la région de Saint-Louis

ESPECES	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC	TOTAL	Prix/Kg	VCE X1000 FCFA
POISSONS															
ETHMALOSE	30,00	26,30	34,75	25,60	37,00	9,00	2,00	1,35	1,50	1,40	1,20	49,00	219,10	200,00	43 820,00
SARDINELLE RONDE	3 691,60	2 550,15	1 537,45	1 552,05	3 558,60	3 851,45	400,00	11,00	7,00	5,00	9,00	155,20	17 328,50	120,00	2 079 420,00
SARDINELLE PLATE	1 252,75	1 531,50	1 324,30	1 100,25	2 810,00	2 059,20	463,95	18,00	9,00	7,50	182,80	116,10	10 875,35	110,00	1 196 288,50
MAQUEREAU ESPAGNOLE	4 400,00	1 980,00	2 000,00	1 800,00	1 000,00	69,00	2,70	2,70	2,00	2,00	1,40	66,00	11 325,80	100,00	1 132 580,00
MAQUEREAU BONITE	0,00	0,00	7,00	8,00	7,00	2,00	1,55	0,90	0,70	0,50	0,60	1,50	29,75	250,00	7 437,50
THONINE (ravil)	750,00	500,00	371,50	142,70	421,50	102,50	53,20	28,05	23,00	11,75	6,50	24,50	2 435,20	300,00	730 560,00
BONITE A DOS RAYE	311,05	267,20	158,90	151,30	147,00	87,50	1,70	2,00	1,75	1,50	1,35	2,00	1 133,25	300,00	339 975,00
VOILIER	0,30	0,30	0,50	0,50	0,50	0,35	0,10	0,10	0,20	0,20	0,50	0,60	4,15	800,00	3 320,00
ESPADON	0,10	0,15	0,35	0,45	0,40	0,40	0,30	1,20	1,70	1,50	0,70	0,70	7,95	600,00	4 770,00
CHINCHARD JAUNE	2 031,00	2 133,00	1 451,00	1 500,60	2 000,00	804,70	100,45	77,30	75,00	53,60	37,00	303,00	10 566,65	150,00	1 584 997,50
CHINCHARD NOIR	218,50	161,30	157,00	133,60	145,50	85,50	11,50	8,00	3,90	2,40	0,90	1,20	929,30	125,00	116 162,50
GRANDE CARANGUE	2,00	1,40	1,50	1,30	1,50	1,00	0,65	0,70	0,80	0,60	0,70	0,80	12,95	350,00	4 532,50
PETITE CARANGUE	85,80	71,50	89,00	90,00	65,30	92,50	9,00	6,80	7,00	6,00	27,50	10,00	560,40	125,00	70 050,00
LICHE VADIGO	3,00	2,30	2,50	3,00	2,50	1,00	0,80	0,90	1,00	1,30	1,10	0,90	20,30	250,00	5 075,00
TRACHINOTE DE GOREE	0,10	0,25	0,35	0,50	0,60	0,70	0,30	0,50	0,70	0,80	1,00	1,00	6,80	300,00	2 040,00
CORDONNIER BOSSU	0,30	0,40	0,45	0,90	0,90	0,60	0,25	0,70	0,70	0,70	0,70	0,50	7,10	450,00	3 195,00
SERIOLE	0,10	0,10	0,10	0,25	0,25	0,40	0,30	0,30	0,50	0,50	0,90	1,20	4,90	900,00	4 410,00
SERIOLE COURONNEE	0,10	0,15	0,15	0,15	0,15	0,35	0,35	0,35	0,45	0,50	0,50	0,50	3,70	800,00	2 960,00
PRISTIPOME	0,30	0,50	0,60	0,75	0,75	0,90	0,50	0,50	0,60	0,60	0,60	0,60	7,20	300,00	2 160,00
CARPE BLANCHE	1,00	1,75	3,00	3,30	128,75	137,40	43,50	12,50	14,00	11,05	9,50	0,60	366,35	500,00	183 175,00
PELON	17,00	16,00	12,05	9,00	9,00	7,30	2,00	2,00	2,50	2,80	2,00	1,55	83,20	250,00	20 800,00
DAURADE GRISE	333,05	251,00	233,00	185,00	185,00	100,00	55,00	63,70	65,00	51,70	85,80	73,50	1 681,75	400,00	672 700,00
DIAGRAMME A GROSSE LEVRE	1,70	1,50	1,70	1,50	1,50	1,50	1,20	1,50	1,70	1,80	1,35	0,90	17,85	300,00	5 355,00
TASSERGAL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,00	35,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	63,50	900,00	57 150,00
MACHOIRON	3,50	4,00	1,90	2,70	12,00	3,00	7,00	1,70	1,80	2,00	1,40	2,90	43,90	300,00	13 170,00
MULET	36,50	21,00	18,00	21,50	34,50	22,05	16,50	11,00	12,40	13,70	19,00	9,00	235,15	450,00	105 817,50

ESPECES	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC	TOTAL	Prix/Kg	VCE X1000 Frs
POISSONS															
BADECHE	0,60	0,50	0,35	0,40	0,30	0,20	0,20	0,30	0,20	0,35	0,40	0,50	4,30	800,00	3 440,00
FAUSSE MEROU (THIOF)	2,00	1,30	1,10	0,80	0,30	0,80	3,20	9,10	6,00	1,90	3,60	2,00	32,10	4 000,00	128 400,00
MEROU GRIS	0,10	0,15	0,30	0,50	0,25	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	2,70	2 000,00	5 400,00
MEROU DE MEDITERRANEE	0,50	0,40	0,65	0,50	0,50	0,25	0,20	0,40	1,50	0,70	0,40	0,90	6,90	3 000,00	20 700,00
MEROU DE GOREE	0,45	0,40	0,40	0,40	0,30	0,30	0,30	0,30	0,45	0,30	0,30	0,30	4,20	1 000,00	4 200,00
MEROU ROUGE	0,30	0,35	0,45	0,35	0,35	0,30	0,30	0,30	0,40	0,40	0,40	0,30	4,20	1 200,00	5 040,00
CORYPHENE COMMUNE	6,00	5,00	8,35	9,00	11,40	9,00	6,60	9,00	7,00	2,00	0,50	0,80	74,65	600,00	44 790,00
CARPE ROUGE	0,30	0,30	0,40	0,40	0,40	0,50	0,50	0,50	0,60	0,50	0,50	0,50	5,40	1 200,00	6 480,00
AUTRES LUTJANUS	0,30	0,25	0,25	0,30	0,30	0,40	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,40	3,70	1 000,00	3 700,00
FAUX PERROQUET	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,30	0,30	0,30	0,40	0,40	0,40	0,60	4,70	400,00	1 880,00
BARRACUDA	1,80	1,60	1,50	2,00	41,50	28,30	8,70	5,40	4,00	3,00	2,70	1,30	101,80	600,00	61 080,00
CHASSEUR	0,50	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,50	0,40	0,40	0,40	5,00	250,00	1 250,00
OTHOLITHE EPAIS	1,00	0,80	0,90	1,00	1,30	1,50	1,20	1,00	1,20	1,50	1,40	1,70	14,50	500,00	7 250,00
OTHOLITHE NAIN	1,60	1,40	1,70	1,50	1,50	4,00	2,80	3,00	3,50	3,80	2,75	2,00	29,55	600,00	17 730,00
OTHOLITHE DU SENEGAL	1,00	1,00	2,00	1,80	1,80	2,00	2,00	5,05	6,00	4,00	0,30	0,90	27,85	400,00	11 140,00
OTHOLITHE BOBO	2,50	0,80	0,80	0,80	0,80	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	9,20	600,00	5 520,00
COURBINE	3,50	3,00	2,60	3,00	2,65	2,00	1,50	2,00	1,60	1,50	1,20	1,50	26,05	1 200,00	31 260,00
BOGUE	1,00	1,20	1,50	2,00	2,35	2,00	1,80	2,00	2,00	1,70	1,80	1,60	20,95	250,00	5 237,50
DENTE BASSE	1,00	1,00	0,80	0,70	0,70	0,60	0,75	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	8,55	750,00	6 412,50
DENTE A LONG FIL	0,90	0,80	0,70	0,50	0,50	0,40	0,40	0,50	0,60	0,80	0,90	0,70	7,70	1 200,00	9 240,00
DENTE A GROS YEUX	26,00	22,75	20,50	22,40	25,00	21,50	10,70	14,00	9,00	4,00	23,50	16,40	215,75	925,38	199 650,00
DORADE ROSE	37,50	31,00	27,40	28,00	28,00	30,70	21,35	195,90	100,35	6,00	32,00	27,50	565,70	1 000,00	565 700,00
DORADE ROYALE	0,40	0,50	0,50	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,60	0,60	0,60	5,60	900,00	5 040,00
DORADE GRISE	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,15	0,15	0,15	0,20	0,20	0,20	0,20	3,25	500,00	1 625,00
PAGRE DES TROPIQUES	0,10	0,25	0,30	0,40	0,40	0,50	0,70	0,80	0,70	0,90	0,90	0,70	6,65	1 000,00	6 650,00
PAGRE RAYE	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,40	0,50	0,60	0,75	0,75	0,90	5,10	1 000,00	5 100,00
PAGRE A POINTS BLEUS	41,05	35,00	31,00	33,50	27,60	33,55	19,00	15,50	13,70	5,00	4,00	4,00	262,90	1 200,00	315 480,00
SAR	5,00	4,00	3,40	3,00	3,00	3,65	3,50	3,80	2,00	2,80	2,00	8,55	44,70	700,00	31 290,00
PAGEOT	39,00	25,50	23,10	22,40	20,30	23,00	16,00	18,00	14,50	6,00	5,00	4,00	216,80	600,00	130 080,00

ESPECES	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC	TOTAL	Prix/Kg	VCE X1000 Frs
POISSONS															
MARBRE	0,80	0,50	0,60	0,50	0,50	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,60	0,45	5,95	300,00	1 785,00
DREPANE	2,00	2,40	2,70	3,00	3,00	8,80	5,00	3,00	3,50	1,40	1,10	0,90	36,80	200,00	7 360,00
CEINTURE	17,05	15,00	12,30	17,00	1 021,75	155,00	122,50	85,60	33,60	9,00	0,70	1 500,20	2 989,70	500,00	1 494 850,00
CONGRE	0,30	0,50	0,90	0,70	0,70	0,90	0,70	1,20	1,50	1,70	1,90	2,00	13,00	200,00	2 600,00
MURENE	1,10	1,20	1,05	1,10	1,10	1,60	1,10	1,20	1,30	1,40	1,30	1,50	14,95	150,00	2 242,50
DEMI-BEC	0,80	0,60	0,80	0,60	0,60	0,60	0,60	0,50	0,60	0,50	0,60	0,70	7,50	125,00	937,50
AIGUILLE CROCODILE	0,50	0,50	0,50	0,40	0,50	0,70	0,60	0,60	0,50	0,50	0,50	0,80	6,60	125,00	825,00
PLEXIGLASS	9,00	11,05	12,00	10,00	8,30	2,00	1,30	1,80	2,00	1,70	1,50	2,30	62,95	350,00	22 032,50
FRITURE ARGENTEE	47,50	30,25	32,45	24,00	25,00	13,00	11,00	13,00	15,00	4,00	1,40	1,60	218,20	100,00	21 820,00
ZEBRE	44,00	41,20	30,80	25,70	21,40	16,50	10,00	7,30	6,00	8,00	6,80	7,00	224,70	600,00	134 820,00
TURBOT	0,40	0,50	0,60	0,70	0,50	0,60	0,60	0,80	0,50	0,60	0,35	0,35	6,50	600,00	3 900,00
EMPEREUR ATLANTQUE	0,30	0,40	0,50	0,40	0,30	0,30	0,30	0,30	0,40	0,50	0,50	0,50	4,70	300,00	1 410,00
TILAPIE	1,70	1,45	1,60	1,50	0,60	0,45	0,50	0,50	0,60	0,50	22,00	6,00	37,40	400,00	14 960,00
SOLE DE ROCHE	0,70	0,90	1,00	1,20	1,10	0,90	0,80	0,70	0,80	0,80	0,40	0,40	9,70	1 000,00	9 700,00
SOLE LANGUE	9,00	7,40	7,00	4,20	3,00	13,00	6,00	4,00	3,00	1,70	0,70	0,50	59,50	700,00	41 650,00
FIATOLE	4,00	3,30	3,50	3,00	3,00	2,40	2,90	3,00	3,50	4,00	3,00	2,00	37,60	400,00	15 040,00
CHIRURGIEN	0,70	0,80	0,80	0,90	0,90	0,70	0,80	0,50	0,40	0,50	0,40	0,40	7,80	1 000,00	7 800,00
EMISSOLE	9,00	6,00	7,00	8,00	5,00	3,00	2,00	1,60	1,50	1,30	1,50	1,30	47,20	200,00	9 440,00
REQUIN DE NUIT	10,00	9,00	8,40	9,00	8,00	8,00	6,00	5,00	4,00	2,40	2,10	2,00	73,90	200,00	14 780,00
REQUIN MARTEAU	13,00	12,00	15,00	17,30	7,00	5,00	4,00	3,00	2,40	1,80	1,20	1,00	82,70	150,00	12 405,00
CHIEN DE MER	0,85	0,75	0,85	0,60	0,60	0,90	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	0,90	10,05	200,00	2 010,00
RAIE GUITARE	1,80	1,50	1,70	1,50	1,50	2,00	1,60	1,20	1,50	0,90	1,50	2,00	18,70	200,00	3 740,00
DIABLE DE MER	0,80	0,70	0,80	0,90	0,50	1,00	0,80	0,60	0,60	0,60	0,60	0,75	8,65	150,00	1 297,50
MOURINE	0,75	0,60	0,60	0,60	0,60	0,75	0,90	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	7,80	150,00	1 170,00
DIVERS POISSONS	2,10	1,85	1,70	1,70	1,40	1,30	0,70	0,85	0,80	0,70	0,80	1,00	14,90	400,00	5 960,00
TOTAL (poisson)[2]	13 523,30	9 812,75	7 684,55	7 006,85	11 860,35	7 875,70	1 496,25	682,70	499,90	278,80	535,35	2 441,45	63 697,95		11 867 221,00

Source : Rapport DPM, 2016, Résultats Généraux Pêche

[2] En plus des espèces de poissons listées sur cette colonne, il y a d'autres ressources halieutiques, par exemple les crevettes, les langoustes, les poulpes. Ces espèces sont également importantes pour la pêche artisanale.

Saint-Louis dispose d'un parc piroguier assez important qui le place au deuxième rang après la région de Thiès. Le nombre de pirogues artisanales en activité à Saint-Louis est estimé à près de 3.411 embarcations pour un effectif de pêcheurs estimé à 22 000 personnes (Source : SRPS Saint-Louis, 2016).

Photo 1 : Pirogues à Guet Ndar (gauche) et Goxxu Mbacc (droite)

Clichés : TEC mars 2017.

Les tableaux qui suivent présentent le parc piroguier de Saint-Louis et sa dynamique évolutive, et le nombre de permis de pêche artisanale attribués pour l'année 2015.

Tableau 4 : Données statistiques sur le parc piroguier de pêche à Saint-Louis

Postes de contrôle	Nombre de formulaires remplis et envoyés au SRPS	Nombre de pirogues identifiées et jamais immatriculées Lot 2	*Nombre de pirogues identifiées avec ancien numéro Lot 1
Guet Ndar	1 975	755	1220
Goxxu Mbacc	1 436	801	635
Total	**3 411**	**1 556**	**1 855**

Source : SRPS Saint-Louis, 2015

Dans la nomenclature nationale de la typologie des pirogues et des licences on distingue :

- La catégorie C pour des pirogues de plus de 13m longueur et qui peuvent embarquer 15 à 20 personnes ;
- La catégorie B pour les embarcations qui font moins de 13 m et peuvent contenir 2 à 6 personne ;
- La catégorie A, concerne la pêche à pied (ligne) et n'implique pas l'utilisation d'une embarcation.

A Saint-Louis, le nombre de permis de pêche attribués en 2015 étaient de 9 pour la catégorie A, 625 pour la catégorie B et 478 pour la catégorie C, la même année, 103 cartes de mareyage ont été attribuées.

L'activité de pêche à Saint-Louis, donc sur la Langue de Barbarie, se déroule généralement en deux périodes. L'une, appelée la grande campagne de pêche, démarre généralement vers décembre et se poursuit jusqu' en juin/Juillet ; tandis que l'autre se déroule de Juillet/Août à novembre.

La première période susmentionnée est surtout marquée par des débarquements d'espèces pélagiques telles que la sardinelle, le chinchard, le maquereau, le tassergal, etc. La seconde est surtout marquée par la pêche à la ligne simple ou glacière avec de faibles quantités débarquées.

Les tableaux 5 et 6 qui suivent indiquent une ventilation de la valeur des ressources pour différentes espèces de poissons entre 2014 et 2016.

Tableau 5 : Mises à terre et valeurs commerciales pour différentes espèces de poissons en 2014 pour la région de Saint-Louis

Espèces	Quantité annuelle débarquée (tonnes)	VCE (x1000) FCFA
Ethmalose	186,35	24 872,50
Sardinelles	43 342,00	4 209 761,50
Maquereau	393,70	42 376,00
Ravilou Thonine	100,00	18 000,00
Bonite à dos rayé	27,20	5 440,00
Chinchard	2 692,90	332 792,50
Carangue	137,60	38 300,00
Liche	18,30	4 575,00
Carpe blanche	244,70	93 255,00
Pelon	27,40	1 370,00
Daurade grise	269,20	69 992,00
Tassergal	182,25	187 425,00
Machoiron	180,00	49 500,00
Mulet	324,30	97 290,00
Badèche-Mérou Royal	3,70	2 220,00
Mérou	25,95	69 690,00

Source : Rapport DPM, 2014, 131 pages

Tableau 6 : Mise à terre et valeur commerciale pour différentes espèces de poissons en 2015 pour la région de Saint-Louis

Espèces	Quantité annuelle débarquée (tonnes)	VCE (x1000) FCFA
Ethmalose	269,90	35 235,00
Sardinelles	57 388,44	6 543 187,00
Maquereau	3 863,65	339 117,50
Ravilou Thonine	97,00	15 843,00
Bonite à dos rayé	30,70	6 140,00
Chinchard	2 801,75	355 250,00
Carangue	1 820,60	169 795,00
Liche	13,20	3 300,00
Carpe blanche	294,85	117 940,00
Pelon	214,36	20 946,20
Daurade grise	447,66	178 382,00
Tassergal	506,95	393 285,00
Machoiron	319,80	74 757,50
Mulet	229,60	70 530,00
Badèche-Mérou Royal	4,20	2 520,00
Mérou	22,92	61 045,00

Source : Rapport DPM 2015, 138 pages

Il est important de souligner que depuis très longtemps, l'activité de pêche à Saint-Louis est fortement dépendante de deux principaux facteurs suivants :

- Les accords de pêche entre la République Islamique de Mauritanie et la République du Sénégal depuis presque quinze (15) ans et qui sont maintenant suspendus ;
- L'embouchure artificielle (brèche) qui a été ouverte en octobre 2003.

Le premier facteur est le fait que la Mauritanie permettait aux pêcheurs Sénégalais de Saint-Louis de pouvoir pêcher dans les eaux sous sa juridiction. Ce qui expliquait les fortes quantités de poissons principalement de la sardinelle qui étaient débarquées à Saint-Louis. Actuellement, la pêche sur la Langue de Barbarie est entrain de subir les effets de la suspension des accords de pêche entre l'Etat du Sénégal et celui de la Mauritanie, entrée en vigueur en février 2016. De l'avis de certains acteurs de la filière, la suspension de ces accords impacte négativement sur les conditions de vie des populations de la Langue de Barbarie. Les côtes saint-louisiennes étant réputées de moins en moins poissonneuses, celles mauritaniennes étaient une destination privilégiée de ces pêcheurs. Depuis la suspension de ce protocole, les quelques rares pêcheurs qui avaient pris le risque de pêcher clandestinement en Mauritanie ont été pris par les gardes des côtes mauritaniennes et leurs matériels de pêche (pirogues, moteurs et mises à terre) ont été saisis. Les entretiens effectués avec certains responsables d'association de pêcheurs font état des difficultés que rencontrent les pêcheurs pour joindre les deux bouts.

Pour rappel, les deux pays sont liés par une Convention de pêche depuis 2001. Depuis lors, les deux pays négocient chaque année des Protocoles de pêche qui touchent particulièrement les licences de pêche libres octroyées aux pêcheurs sénégalais de Saint-Louis. Le nombre de licences de pêche octroyé par les autorités mauritaniennes aux pêcheurs sénégalais de Saint-Louis a évolué, au cours des années, de 100 jusqu'à 400. L'article 2 du protocole d'entente signé entre les deux pays stipulait : *« La Partie mauritanienne accorde un quota de cinquante mille (50.000) tonnes par an à un nombre limité ne dépassant pas deux cents (200) sennes tournantes soit quatre cents (400) embarcations ciblant les espèces pélagiques à l'exception du mulet, afin d'approvisionner le marché de Saint-Louis. Six pour cent (6%) de ces embarcations (soit 24) doivent débarquer obligatoirement en Mauritanie pour contribuer à l'approvisionnement du marché mauritanien. Les quantités débarquées en Mauritanie ne seront pas comptabilisées dans le quota attribué. ».*

Depuis 2001, ce protocole d'entente est renouvelé et le dernier renouvellement remonte à Décembre 2014.

Le deuxième facteur (l'embouchure artificielle ou brèche) a permis particulièrement aux pêcheurs à la senne tournante d'augmenter la taille de leurs embarcations en termes de longueur et de volume. Il a permis également à ces pirogues de pouvoir emprunter facilement ce chenal pour débarquer sans difficultés majeures leurs captures sur les rives du bras du fleuve. Toutefois, la traversée de cette brèche est à l'origine de nombreux accidents qui se sont soldés par des pertes en vies humaines qui sont dénombrées en plusieurs centaines. Cela est à l'origine de l'arrêté préfectoral interdisant la pêche de nuit ou la traversée de la brèche la nuit.

Les activités liées à la pêche

L'activité de pêche à Saint-Louis et dans les autres localités de pêche du Sénégal en général, stimule et développe une chaine de valeurs qui implique divers acteurs et d'importantes retombées socioéconomiques.

Outre l'activité de pêche menée par les pêcheurs, il est à signaler que d'autres activités sont connexes à la pêche ; il s'agit principalement du mareyage, de la transformation et de la commercialisation.

A cela s'ajoutent des métiers et activités autour des quais de pêche : charpentiers, mécaniciens de moteur hors-bord, vente de carburant, porteurs qui assurent le transfert des produits de la pirogue vers le quai, le transport par charrette, etc.

Photo 2 : Site de transformation (gauche) et activité de mareyage (droite) à Saint Louis

Clichés : TEC, Sept. & mars 2017

La transformation artisanale suit la même tendance baissière que les débarquements en 2016 par rapport aux années précédentes (2014 et 2015). Elle a enregistré une production de 1413 tonnes contre 25 347 tonnes en 2015, soit une baisse de 99%. Le « Kethiakh » (38%), le « Guedi » (22%) et le « Tambadjang » (26%) sont les principaux produits transformés de la région. Ils sont exclusivement consommés au niveau national et ne font pas l'objet d'exportation (Source, Rapport DPM, 2016, page 51).

Acteurs, infrastructures et défis liés à l'activité de pêche à Saint-Louis

Pour le bon déroulement des activités de pêche à Saint-Louis**,** des infrastructures ont été aménagées et elles sont principalement constituées de quais de débarquement, de sites de transformations de produits halieutiques, de fabrique de glace, d'unités de traitement, de conditionnement et de conservation de produits halieutiques. Quelques-unes de ces infrastructures sont représentées sur la figure 3 ci-dessous.

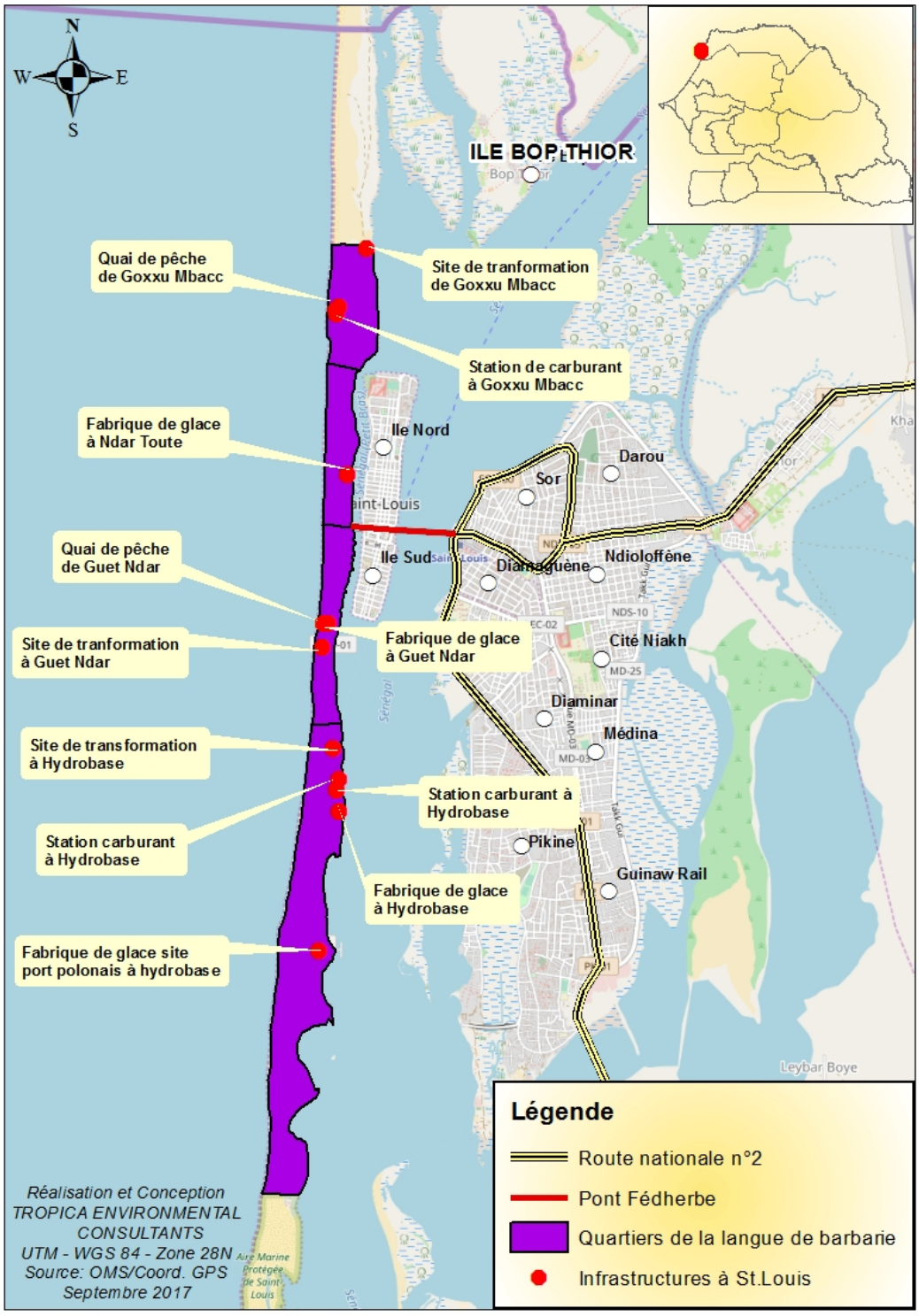


Figure 3 : Carte de localisation d'infrastructures de la chaine de valeur pêche à Saint-Louis

Acteurs principaux de la pêche artisanale maritime à Saint-Louis

Les pêcheurs sont les principaux acteurs, ils sont estimés à 22.000 personnes (SRPS de Saint-Louis, 2015). Ils gèrent de véritables entreprises de pêche même si c'est à un niveau familial. Comme tout chef d'entreprise, ils ont des employés, et effectuent des dépenses de fonctionnement qui permettent d'amortir et de pérenniser leurs matériels de pêche.

Dans les communautés de pêcheurs établies sur la Langue de Barbarie, les pirogues appartiennent généralement au chef de famille qui travaille avec ses enfants et d'autres personnes qu'ils emploient. Il existe une organisation et une procédure de répartition des ressources financières générées. Par exemple, après la vente des prises, et la déduction des dépenses (carburant notamment) la recette est répartie en plusieurs parts dont celles de la pirogue, du moteur et de l'équipage. Toutefois, il convient de rappeler que les revenus moyens des pêcheurs et les autres acteurs des autres filières sont des informations difficilement accessibles dans le cadre de la présente étude. Les seules données disponibles sont relatives aux valeurs commerciales des débarquements, de la transformation, du mareyage etc. Il est peut-être possible de prendre cette valeur et de la rapporter au nombre d'acteurs de chaque filière pour avoir une idée sur les revenus moyens. Cependant cette méthode ne garantit en rien la fiabilité et la validité des données qui seront obtenues compte tenu de la procédure assez particulière de répartition des ressources générées par l'activité (cf. supra).

La transformation des produits halieutiques est l'apanage des femmes vivant dans les quartiers de pêcheurs de Saint-Louis. Elles sont souvent organisées en groupements d'intérêt économique (GIE).

Dans le mareyage on distingue les mareyeurs qui détiennent des moyens logistiques comme les camions frigorifiques et qui distribuent les produits à l'intérieur du pays ou à l'étranger et les micro-mareyeurs qui distribuent localement.

On note la présence d'autres acteurs qui participent au dynamisme du secteur de la pêche. Il s'agit principalement des camionneurs, des charretiers, des porteurs, des usines de glace, des stations-services. Ces différents acteurs sont présents dans toutes les localités situées sur la côte et leur contribution au développement du secteur est bien reconnue par les acteurs de la pêche.

Pratiques de pêche et particularité des pêcheurs saint-louisiens

Contrairement aux autres communautés de pêcheurs de la zone d'étude restreinte, qui pratiquent au moins une autre activité, celles de la Langue de Barbarie sont, en majorité, exclusivement actives dans la pêche. Cela fait que ces pêcheurs sillonnent tout le territoire national à la recherche du poisson.

Les pêcheurs saint-louisiens sont des migrants réputés ; leurs migrations se font à l'intérieur du Sénégal et sont généralement motivées par la recherche du poisson surtout en période d'hivernage quand certaines espèces de poissons se font rares au niveau local. Les destinations principales, surtout en période d'hiver, sont Cayar et Yoff, localités réputées poissonneuses en raison de leurs fosses. Les pêcheurs guet ndariens s'installent aussi à Niayam pendant la campagne de pêche et où ils restent, avec leurs épouses, durant toute cette période. Pendant la saison des pluies, on les retrouve aussi dans d'autres localités telles que Mbour, Djiffère, Gambie, Joal etc.

Photo 3 : Campement de pêcheurs guet ndariens à Niayam

Cliché : TEC, mars 2017

Saisons de pêche et espèces correspondantes à Saint-Louis<

L'activité de pêche est pratiquée suivant une saisonnalité. Les saisons de pêche à Saint-Louis et les espèces de poissons les plus présentes durant chacune de ces saisons sont présentées dans le tableau 7 suivant.

Tableau 7 : Saisons de pêche et espèces en présence dans la zone de Saint-Louis

Dénomination locale (wolof) des saisons par les pêcheurs	**Mois grégorien correspondant**	**Principales espèces en présence[3]**
« Lolli »	Oct.- Déc.	Mérou blanc (« *coof »*), mérou de Gorée (« *doy »*), courbine (« *seukhebi* » ou « *beur »*), sardinelles juvéniles (« *yoos yaboy* »), liche vadigo (« *cac* ») tassergal juvénile (« *ngal-ngal* ») maquereau bonite (« *njunë* ») quelques rares mérous migrateurs (« *coofu ndax* »)
« Noor »	Janv. - mars	Tassergal (« *ngot* »), dentés (« *diarègne* »), courbines, thonine (« *kiri-kiri* »), sardinelle ronde (« *Yaboy mëtëg* »)
« Coroon »	Avril- juin	Pagre à points bleus (« *kibaro* »), pageot (« *tikki* » ou « *youfouf* »), chinchard (« *jay* »), Scyris d'Alexandre (« *fantar* » ou « *yawal* »), ceinture (« *tallar* » ou « *khouss* »), mérou blanc (« *coof* » ou « *khouthie* » ou « *dialague* »)
« Nawet »	Juil. – sept.	Voilier (« *navane* ») coryphènes, capitaine (« *feute* »), plexiglass (« *sikéne mbao* »), carpe blanche (« *kcorogne* ») barracudas

Source : Adama Mbaye, 2017, document interne, CRODT.

Toutefois, avec le changement des paramètres climatiques (allongement de la période chaude), le calendrier des ressources en présence a tendance à changer radicalement.

[3] En plus des espèces de poissons listées sur cette colonne, il y a d'autres ressources halieutiques, par exemple les crevettes, les langoustes, les poulpes. Ces espèces sont également importantes pour la pêche artisanale.

Il existe aussi quatre saisons marines qui sont fixées en fonction des paramètres environnementaux, particulièrement l'hydrologie du plateau continental qui est caractérisée par une variabilité spatiale, saisonnière et interannuelle :

- Une saison froide (décembre - avril),
- Une saison de transition « froide – chaude » (mai - juin),
- Une saison chaude (juin - octobre),
- Une saison de transition « chaude - froide » (novembre - décembre).

Ainsi, en établissant les correspondances entre saisons marines et saisons de pêche, on peut considérer que :

- La saison froide correspond à la saison « *Noor* » ;
- La saison de transition « froide – chaude » correspond à la saison « *Coroon* » ;
- La saison chaude correspond à la saison « *Nawet* » ;
- La saison de transition « chaude - froide » correspond à la saison « L*olli* ».

Organisation des sorties en mer

Concernant les sorties en mer et leurs durées, ils pratiquent aussi bien la pêche diurne que celle nocturne. La pêche diurne consiste à embarquer le matin de très bonne heure (entre 6h et 8h) et débarquer en fin d'après-midi, vers 17h - 18h. La pêche nocturne consiste à embarquer vers 16h et débarquer le lendemain matin, vers 8h-9h. Avant la résiliation du protocole entre le Sénégal et la Mauritanie et qui est relaté plus haut, les pêcheurs saint-louisiens embarquaient en direction de la Mauritanie à bord de leurs pirogues. Ceux qui avaient par devers eux des licences de pêche longeaient la côte et ceux qui n'en disposaient pas allaient jusqu'au large, pour échapper à la vigilance des gardes côtes mauritaniennes

Les pêcheurs guet Ndariens sont également retrouvés dans d'autres pays, notamment au Gabon et en Angola. Cette pratique de pêche est un peu particulière et ils n'y vont pas à bord de leurs pirogues. Ce sont généralement des bateaux nord-coréens appelés « bateaux ramasseurs » qui venaient à Saint-Louis, à la recherche de pêcheurs pour aller en campagne dans la sous-région. Les pêcheurs recrutés embarquaient avec ces bateaux qui disposaient de licences de pêche des pays fréquentés. Après la campagne, ils sont rémunérés individuellement en fonction des prises. Actuellement cette pratique de pêche n'existe plus dans cette zone d'après quelques acteurs interrogés sur la question.

La particularité des pêcheurs saint-louisiens en général et ceux de Guet Ndar en particulier réside généralement dans le fait que cette communauté est forte d'une longue tradition de pêche. C'est une communauté exclusivement destinée à la pêche, contrairement aux autres communautés de pêcheurs qui pratiquent d'autres activités comme le maraichage et/ou d'élevage parallèlement à la pêche.

De l'avis de certaines personnes rencontrées lors de la présente étude, les effectifs pléthoriques dans les maisons seraient aussi un facteur favorisant les migrations des guet ndariens.

Quais de pêche

Saint-Louis dispose de deux quais de pêche construits avec le soutien de la Coopération française en 1999-2000. Aujourd'hui, ces deux infrastructures ne sont pas agréées aux normes sanitaires de l'Office Alimentaire Vétérinaire (OAV) de l'Union Européenne. Ainsi les produits débarqués à Saint-Louis transitent par des quais agréés pour pouvoir être exportés en Europe.

Ensuite, elles sont devenues très exiguës pour recevoir les nombreux camions frigorifiques qui assurent le transport des produits halieutiques qui sont débarqués.

Sites de transformations de produits halieutiques

En dehors du site de transformation qui se trouve à Hydrobase dénommé « Centre de Transformation des produits halieutiques « Ndeye Aissatou SENE », construit par la Coopération Espagnole en Juin

2012, l'Etat du Sénégal a appuyé la Mairie dans la construction d'un nouveau site moderne de transformation de produits halieutiques à Goxxu Mbacc.

Photo 4 : Sites de transformation d'Hydrobase (gauche) et Guet Ndar (droite)

Clichés : TEC, mars & sept. 2017

En appui aux femmes qui pratiquent la transformation, la maison polyvalente des femmes et des enfants de Guet Ndar a été construite pour permettre aux femmes allaitantes de garder leurs enfants en toute sécurité et dans un confort acceptable. Elle sert en même temps de cadre pour le renforcement de capacités de ces femmes.

Fabriques de glace, conservation et traitement des produits halieutiques

A Saint-Louis, grâce à l'investissement de l'Etat en partenariat avec l'Agence Française de Développement (AFD) et surtout grâce à l'initiative privée, le secteur de la pêche artisanale compte huit unités de fabriques de glace fonctionnelles et qui arrivent tant bien que mal à assurer la demande des mareyeurs.

Les cinq unités de traitement, conditionnement et conservation des produits halieutiques existant dans la Commune de Saint-Louis sont gérées par des opérateurs économiques privés. Ces derniers assurent, avec ces équipements, le traitement, le conditionnement, la conservation et l'exportation des produits halieutiques vers l'intérieur ou l'extérieur du pays. Elles sont agréées par l'autorité compétente à la Direction des Industries de Transformation des Produits de la Pêche (DITP) du MPEM. Leurs produits sont destinés généralement à l'exportation via Dakar.

Le tableau suivant donne les effectifs des acteurs pour chaque filière de la chaine de valeur pêche à Saint-Louis.

Tableau 8 : Acteurs, équipements et Infrastructures de pêche à Saint-Louis

Acteurs, infrastructures et équipements	Effectifs
Nombre de pirogues immatriculées/de licences	3 411
Nombre de pêcheurs	22 000
Nombre de mareyeurs	100 (150 en haute campagne de pêche)
Nombre de femmes transformatrices	1000
Nombre de quais de pêche	02
Nombre de sites de transformation	03
Nombre de fabriques de glace	08
Nombre d'entrepôts frigorifiques et d'unités de conditionnement de produits de pêche	05
Nombre de Stations de carburant pêche piroguière	19 (dont 01 en arrêt)

Source : SRPS Saint-Louis, 2015

Revenu des pêcheurs

Comme il a été expliqué dans le rapport (section 3.5.1, point sur les *acteurs principaux de la pêche artisanale maritime à Saint-Louis), l*e revenu moyen des pêcheurs était une donnée difficilement accessible au moment de la réalisation de l'étude.

Cependant le projet AWA (Approche écosystémique de la gestion des pêches et de l'environnement marin dans les eaux ouest-africaines est un programme tripartite (France-Allemagne-Afrique de l'Ouest) qui comprend un volet sur le revenu des pêcheurs. Les résultats ne sont pas encore publiés mais nous avons pu obtenir quelques données de l'enquête sur les revenus mensuels des pêcheurs en fonction du type d'engin de pêche. Toutefois, ces données doivent être manipulées avec beaucoup de réserve du fait de leur caractère non encore officiel parce qu'elles n'ont toujours pas fait l'objet de publication.

Ces données sont présentées dans le tableau 9 ci-dessous. Elles concernent les revenus mensuels moyens des chefs d'unités de pêche à Saint-Louis, durant la période allant du mois de mars 2015 au mois de juin 2017.

Tableau 9 : Revenu mensuel moyen des chefs d'unités de pêche à Saint-Louis

Types d'engin de pêche	Revenus mensuels moyens des chefs d'unités de pêche (F CFA)
Ligne de plage	86 012
Senne tournante	73 754
Filet de dérivant	79 734
Filet dormant	62 657
Filets maillant	109 376
Palangre	67 991
Ligne simple	88 126

Source : Base de données, enquêtes menées par le CRODT, projet AWA (non publié et sous réserve de validation ultérieure)

Défis du secteur de la pêche à Saint-Louis

Les acteurs de la pêche font face à certains défis liés, entre autres, à la raréfaction de la ressource et à leur sécurité en mer.

On note que la raréfaction des ressources halieutiques est une problématique mondiale. C'est la raison pour laquelle, au Sénégal, la gestion durable des ressources halieutiques occupe une place très importante dans la lettre de politique sectorielle du MPEM. C'est également une raison de la mise en place des Conseils Locaux de Pêche Artisanale (CLPA) pour mieux impliquer et responsabiliser les différents acteurs pour une gestion durable et participative des ressources halieutiques.

Au niveau de Saint-Louis, des initiatives sont déjà mises en œuvre par le CLPA en collaboration avec l'ensemble des acteurs de la pêche et d'autres sont en train d'être déroulées. Il s'agit, par exemple, de la mise en place de huit (08) récifs artificiels constitués d'anciens bateaux de pêche qui ont été immergés dans la frange maritime en face de Saint-Louis dans le but de réhabiliter les espaces de repos et de ponte pour les espèces démersales (poissons de fond). Il y a également une Aire Marine Protégée (AMP) où près de 603 récifs artificiels en forme de canaris ont été immergés dans la zone concernée et qui est située entre l'embouchure et Gandiol.

Il y a également une initiative des acteurs de la pêche du CLPA, à travers la Commission « Diamalaye », qui a instauré des groupes alternatifs de sortie en mer. Cela permet d'éviter un surplus de débarquements avec les 200 unités de sennes tournantes. Cette mesure permet également de rationaliser les captures et de contrôler le marché.

Devant la recrudescence des accidents en mer aux larges des côtes saint-louisiennes, des initiatives ont été prises par l'ensemble des acteurs pour faire face à ce problème. En effet, conscient du fait que la sécurité des pêcheurs et de leurs moyens de production est primordiale pour tirer profit de l'exploitation des ressources halieutiques, le MPEM s'est mis à pied d'œuvre pour dérouler un programme de sensibilisation des pêcheurs artisans sur le port du gilet de sauvetage dont le slogan maître est « un pêcheur, un gilet de sauvetage ». Cette campagne a permis aux pêcheurs d'obtenir le gilet à 5000 F CFA, soit le quart de son prix réel sur le marché. Le ministère prévoit de réduire encore ce prix jusqu'à la moitié du montant actuel dans les prochains mois.

A côté de ces mesures, en partenariat avec l'Agence Nationale de la Navigation Civile et Maritime (ANACIM), un dispositif d'exploitation des alertes de la météo marine a été mis en place par le MPEM. Il se traduit par la réception journalière des messages météo par les pêcheurs à travers les services déconcentrés de l'Etat et des responsables des pêcheurs.

A Saint-Louis, dans le cadre des activités du CLPA et avec l'appui du projet USAID/COMFISH, 24 poteaux de drapeaux ont été érigés au niveau de la Langue de Barbarie pour informer les pêcheurs de l'état de la mer. En sus, des téléphones portables ont été remis aux différents responsables pour mieux assurer la diffusion des messages de la météo.

En cas d'alerte dangereuse (vigilance particulière) de la météo, aucune sortie en mer n'est autorisée. C'est pour cela qu'une équipe de surveillance pluridisciplinaire, composée des éléments du Service des Pêches, de la Gendarmerie Fluviale, de la CIRMAR et des acteurs du CLPA et de l'AMP, est chargée de veiller au respect de cette mesure qui est appuyée par un arrêté préfectoral.

Ainsi, à travers la Commission sécurité en mer du CLPA et de la Commission « Diamalaye » les pêcheurs respectent les alertes de la météo en cas de mauvais temps.

En définitive, il convient de souligner que les acteurs de la pêche notamment les pêcheurs, gèrent de véritables entreprises de pêche même si c'est à un niveau familial. Comme toute entreprise, ils ont des employés à payer et effectuent des dépenses de fonctionnement qui permettent d'amortir et de pérenniser leurs matériels de pêche.

Le bois, qui est le matériau de base pour la fabrication des embarcations artisanales, n'est plus facilement accessible comme avant. C'est la raison pour laquelle, le MPEM a mis en place un programme de construction de nouveaux types d'embarcation plus adaptées et qui durent plus longtemps. Ce programme est piloté par la Société Industrielle de Réparation Navale (SIRN) du MPEM.

Un système de financement adapté est un enjeu à la professionnalisation et à la modernisation du secteur de la pêche artisanale. Dans le passé, plusieurs formes de financement ont été expérimentées, mais elles n'ont pas toutes prospéré. En son temps, l'Etat avait logé les fonds destinés à la promotion de la pêche au niveau de la Caisse Nationale de Crédit Agricole du Sénégal (CNCAS), mais, pour diverses raisons, une bonne partie des crédits alloués aux acteurs de la pêche n'a pas été remboursée jusqu'à présent.

3.5.2 Dynamique organisationnelle des communautés de pêcheurs de la Langue de Barbarie

Conscients des nombreux enjeux du secteur de la pêche actuellement, les acteurs de la filière se sont retrouvés dans des organisations professionnelles pour défendre leurs intérêts matériels et moraux. Les organisations mises en place permettent aux différents acteurs de construire des systèmes d'action en vue de résoudre les problèmes concrets posés par le fonctionnement du secteur. De ce point de vue, plusieurs organisations professionnelles existent à Saint-Louis notamment sur la Langue de Barbarie dont celles présentées ci-dessous.

L'Union des Professionnels de la Pêche Artisanale

Cette entité organisationnelle regroupe l'ensemble des acteurs de la pêche artisanale de sennes tournantes établis sur la Langue de Barbarie. Elle offre également à ces pêcheurs un cadre pour parler d'une seule et même voix quand ils doivent défendre leurs intérêts matériels et moraux.

Au niveau de la communauté de pêcheurs, le plein pouvoir est détenu par cette organisation pour tout ce qui concerne l'activité. Le président de l'Union bénéfice d'une totale confiance et d'une grande notoriété auprès des acteurs. Comme le fait remarquer un membre de cette organisation : *« Nous membres de l'Union des Professionnels de la Pêche Artisanale, sommes très organisés et parlons d'une seule et même voix. On a mis en place cette association qui parle à notre nom et ses dirigeants que nous avons élus, bénéficient de notre entière confiance. Cela signifie que les seuls interlocuteurs de n'importe quel intervenant sur notre communauté sont les dirigeants de cette association. Tout ce que ces derniers décident, nous on ne fait que suivre ».* D'après le président de l'Union, les membres de l'Association lui ont certes fait confiance et lui ont donné le plein pouvoir, mais toutes les décisions qui concernent les acteurs sont prises de manière collégiale.

Le président de cette association est l'interlocuteur direct du Ministère sur les questions qui concernent directement les communautés de pêcheurs. D'ailleurs, c'est lui qui a représenté les pêcheurs lors des négociations entre le Sénégal et la Mauritanie.

Cette association, à travers ses dirigeants, a réitéré son engagement à défendre les intérêts de l'ensemble des communautés de pêche établies sur la Langue de Barbarie. Ses membres ont largement évoqué l'intervention future des entreprises pétrolières qui vont probablement impacter sur l'activité de pêche et ont exprimé leur souhait d'être un interlocuteur direct de Kosmos Energy.

A côté de cette importante association de pêcheurs, on note l'existence d'une vingtaine d'autres organisations à Saint-Louis et dont quelques-unes sont présentées dans le tableau suivant.

Les associations de pêcheurs, comme la plupart des organisations corporatives, sont généralement créées pour défendre les intérêts matériels et moraux de leurs membres. Il est constaté ces derniers temps la naissance de plusieurs associations. Cela ne s'explique pas toujours par une supposée frustration de certains membres mais plutôt par un besoin, pour les acteurs d'une même corporation, de faire entendre leur voix.

De l'avis de certains responsables d'associations, le nombre élevé d'associations s'explique généralement par la diversité des activités liées à la pêche. Chaque groupe d'acteurs d'une filière connaît mieux les difficultés et contraintes liées à leur secteur et sont beaucoup plus à même de défendre leurs intérêts.

Toutes ces associations sont représentées au niveau du Conseil Local de Pêche Artisanale présidé par le Préfet du Département de Saint Louis et le Secrétariat général de cette structure est assuré par le service en charge des pêches. Ce comité qui est créé par arrêté ministériel a pour fonctions principales *« d'organiser les pêcheurs de la localité de manière à prévenir, réduire et régler en premier ressort les conflits au niveau local, de participer au suivi, au contrôle et à la surveillance de la pêche et de ses activités annexes en rapport avec les structures locales et nationales compétentes, d'organiser les acteurs de la pêche artisanale afin qu'ils puissent assister l'administration dans les opérations de suivi et contrôle des activités de pêche, d'assurer l'information des acteurs de la pêche artisanale sur toutes les mesures relatives à la pêche maritime et à la culture marine de leur localité, de donner des avis sur la gestion des infrastructures communautaires etc. ».*

Le CLPA constitue l'interlocuteur officiel de l'ensemble des acteurs (État, ONG, Partenaires techniques et financiers etc.) qui interviennent au niveau local. De ce point de vue, il est censé œuvrer à la bonne organisation et au bon déroulement des activités de pêche.

Tableau 10 : Présentation des associations de pêcheurs de la Langue de Barbarie

Dénomination	Nature	Quartier/Siège	Année de création
Conseil Local de Pêche Artisanale	Regroupement de collèges	Saint-Louis	
Association des marins à bord des bateaux ramasseurs de Saint-Louis	Association	Ndar Toute	2010
Association des représentants de navire et pêcheurs à bord des bateaux ramasseurs	Association	Goxxu Mbacc	2010
Collectif régional des mareyeurs de Saint-Louis	Association	Guet Ndar	2010
Union Coopérative des femmes transformatrices	Cadre unitaire de GIE	Guet Ndar	2010
Union régionale des GIE de mareyeurs de Saint-Louis	Cadre unitaire de GIE	Ndar Toute	2010
Association des pêcheurs et mareyeurs de Santhiaba	Association	Ndar Toute	2009
Association *Watt Gaal Ak Yeugo*	Association	Goxxu Mbacc	2009
Association *Diapalante Dem Ci Kanam*	Association	Goxxu Mbacc	2008
CNPS II	Section locale d'une organisation nationale	Goxxu Mbacc	2006
Comité de Gestion de l'AMP	Cadre Unitaire d'Associations	Guet Ndar	2006
Interprofessionnelle de la pêche	Cadre unitaire d'organisations	Guet dar	2003
Mouvement des jeunes pêcheurs de Saint-Louis	Association	Guet Ndar	2003
GIE *Takku Liguèy*	GIE local	Guet Ndar	2001
Syndicat des pêcheurs et Mareyeurs Section Saint-Louis	Association	Guet Ndar	2001
FENATRAMS	Section locale d'une organisation nationale	Guet Ndar	2000
GIE *Téfess Diamalaye*	GIE local	Guet Ndar	1999
Union locale *Ande Suxali Sa Gox*	Cadre unitaire de GIE	Goxxu Mbacc	1999
Union des Professionnels de Sennes tournantes	Association	Guet Ndar	1991
FENACIE/PECHE	Section locale d'une organisation nationale	Guet Ndar	1991

Dénomination	Nature	Quartier/Siège	Année de création
Conseil Local de Pêche Artisanale	Regroupement de collèges	Saint-Louis	
UNAGIEM	Section locale d'une organisation nationale	Guet Ndar	1989
CNPS I	Section locale d'une organisation nationale	Guet Ndar	1987
GIE Diambarou SINE	GIE local	Hydrobase	1970
GIE des femmes transformatrices de Yabooy	GIE local	Goxxu Mbacc	
GIE Union locale Jappo	GIE local	Goxxu Mbacc	
Union locale II du GIE *Deuguey Moudj*	Cadre unitaire d'organisations	Goxxu Mbacc	

On peut constater que la majorité de ces associations ont été mises en place ces dix dernières années, c'est-à-dire entre 2000 et 2010. Jusqu'en 2000, il est apparu que seules 08 associations de pêcheurs ont existé à Saint-Louis et elles étaient souvent des sous sections d'organisations d'envergure nationale.

Selon les quartiers, il ressort que Goxxu Mbacc est le principal bastion des organisations naissantes de ces dernières années. Ce quartier abrite 7 sur les 13 organisations de professionnels mises en place entre 2006 et 2010.Cette multitude d'organisations à Goxxu Mbacc et Ndar Toute ces dernières années s'explique, selon les professionnels, par le fait qu'ils ont senti un besoin réel de se retrouver dans de nouvelles organisations qui vont être plus près de leurs réalités afin de pouvoir défendre efficacement leurs intérêts.

L'analyse des circonstances de la création de ces nombreuses entreprises montre que probablement d'autres organisations seront créées avec le développement des activités liées à l'exploitation du gaz et du pétrole. Les motifs avancés très souvent pour la création d'associations sont relatifs aux conditions de travail difficiles des acteurs de la pêche, mais aussi à la protection de l'environnement marin qui est leur principale source de revenus. Ces pêcheurs, considérant les impacts possibles des activités des industries pétrolières en mer, se disent prêts à s'unir pour défendre leurs intérêts si leur activité (la pêche) est menacée.

3.5.3 Le leadership féminin en milieu pêcheur dans la Langue de Barbarie

Dans les communautés de pêcheurs, il est généralement admis que les femmes sont actives et n'hésitent pas à prendre leur destin en main à travers la mise en place d'organisations professionnelles comme les GIE qui sont des cadres de défense de leurs intérêts matériels et moraux. A Saint-Louis comme partout ailleurs au Sénégal, la filière de la transformation est presque exclusivement réservée aux femmes.

Au niveau de la Langue de Barbarie, la première organisation de femmes« *Diambarou Sine* » fut créée en 1970. Ce GIE qui est toujours en activité, montre la longue tradition de ces femmes en matière de leadership dans leur domaine d'activité.

A côté du GIE « *Diambarou Sine* », d'autres groupements caractérisant le leadership des femmes, existent à Saint-Louis et notamment au niveau de la Langue de Barbarie. Il s'agit, entre autres, des GIE des femmes transformatrices du « *Yabooy »* (sardinelles), « *Takku Liguèy »*, « *Téfess Diamalaye »* ; de l'Union locale Jappo, de l'Union locale des femmes transformatrices, de l'Union locale « *Ande Suxali sa Gox* », de l'Union locale II du GIE « *Deuguey Moudj* ».

Cette multitude d'associations témoigne du dynamisme des femmes dans les communautés de pêcheurs. Contrairement à ce qui se passe dans d'autres communautés ou localités du pays, elles ne sont pas reléguées au second plan et leurs avis et recommandations sont pris en compte dans les prises de décision.

4.0 Caractérisation des autres communautés de pêcheurs dans la zone d'étude restreinte

La Grande Côte qui s'étend de Dakar à Saint-Louis, inclut des localités qui abritent des communautés de pêcheurs dont les plus importantes sont les suivantes : Cayar, Mboro Ndeundekat, Fass Boye, Lompoul sur Mer et Niayam Potou (cf. figure 1 : localisation des zones de pêche sur la Grande Côte). Ces localités ainsi que les communautés de pêcheurs qui y sont présentes, sont décrites dans les sections suivantes.

4.1 La communauté de pêcheurs de Cayar

Cayar est située dans la région de Thiès ; elle est reliée à la route nationale n° 2 (RN2) par une route départementale qui débouche à Kilomètre 50 et par la route régionale n°10 qui part de Rufisque et dessert des localités comme Sangalkam, Bambilor, Bayakh, et Tivaouane.

Cayar est une commune qui se trouve dans la partie Sud de la Grande Côte, à 58 km au Nord -Est de Dakar et à 40 km au Nord-Ouest de la ville de Thiès, chef-lieu de la région du même nom. Sa façade maritime s'étale sur plus de 3 km. Sur plus d'un km, son arrière-pays se développe sur un secteur dunaire et en zone inter dunaire. Cayar a une superficie de 1604 ha et compte une dizaine de quartiers. Ses coordonnées géographiques sont : Latitude Nord : 14°54' ; Longitude Ouest : 17°07. La commune est limitée au Nord-est par l'océan Atlantique, au Sud par la ligne reliant le village de Keur Kalidou BA, le village Diamaguene et les limites Sud des dunes « *Nioulwy »*.

Cayar fut le plus gros village de l'ancienne communauté rurale de Diender (devenue commune de Diender avec l'Acte III de la Décentralisation au Sénégal), de l'Arrondissement de Keur Moussa, du Département de Thiès. Elle a été érigée en commune par Décret présidentiel n° 2002/ 171 du 21février 2002.

La Commune de Cayar compte 29 810 habitants répartis dans ses 10 quartiers et les Wolofs constituent l'ethnie majoritaire (Source : Commune de Cayar, 2016).

Par rapport aux services sociaux de base, Cayar dispose de 02 écoles préscolaires, 08 écoles primaires, 01 Collège d'Enseignement Moyen, 16 écoles arabes et 15 *daaras* (écoles coraniques).

La Commune compte 01 Poste de santé fonctionnel et 01 Case de santé.

Ces secteurs souffrent d'un certain nombre de contraintes. Pour le secteur de l'éducation les contraintes majeures sont entre autres : les effectifs pléthoriques des classes, la déperdition scolaire due principalement à l'activité de pêche qui attire souvent les jeunes, le déficit d'école, etc. Pour le secteur de la santé, la tendance est pareille, la demande est largement supérieure à l'offre, ce qui fait que les structures sanitaires existantes ne peuvent pas prendre en charge toute la population.

Sur le plan socioéconomique, les activités dominantes sont la pêche et l'agriculture. En général, les Cayarois sont à la fois pêcheurs et agriculteurs. La pratique de ces deux activités leur permettait de « reposer » la mer pendant l'hivernage. La présence d'une fosse en fait une zone très poissonneuse. On y trouve aussi bien des espèces pélagiques destinées principalement au marché national et des espèces démersales notamment côtières qui sont généralement exportées. Ainsi Cayar est très fréquenté par les pêcheurs d'autres zones de pêche tels que les Guet Ndariens.

Ces cinq dernières années, la production halieutique a connu une évolution en dents de scie comme le montre ce tableau.

Tableau 11 : Mises à terre et valeur commerciale entre 2012 et 2016 à Cayar

Années	2012	2013	2014	2015	2016
Tonnage (Kg)	29 866 100	29 015 000	33 477 800	29 474 700	34 643 340
Valeur commerciale (F CFA)	10 622 893 800	12 987 737 500	14 664 504 000	14 153 343 250	16 421 136 000

Source : Service des pêches Cayar, 2016

Le nombre de pêcheurs à Cayar varie en fonction des saisons de pêche. En période de basse saison (juillet-octobre), où les activités sont à leur niveau le plus bas, les pêcheurs sont aux environs de 3000. En période de campagne (Novembre à Juin) leur nombre peut augmenter jusqu'à 6000 (Source : Service Départemental des Pêches Cayar, 2016).

Le parc piroguier est essentiellement composé de pirogues immatriculées qui sont au nombre de 1032 et de pirogues en cours d'immatriculations dont le nombre est estimé à 279 au moment du passage de la mission, en mars 2017.

Le tableau suivant présente les effectifs des acteurs des différentes filières de la pêche.

Tableau 12 : Acteurs, infrastructures et équipements de pêche à Cayar

Acteurs, infrastructures et équipements	Effectifs
Nombre de pirogues immatriculées	1032
Nombre de pirogues en cours d'immatriculations	279
Unités de fabrique de glace	04
Stations d'essence pour pirogues	10
Zones de débarquements ou quais de pêche	03
Complexe de transformation du poisson (aires de séchage, cuves de fermentation et salle polyvalente)	01
Pêcheurs	6000[4]
Mareyeurs nationaux	31
Micro-mareyeurs	228
Mareyeurs « industriels »	70
Intermédiaires (aides mareyeurs)	235
Transformatrices	
Mécaniciens	30

[4]Nombre de pêcheurs en campagne. Ce nombre est de 3.000 en basse saison

Acteurs, infrastructures et équipements	Effectifs
Charpentiers	12
Charretiers	410
Porteurs	385
Videurs («débarqueurs»)	276

Source : Service départemental des Pêches de Cayar, 2016)

Dans cette communauté de pêcheurs, on note une certaine dynamique organisationnelle qui se traduit par la mise en place d'organisations qui regroupent les acteurs par secteur d'activités. Parmi les organisations recensées, on distingue :

Le Comité de pêche de Cayar

Le comité de pêche de Cayar(CPC) est une organisation pionnière dans le domaine de la conservation des ressources halieutiques et de la régulation du marché. Il regroupe les pêcheurs *«ligneurs* » en activité et à la retraite (900 personnes environs).

Mbaalmi 1 et Mbaalmi 2

Ce sont des GIE qui regroupent des propriétaires de sennes tournantes de Cayar. Le premier a été créé en 1996. Ils sont créés à une époque où les captures de poissons pélagiques côtiers étaient abondantes et le matériel de pêche onéreux. Des quantités importantes de poissons pourrissaient sur la plage avec des conséquences graves sur l'environnement et les revenus des pêcheurs. Ainsi leur motivation était de réguler le marché, d'améliorer les revenus des pêcheurs et de faciliter l'accès de leurs membres à des équipements de pêche.

Le Regroupement des Mareyeurs Industriels de Cayar

Le Regroupement des Mareyeurs Industriels de Cayar (REMICA)est composé de mareyeurs qui distribuent les espèces dites nobles destinées aux industries halieutiques d'exportation. Ils occupent les quais de pêche dits japonais 1 et 2.Ils ont joué un rôle important dans l'assainissement de ces quais de pêche dans le cadre du programme de sauvegarde de l'agrément national pour l'exportation des produits halieutiques sur le marché européen.

La FENAMS locale et les jeunes mareyeurs

Le premier est un démembrement local de la Fédération Nationale des Mareyeurs du Sénégal (FENAMS), le second est une cellule du Collectif National des Mareyeurs pour le développement du Sénégal ; ils regroupent des mareyeurs qui exploitent les espèces pélagiques destinées au marché national.

Les femmes transformatrices de produits halieutiques

Elles appartiennent à deux GIE : le GIE Mantoulaye GUENE et le GIE Awa Gueye KEBE qui regroupent au total 150 femmes. Elles s'adonnent à la transformation artisanale de produits halieutiques. Les principales activités sont le braisage et la fermentation. Le salage séchage se fait de façon subsidiaire. Elles offrent aussi aux jeunes filles exclues du système scolaire formel la possibilité d'apprendre un métier et de s'insérer dans la vie active plus tard. Elles sont membres du GIE interprofessionnel *Yallay mbaneer ak feex gui* ; dans ce cadre, elles se sont organisées en un comité retreint de gestion chargé de la gestion et de l'exploitation des aménagements de transformation artisanale de produits halieutiques financés par l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA) dans le cadre du complexe de pêche de Cayar. Elles jouent un rôle de « ciment social » dans le processus de règlement concerté des conflits.

Le GIE interprofessionnel Yallay Mbaneer ak feex gui

Ce GIE regroupe toutes les organisations professionnelles de pêche artisanale de Cayar. Elle comprend un conseil d'administration, un comité restreint de gestion (CRG), des commissions chargées de questions spécifiques. Cette structure a pour mission la gestion et l'exploitation des infrastructures de pêche artisanale réalisées par l'Etat du Sénégal et qui a concédé la gestion à la Commune de Cayar qui, à son tour, a confié leur gestion et exploitation au GIE interprofessionnel. Le GIE interprofessionnel a joué un rôle déterminant dans les activités du plan de sauvegarde de l'agrément national pour l'exportation des produits de la pêche sur le marché européen au niveau de Cayar qui fait partie des sites pilotes.

Le Conseil local de pêche artisanale (CLPA)

Le principe de création du CLPA est consacré par la loi 98-32 portant Code de la Pêche Maritime et de son décret d'application n°98-498 dans sa disposition relative aux organes des pêches maritimes. Cayar fait partie des sites pilotes retenus pour expérimentation des CLPA au Sénégal. Ces structures sont instituées par Arrêté ministériel n° 9077 en date du 8 octobre 2010, en même temps que d'autres dont ceux de Saint-Louis et Lompoul. Sa mise en place est le résultat d'un long processus de concertation, de formation et d'information. Il est intéressant de par sa composition et ses missions. Il regroupe les représentants des professionnels de la pêche artisanale, des notables, de l'administration et de la Mairie. Ces acteurs sont organisés en collèges par référence au métier. Ses organes sont les collèges d'acteurs et l'instance de coordination et de conseil-ICC) qui compte 36 délégués. Le CLPA est un organe de cogestion, de planification à la base, de gestion de projets et de programmes de pêche, voire de développement local. Sa participation à la régulation des activités halieutiques et des conflits est essentielle. Son président est le Préfet du Département de Thiès et son secrétariat est assuré par le chef de service départemental des pêches et de la surveillance de Thiès à Cayar. Dès sa création, il a participé à l'instauration du permis de pêche artisanale à Cayar et au processus de création de l'AMP de Cayar.

4.2 La communauté de pêcheurs de Fass Boye

Fass Boye se situe dans la partie Nord-Ouest de la région de Thiès. Il est limité au Nord par la région de Louga (Département de Kébémer), au Sud par le Département de Thiès, à l'Est par la Route Nationale 2 et à l'Ouest par l'Océan Atlantique.

Du point de vue administratif, Fass Boye fait partie de la commune de Darou Khoudoss, sous-préfecture de Méouane et Département de Tivaouane, Région de Thiès.

Pour l'organisation sociale du village, le pouvoir traditionnel est détenu par le chef de village dont le poste est héréditaire. Le chef de village sert souvent de relais entre les populations et les autorités politiques ou administratives. Il intervient dans la résolution de certains litiges. Pour certains domaines concernant le village dans son ensemble, les femmes sont invitées à participer à des réunions d'information ; tel est le cas lorsqu'un projet intervient dans le village, lorsqu'une autorité officielle visite la localité ou lorsque des enquêtes sont réalisées.

Au sein de la communauté des pêcheurs, les présidents des associations qui regroupent les acteurs de la filière bénéficient d'un plein pouvoir et constituent les interlocuteurs privilégiés et habilités à parler au nom des structures qu'ils dirigent.

Par rapport aux infrastructures et services sociaux de base, le village de Fass Boye dispose d'une école primaire française, cinq écoles coraniques, 1 case de santé, un forage géré par l'association des usagers du forage (ASUFOR), un poste et centre de pêche. Le village compte 08 quartiers, et pratiquement toutes les ethnies se retrouvent à Fass Boye du fait de l'activité de pêche qui est le secteur principal pourvoyeur d'emplois au niveau local.

Le département de Tivaouane compte deux centres de pêche : Mboro et Fass Boye. Il compte 04 sites de débarquements de produits halieutiques répartis comme suit : Bono sur Mer pour le centre de Mboro, Fass Boye, Diogo/Mer et Litt/Mer. Tous ces trois sites sont polarisés par le Centre de Fass Boye.

Les lieux habituels des pêches de la zone sont les suivants : *Gopp*, *Dikk* et *Tankk*. Elles sont toutes situées dans la zone dédiée à la pêche artisanale, soit environ 12 km au large.

Concernant les infrastructures de pêche, Fass Boye dispose d'un quai de pêche géré par le GIE interprofessionnel « Cheikh Ndiaga Seck » et d'un nouveau site de transformation de produits halieutiques récemment inauguré.

Photo 5 : Nouveau site de transformation et quai de débarquement de produits halieutiques de Fass Boye

Clichés : TEC, mars 2017

Le tableau 13 suivant donne une indication sur l'importance de cette activité dans la zone de Fass Boye.

Tableau 13 : Données statistiques sur les débarquements à Fass Boye (2016)

Quantité débarquée (Kg)	Valeur Commerciale estimée (F CFA)	Consommation locale (Kg)	Mareyage	Transformation artisanale (Kg)	Transformation industrielle (Kg)
21 592 339	8 322 735 500	1 923 800	9 600 402	3 514 050	6 554 087

Source : Poste de Contrôle des Pêches de Fass Boye, 2016

La production halieutique de Fass Boye tourne annuellement au tour de 20.000tonnes de produits frais en moyenne durant ces trois dernières années.

Le parc piroguier est estimé à 513 pirogues[5],les types d'engin de pêche prédominants sont le filet dormant, les Filets Maillants Dérivant de Fond(FMDF)le Filet Maillant Dérivant de Surface (FMDS) et la senne tournante.

Actuellement, l'effectif des pêcheurs de Fass Boye tourne autour de 3.500 personnes et le nombre de femmes transformatrices est estimé à 700 comme le montre le tableau suivant.

Tableau 14 : Acteurs, infrastructures et équipements de pêche à Fass Boye

Acteurs, infrastructures et équipements	Effectifs
Pêcheurs	3500
Femmes transformatrices	700
Mareyeurs	40
Micro-mareyeurs	70
Nombre de camions frigorifiques	57
Parc piroguier (immatriculés)	513
En cours d'immatriculation	100
Quai de pêche	01
Site moderne de transformation de produits halieutiques	01

Source : Centre de Contrôle et de la Surveillance des Pêches de Fass Boye

[5]Source : Service des pêches ; dernier recensement dans le cadre de l'immatriculation des pirogues artisanales.

A l'instar d'autres localités de pêche, le département de Tivaouane compte un CLPA dénommé CLPA de Fass Boye et qui regroupe les villages de Fass Boye, Mboro sur mer, Diogo sur mer et Litt sur Mer. C'est un cadre de concertation mis en place par l'Etat pour promouvoir la gouvernance locale des pêches, la participation et l'implication des professionnels dans la réflexion et la gestion d'importantes questions concernant la pêche.

La dynamique organisationnelle des acteurs de la pêche de Fass Boye se traduit par la mise en place des structures associatives suivantes : Union des femmes transformatrices (regroupant15 GIE);un Comité de Vigilance et de Sécurité (CVS) des pêcheurs de filet dormant; un CVS des pêcheurs de senne tournante; une union des mareyeurs, etc.

Le leadership féminin se manifeste à Fass Boye à travers le nombre de GIE de femmes transformatrices. Les femmes ont mis en place ces GIE dans le but de défendre leurs intérêts au sein des instances de décision comme le CLPA.

4.3 La communauté de pêcheurs de Mboro Ndeundekat

Mboro est le deuxième centre de pêche du département de Tivaouane. Une importante communauté de pêche vit dans ce village dont la population avoisine les 2 000 habitants qui sont majoritairement des pêcheurs. Cette communauté a aussi une longue tradition d'agriculture. Les habitants de Mboro Ndeundekat allient ces deux activités. Le maraichage est effectué surtout en période de basse saison durant laquelle la ressource halieutique se raréfie.

Pour les services sociaux de base, le village dispose d'une école primaire de 07 classes, d'une case des tout-petits, de deux écoles arabes et d'une case de santé.

La pêche constitue l'activité principale et elle est pratiquée sur 35 km de côte et implique un parc de 229 pirogues immatriculées en plus de 32 qui ne sont pas immatriculées (source : Service départemental des pêches de Mboro). A cela s'ajoute les pirogues étrangères provenant d'autres localités du Sénégal qui arrivent dans le village en période de campagne surtout.

Les filets dormants, les filets maillants dérivants de surface, les sennes tournantes coulissantes, les pots à poulpe, les palangres et les casiers sont les principaux engins de pêche utilisés à Mboro.

L'activité de pêche se déroule toute l'année, avec une période de pointe allant de mars à juillet. Cette période coïncide avec la campagne de pêche des petits pélagiques côtiers (Sardinelle, Chinchard…) et des soles, poulpes, seiche.

Les lieux habituels de pêche sont essentiellement : *Tank*, *Bop*, *Xèrou Mboro*, etc. Ces lieux, dont les dénominations proviennent de ces communautés se trouvent à des emplacements bien connues par ces dernières.

La dynamique organisationnelle se traduit à Mboro par la mise en place d'une structure qui unit l'essentiel des acteurs de la pêche et de ses activités connexes. Les pêcheurs, les mareyeurs, les micro-mareyeurs, les femmes transformatrices se sont unis dans un groupement appelé Union Locale dont l'objectif principal conjuguer leurs efforts visant à améliorer leur niveau de vie et leur condition de travail.

Actuellement, 985 pêcheurs, 10 mareyeurs, 47 micromareyeurs et 180 femmes transformatrices sont recensés à Mboro. Le tableau 15 suivant présente les effectifs des acteurs des différentes filières, les infrastructures et équipements existants.

Tableau 15 : Acteurs, infrastructures et équipements de pêche à Mboro

Acteurs, infrastructures et équipements existants	Effectifs
Pêcheurs	985
Mareyeurs	10
Micro-mareyeurs	47
Femmes transformatrices	180
Pirogues immatriculées	229
Pirogues non encore immatriculées	32

Source : Service des Pêches de Mboro, 2016

4.4 La Communauté de pêcheurs du département de Louga

4.4.1 Niayam (Potou)

Le village de Potou fait partie du département de Louga et dispose d'une côte longue de 18 km. Le village est limité au Nord-ouest par la région de Saint-Louis. Potou abrite une localité de pêche qui est située à Niayam qui polarise une douzaine de villages. Pour précision, Niayam est une zone de pêche située dans le village de Potou et il est considéré comme un site où se déroule l'activité de pêche. Tout autour de cette localité, se trouve une douzaine de villages et leurs populations viennent tous les jours à Niayam pour exercer l'activité de pêche. D'ailleurs, hormis les campements temporaires qui servent à loger les populations de Guet Ndar, cette localité n'abrite aucun domicile.

Niayam dispose d'un quai de pêche nouvellement construit et(inauguré au mois de mars 2017 par le Président de la République), d'un projet d'implantation d'une fabrique de glace et de chambres froides et de deux stations de carburant.

L'agrément du quai de Potou aux normes d'exportations vers l'Europe est aussi une nouvelle donne qui peut aussi attirer beaucoup de mareyeurs à inciter leurs pêcheurs à débarquer leurs produits sur ce quai.

Photo 6 : Nouveau Quai de pêche de Niayam Potou

Clichés : TEC, mars 2017.

La communauté de pêcheurs comprend des étrangers qui viennent d'autres régions du Sénégal et des résidents originaires du village qui appartiennent à l'ethnie peulh. Ces deux communautés vivent en parfaite harmonie. Cette cohabitation a permis aux résidents jadis agriculteurs de se convertir dans les métiers de la pêche. En période de campagne, des pêcheurs de Guet Ndar viennent s'installer à Niayam avec leurs familles pour profiter de la disponibilité de la ressource dans la zone. Le principal problème dans cette cohabitation est lié au fait qu'à Potou les habitats servant à loger les étrangers sont dans un état assez précaire. Toutefois cela est en cour d'être résolu, puisque la Mairie a enclenché le processus de leur octroyer des parcelles à usage d'habitation.

Photo 7 : Campements de pêcheurs Guet Ndariens à Niayam

Cliché : TEC, mars 2017.

Le filet dormant est l'engin de pêche principal utilisé dans la région. Mais avec la diminution des captures des espèces démersales de fond on note de plus en plus un report de l'effort de pêche sur les espèces pélagiques. Cela se traduit par l'introduction progressive du filet maillant encerclant de surface ou *félé-félé* qui cible principalement les sardinelles.

Les zones de pêche de la région se situent généralement dans la zone des dix miles, entre l'embouchure du fleuve Sénégal et les environs de Fass Boye qui subit l'influence de la fosse de Cayar. Dans cette zone on note la présence de plusieurs pêcheries de sole, machoiron, *tallar*, *sompatt*, plexiglas, langouste, crabe…Aussi, la poursuite des espèces pélagiques les amène parfois à aller au-delà de cette zone. Pour cela les pêcheurs peuvent aller vers les 20 à 30 miles en haute mer (Service régional des Pêches de Louga, 2016).

Le tableau 16 suivant donne une indication sur l'activité de la pêche et ses acteurs.

Tableau 16 : Données sur les acteurs, infrastructures et équipements de la pêche à Potou

Acteurs, infrastructures et équipements	Nombre ou dénomination
Nombre de pirogues actives	- 41 pirogues immatriculées ; - 32 pirogues non immatriculées ; - 60 pirogues viennent en campagne annuellement.
Nombre de permis de pêche délivrés	52
Nombre de pêcheurs	230
Nombre de femmes transformatrices	119
Nombre de mareyeurs	25
Nombre de GIE	06
Quai de pêche	01
Aire de transformation	01 (inachevée)
Fabrique de glace	En projet
Chambres de stockage	En projet

Acteurs, infrastructures et équipements	Nombre ou dénomination
Stations carburant	02
CLPA	CLPA Terroir
Associations	- Coopérative Pêche de Léona (COOPEL), - GIE Interprofessionnel

Source : Service Régional des Pêches de Louga

Il convient de préciser que la pêche constitue la première activité socioéconomique dans la zone ; elle procure aux populations les revenus les plus conséquents. L'importance de cette activité dans cette zone apparait dans les chiffres du tableau suivant.

Tableau 17 : Données statistiques sur les débarquements à Niayam (Potou)

Débarquements (en Kg)	587 790
Valeur commerciale estimée (en FCFA)	418 415 000
Consommation locale (en Kg)	30 400
Utilisée dans la transformation artisanale (en Kg)	163 590
Poids sec obtenus de la transformation (en Kg)	42 420
Valeur commerciale estimée des produits transformés (en FCFA)	28 325 000
Quantité utilisée dans le mareyage (en Kg)	387 390

Source : Service Régional des Pêches de Louga, 2016

4.4.2 Lompoul sur Mer

Lompoul est un village originellement peulh dont la création remonterait à 1804. Les activités de pêche y ont débuté depuis 3 décennies seulement, avec des pêcheurs de Guet Ndar. Les peulhs n'ont commencé à pratiquer la pêche qu'à partir de 1981 avec l'appui des Petits Projets Ruraux qui finançaient l'acquisition d'unités de pêche.

Lompoul sur Mer a une côte longue de 38 Km et est frontalier à la région de Thiès au sud-ouest.

Pour les services sociaux de base, Lompoul sur Mer dispose d'une école primaire, d'un Collège d'enseignement Moyen, d'un Poste de santé en construction, un marché hebdomadaire qui contribue fortement à l'économie locale et une grande mosquée. Le système de transport est essentiellement routier et les moyens de transport sont constitués des véhicules, des motos, des charrettes, etc. Tous les opérateurs téléphoniques sont représentés à Lompoul. L'approvisionnement en eau est toujours géré par l'hydraulique rurale et l'électricité par le réseau de la SENELEC. Plus de la moitié de la population dispose d'appareils électroniques tels que TV et radios.

Pour les infrastructures de pêche, le village de Lompoul sur Mer dispose d'un quai de pêche, d'une aire de transformation de produits halieutiques, d'une fabrique de glaces, et de 03 stations de carburant pour pirogues.

Photo 8 : Quai de pêche (gauche) et aire de transformation (droite) de Lompoul

Clichés : TEC, mars 2017

La pêche constitue l'activité principale, et en période de basse saison, les populations s'adonnent à l'agriculture. L'élevage est pratique toute l'année dans la localité qui abrite une importante communauté de Peulhs. Le tableau 18 suivant décrit un peu les acteurs pour chaque filière.

Tableau 18 : Données sur la pêche à Lompoul sur mer

Acteurs, infrastructures et équipements	Nombre ou dénomination
Nombre de pirogues actives	- 149 pirogues immatriculées, - 45 Pirogues non immatriculées, - 100 pirogues viennent en campagne annuellement
Nombre de permis de pêche délivrés	115
Nombre de pêcheurs	420
Nombre de femmes transformatrices	300
Nombre de mareyeurs	40
Nombre de GIE	27
CLPA	CLPA Terroir
Quai de pêche	01
Aire de transformation	01
Fabrique de glaces	01
Stations essence pour pirogues	03

Source : Service Régional des Pêches et de la Surveillance de Louga, 2016.

Par rapport à l'organisation sociale, le chef de village et les responsables du CLPA sont les principaux détenteurs du pouvoir. Le chef de village est le principal représentant du pouvoir local dans le village. Le mode de succession à ce poste est héréditaire.

Au niveau de la communauté de pêcheurs, le pouvoir est détenu par le GIE interprofessionnel des pêcheurs à travers son président. Au niveau des femmes qui s'activent dans la transformation, c'est la présidente du GIE qui détient le pouvoir. Le processus de prise de décision au niveau du GIE nécessite la présence de tous les membres. Les femmes sont convoquées à des réunions d'information ou de sensibilisation au travers de leurs leaders ; les décisions dans la communauté sont prises de manière concertée en tenant compte de l'avis des femmes.

La communauté des acteurs de la pêche de Lompoul comprend des habitants du village de Lompoul qui appartiennent à l'ethnie peulh et des étrangers qui sont principalement Guet Ndariens qui y résident pendant la période de la campagne de pêche qui dure 6 à 7. Ainsi, ces deux groupes vivent en harmonie,

permettant aux autochtones jadis agriculteurs ou éleveurs de se reconvertir dans les métiers de la pêche et aux allochtones d'être parfaitement intégrés et de compter parmi la population locale.

Le filet dormant est l'engin de pêche principal utilisé dans la localité. Mais avec la diminution des captures des espèces démersales de fond on note de plus en plus un report de l'effort de pêche sur les espèces pélagiques. Cela se traduit par l'introduction progressive du filet maillant encerclant de surface ou « *félé-félé* » qui cible principalement les sardinelles.

Les zones de pêche que fréquentent les pêcheurs de la région de Louga dont ceux de Lompoul, à l'instar de leurs homologues de Niayam, se situent généralement dans la zone des dix milles entre l'embouchure du fleuve Sénégal et aux environs de Fass Boye qui subit l'influence de la fosse de Cayar. Dans cette zone on note la présence de plusieurs pêcheries de sole, machoiron, « tallar », « sompatt », plexiglas, langouste, crabe, etc. Aussi, la poursuite des espèces pélagiques les amène parfois à aller au-delà de cette zone. Pour cela les pêcheurs peuvent aller vers les 20 à 30 miles en haute mer.

Tableau 19 : Données statistiques sur les débarquements à Lompoul sur Mer

Débarquements (en Kg)	1 929 500
Valeur commerciale estimée des produits débarqués (en FCFA)	759 121 000
Consommation locale (en Kg)	273 750
Réservé à la transformation artisanale (en Kg)	403 000
Poids sec obtenus (en Kg)	134 312
Valeur commerciale estimée du produit transformé (en FCFA)	77 544 000
Quantité destinée au mareyage (en Kg)	1 258 650

Source : Service Régional des Pêches de Louga, 2016

5.0 Caractérisation des communautés de l'Ile Bopp Thior

Cette île se situe dans la zone d'étude élargie ; cependant, compte tenu de sa proximité avec Saint-Louis, elle est prise en compte dans cette étude.

Doté d'une position panoramique, le village insulaire de Bopp Thior, avec ses plages de sables fin et bien entretenues, sa mangrove havre de privilégié de nombreux oiseaux aquatiques, constitue un site très attrayant, mais peu exploité touristiquement. La seule activité génératrice de revenus pour les populations est la pêche fluviale dans le fleuve Sénégal qui devient moins attrayante de jour en jour.

Photo 9 : Mangrove de l'Ile Bopp Thior

Clichés : TEC, mars 2017

Bopp Thior se trouve à la frontière entre le Sénégal et la Mauritanie. Il est distant de moins de 02 km de l'île de Saint-Louis. Il compte environ 800 habitants.

Sur le plan administratif, il est rattaché à la Commune de Gandon (de l'arrondissement de Rao) distante d'une vingtaine de km.

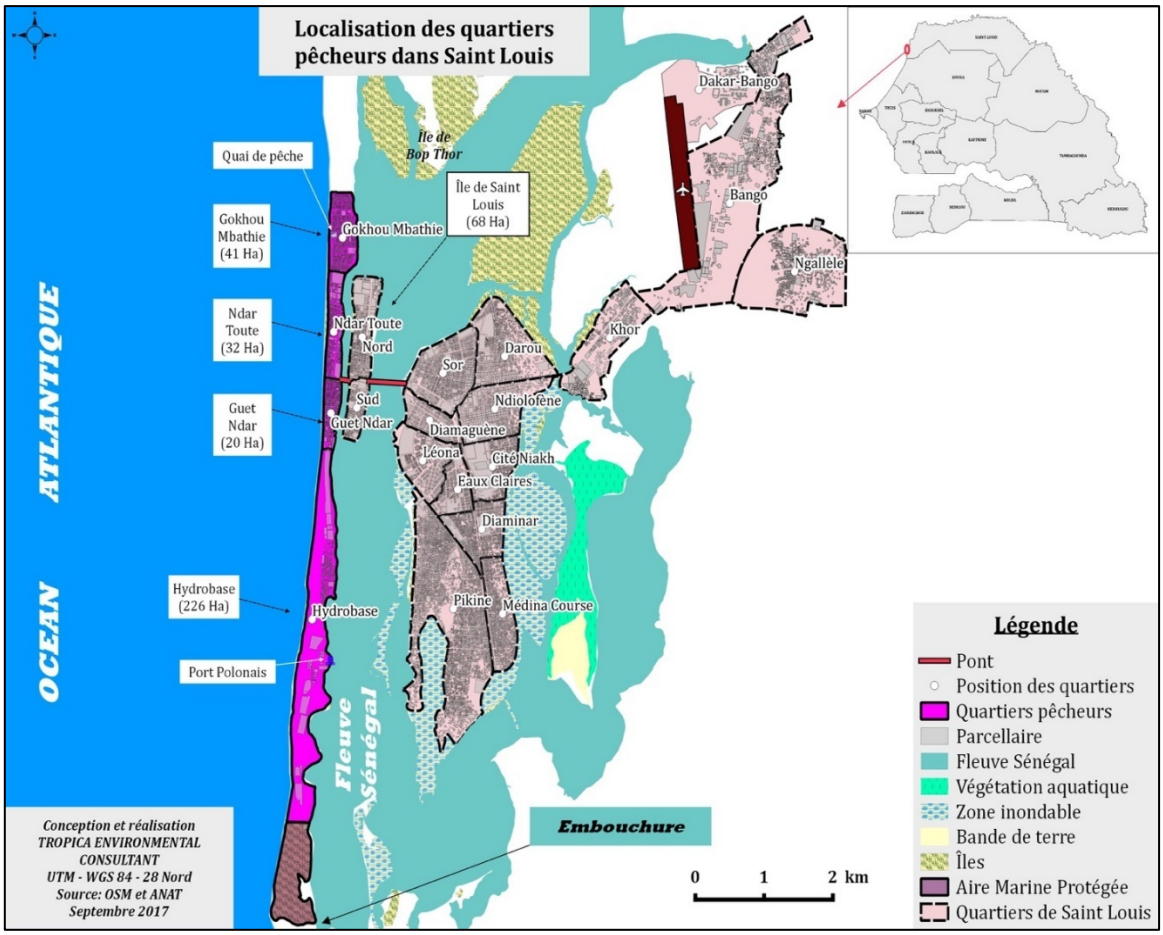


Figure 4 : Carte de localisation de l'île Bopp Thior

Cette île a abrité le premier cimetière de la ville de Saint-Louis, et les dignitaires y étaient enterrés. Le village était une zone privilégiée des mulâtres et mulâtresses de Saint-Louis qui y avaient des résidences, parce qu'il y faisait bon vivre. A l'époque, une briqueterie était installée dans cette île et a fourni les briques qui furent utilisées dans la construction des édifices de Saint-Louis vers le 18e siècle. Les vestiges de cette briqueterie font partie des monuments historiques identifiés par le ministère de la culture du Sénégal.

Sur le plan de la dynamique de peuplement de l'île, les populations (les jeunes notamment) ont tendance à délaisser le village au profit de la ville de Saint-Louis. Certains migrent en Mauritanie.

Pour les services sociaux de base, l'Ile ne dispose que d'une école primaire qui fonctionne avec un cycle incomplet à cause de l'exode de sa population, et d'une école coranique. Le taux de scolarisation des enfants reste faible (45%, Source : Directeur de l'école).

Le village dispose d'une case de santé construite par une ONG Rotary Club. Cette structure sanitaire n'est pas fonctionnelle parce que dépourvue d'équipements et de matériels. Dans la plupart des cas, les premiers soins ne peuvent même pas être assurés sur place. Les populations sont obligées d'aller vers les structures sanitaires de Saint-Louis.

L'Ile est subdivisée en trois principaux hameaux : Keur Gou Makk où réside la famille Ndiaye, lignée d'où appartient le chef de village, Keur Marième qui est le fief de la famille Diop et Keur Bineta où réside la famille Ba.

L'organisation sociale du village est de type traditionnel avec un chef de village qui bénéficie d'un plein pouvoir. C'est lui qui gère les litiges et bénéficie d'une voix prépondérante lors des réunions de village. Il est considéré comme le principal interlocuteur des intervenants au niveau du village (ONG, Projets de développement etc.)
Les principales activités économiques des populations sont la pêche et l'agriculture. Avant la construction du barrage de Diama sur le fleuve Sénégal, Bopp Thior jouait un rôle dynamique dans l'arboriculture fruitière à travers une forte production de dattes, de noix de coco etc. la remontée du biseau salé de la mer a pris possession des terres les rendant inaptes à ce type d'activités agricoles. Actuellement, l'agriculture ne dépend que de la saison des pluies, qui ne permet de cultiver selon les populations qu'une petite quantité d'arachides, d'haricots et de pastèques. Chaque famille détient une petite parcelle de terre généralement exploitée par les femmes.

L'activité de pêche est en perte de vitesse à cause de la mangrove qui était, par le passé, un lieu de reproduction des espèces halieutiques (poissons, crevettes, crabes, langoustes, etc.) et qui est maintenant décimée du fait de son exploitation pour satisfaire les besoins en bois de chauffe.

Avec l'appui de l'ONG Le Partenariat, un site de transformation de produits halieutiques a été aménagé à l'Ile Bopp Thior. Le but de ce projet était de relancer l'activité économique des femmes. Mais avec la raréfaction de la ressource, ce site n'est presque pas utilisé et est laissé à l'état.

L'île n'est raccordée ni au réseau SDE ni à celui de la SENELEC. De l'avis des populations, plusieurs demandes ont été adressées à l'Agence Nationale de l'Electrification Rurale (ANER) mais sans suite.

La grande problématique est l'approvisionnement en eau potable. Les populations s'approvisionnent à Saint-Louis. L'eau du fleuve non traitée n'est potable que durant l'hivernage. Pendant cette période, les populations utilisent aussi l'eau de pluie qu'elles recueillent dans des fûts de 20 litres. Passée cette période, les populations sont obligées d'aller jusqu'à Saint-Louis pour s'approvisionner à partir des bornes fontaines payantes. Cette indisponibilité de l'eau potable bloque le développement de toutes les activités de l'Ile.

BIBLIOGRAPHIE

1. BONNARDEL. R., 1985. *Vitalité de la petite pêche tropicale, pêcheurs de Saint-Louis du Sénégal*, Paris éditions CNRS, collection mémoire et documents de géographie, 105 p.

2. CAMARA M.M. 2008. Quelle gestion des pêches artisanales en Afrique de l'Ouest ? Etude de la complexité de l'espace halieutique en zone littorale sénégalaise. Thèse de doctorat en géographie, UCAD, 339 pages.

3. COGEPAS : « Projet de renforcement des capacités d'organisation et de formation des leaders des professionnels dans le domaine de la pêche artisanale » : étude socio-économique auprès des pêcheurs des sites pilotes (Lompoul, Kayar, Joal, Djiffère) au cours de la première année du projet, 2009, 81 pages.

4. Commune de Saint-Louis, 2010. Etude de faisabilité et étude d'impact environnemental et social du projet de développement touristique de la Région de Saint-Louis. Faisabilité sectorielle – pêche. 41 pages.

5. Commune de Gandon : Plan de Développement Communal 2015-2020, 84 pages

6. Conseil Local de Pêche Artisanale de Cayar (CLPA/CAYAR): Convention Locale pour la Gestion des Pêcheries de Cayar, élaborée avec l'appui du projet USAID/COMFISH, Juillet 2013, 34 pages.

7. Conseil de Quartier de Guet Ndar : Recensement des données pour le quartier de Guet Ndar, Année 2014.

8. Diagne M., (sans année). Avis d'expert in Bulletin d'information Diiso.

9. Gueye, A., 2016. Éléments d'alerte face à la découverte de Pétrole et de Gaz au Sénégal, 4 pages.

10. Innovation, Environnement et Développement (IED) et Promouvoir la Résilience des Economies en zone Semi-arides (PRESA) : Sénégal : Revue du contexte socioéconomique, politique et environnemental, 2015, 88 pages.

11. LALOE F., SAMBA A., 1990. La pêche artisanale au Sénégal : Ressource et stratégie de pêche, Collection étude et thèse, Editions de l'ORSTOM, 324 pages.

12. LE ROUX S. 2005. Pêche et territoires au Sénégal, Thèse de doctorat en géographie, Université de Nantes, 318 pages.

13. Mbissine, Ndeye : Dégradation et évolution de l'écosystème côtier de la Langue de Barbarie, mémoire de maitrise, Section Géographie/Université Gaston Berger de Saint Louis, 116 pages.

14. Ndiaye, Mariètou : Dynamique, vulnérabilité socioéconomique et gouvernance des littoraux de Saly Portudal (Mbour) et de la Langue de Barbarie (Saint-Louis), Thèse de Doctorat unique, Section de Géographie/Université Gaston Berger de Saint Louis, 340 pages.

15. Niang, Ndeye Astou : Dynamique socio environnementale et développement local des régions côtières du Sénégal : l'exemple de la pêche artisanale, Université de Rouen, UFR LSH/Département de Géographie, Novembre 2009, 302 pages.

16. ONG LE PARTENARIAT : Diagnostic des besoins Education et Santé sur la Langue de Barbarie, réalisé en 2016.

17. Plan de Développement de quartier Ndar Toute (Saint louis), PRADEQ, Mai 2004, 53 pages.

18. Plan de Développement de Quartier Guet Ndar (Saint louis), PRADEQ, Août 2005, 73 pages.

19. Plan de Développement de Quartier Goxxu Mbacc (Saint louis), PRADEQ, Décembre 2003, 61 pages.

20. Plan Local de Développement Ndiébéne Gandiol, Etude réalisée avec l'appui technique du GERAD et l'appui financier du PACR-Vallée, Août 2010, 104 pages.

21. Protocole d'application de la Convention en matière de pêche et d'aquaculture signée le 25 février 2001 à Nouakchott entre le gouvernement de la République Islamique de Mauritanie et le gouvernement de la République du Sénégal, Décembre 2014, 19 articles.

22. Profil environnemental de la ville Saint louis, Avril 2005, Agence de Développement Communal, 219 pages.

23. MBAYE A. : Impacts socio-économiques de l'unité améliorée de transformation de produits halieutiques "Adja Ndoumbé SECK *Député*" sur les conditions de vie des femmes transformatrices de Cayar, étude réalisée avec l'appui technique de l'USAID, Novembre 2015, 59 pages.

24. Service Départemental des Pêches de Saint Louis, Note préparatoire du Diner-Débats organisé par la Chambre de Commerce, d'Industrie et d'Agriculture de la région de Saint Louis, le 29 Janvier 2016.

25. SONKO M., 2007. Accord de pêche UE/Sénégal, Neptunus, Vol 13, n°1. 10 pages.

26. Sy, Alioune Badara : Etude sur la contribution socioéconomique de la pêche dans l'économie des collectivités locales côtières : l'étude du cas de la Commune de Cayar, Septembre 2014, 35 pages.

27. WWF WAMER Bureau du Programme Marin pour l'Afrique de l'Ouest : Diagnostic organisationnel participatif des organisations de gestion et de conservation des ressources naturelles de Saint Louis, étude réalisée par Adama Mbaye, chercheur sociologue à ISRA, Avril 2011, 50 pages.

28. WWF WAMER Bureau du Programme Marin pour l'Afrique de l'Ouest : Etat de référence socioéconomique de Cayar, étude réalisée par Adama MBAYE, Sociologue/ISRA, Décembre 2010, 71 pages.

ANNEXE : FICHES ETABLISSEMENTS HUMAINS

LOCALITE	**Saint Louis**
QUARTIER	**Guet Ndar**
Localisation (administrative ; géographique)	Guet Ndar est situé à l'extrême sud de la Langue de Barbarie (une bande de terre d'une longueur de 24 Km et d'une largeur de 250 m). il s'étend sur 1 km entre l'Océan Atlantique et le petit bras du fleuve Sénégal, depuis le pont Moustapha Malick Gaye et la Place de la République (Place Pointe à Pitre) au Nord, jusqu'au cimetière au Sud.
Historique	Bonnardel (1985) explique que l'implantation des pêcheurs sur la Langue de Barbarie remonte au XVIe siècle. Au milieu du XVIIe siècle, à la veille de la fondation du comptoir français dans l'île de Saint-Louis (1659), la Langue de Barbarie était à peu près déserte et servait de pâturage aux troupeaux des éleveurs maures. Dès cette époque, vers le sud du quartier actuel de Guet-Ndar, s'installait chaque année, de février à mai, un campement de pêcheurs venus du Walo. Les premiers séjours de ces derniers sur la Langue de Barbarie dateraient du milieu du XVIe siècle, donc ils seraient antérieurs à la fondation du comptoir de Saint-Louis. Ces pêcheurs étaient en réalité des paysans pêcheurs dans leurs villages de la basse vallée du Sénégal et échangeaient le poisson du Fleuve contre le sel et les dattes, qu'apportaient les Maures. Les pêcheurs du Walo, pour accroître leurs moyens d'échange, s'en furent à la recherche de lieux de pêche plus féconds et c'est ainsi qu'ils prirent l'habitude de se déplacer saisonnièrement vers l'aval, jusqu'à proximité de l'embouchure pendant la morte saison agricole. Selon la tradition guet-ndarienne, les gens du Walo seraient des sujets du souverain du Traza, qui rançonnaient les populations noires de la rive gauche. C'est pour fuir ces tributs très lourds que les cultivateurs-pêcheurs du Walo décidèrent d'abandonner leur région d'origine pour venir s'installer sur la Langue de Barbarie. Une grande partie de la communauté s'établit alors à Guet-Ndar, quelques familles se fixèrent à Ndiago et quelques autres enfin poussèrent jusqu'à Gandiole. Ils furent exclusivement des pêcheurs fluviaux, et ce n'est que bien après leur installation à Guet-Ndar qu'ils se risquèrent en mer, au XIXe siècle (*ibidem*).
Structuration (villages, sous quartiers)	Avec une superficie de 20 ha, le quartier est divisé localement en trois sous quartiers : Dack, Ponde Khollé, un lieu qui était situé sur la colline (actuelle mosquée baateri) qui servait à épier le colon, Lodo (qui veut dire dans sa limite Nord). Guet Ndar Dack occupe à lui seul 10,3 % de l'aire communale urbaine, ce qui en fait un des quartiers les plus vastes.

LOCALITE	**Saint Louis**
QUARTIER	**Guet Ndar**
Infrastructures (publiques, sociales) et services	**Transport** : le système de transport est routier et est assuré par les taxis clandos, les « jaune-noirs », les cars rapides, les calèches et tout récemment les bus Tata **Santé** : un poste de Santé à Guet Ndar qui a largement dépassé sa capacité d'accueil **Education** : 2 écoles françaises qui ne parviennent pas à satisfaire la demande **Sanitaire et assainissement** :le réseau des eaux usées n'est pas fonctionnel. **Eau potable** : le quartier est desservi par le réseau de la SDE. **Electricité** : le quartier est desservi par le réseau de la SENELEC. **Téléphonie** : le quartier est desservi par les réseaux de téléphonie fixe et mobile.
Démographie (peuplement, population, ethnies)	Selon les données du recensement effectué en 2014 par le Conseil de quartier, le quartier de Guet Ndar compte 26 000 habitants dont 12 246 hommes et 13 754 femmes. Le quartier est entièrement constitué de musulmans et dispose de 11 mosquées et de 17 écoles coraniques. Guet Ndar dispose de deux écoles primaires, d'un poste de santé et de deux pharmacies.
Activités socioéconomiques	L'activité principale de cette communauté est la pêche
Activités socioculturelles	Organisation des régates (course de pirogues),
Sites historiques / culturels	Le plus vieux cimetière de la Commune se trouve à Guet Ndar
Organisation sociale	Plusieurs organisations qui regroupent des acteurs appartenant à la même filière, des GIE de femmes transformatrices et les dirigeants de ces différentes organisations bénéficient d'un pouvoir décisionnel quasi prépondérant.
Evènements marquants dans la localité	Organisation de chants religieux annuels, organisation des régates etc.

LOCALITE	**Saint Louis**
QUARTIER	**Ndar Toute**
Localisation (administrative ; géographique)	Ndar Toute est l'un des quartiers de la Langue de Barbarie. Il est limité au Nord par le quartier de Goxxu mbacc, au Sud par le quartier de Guet Ndar, à l'Ouest par l'Océan et à l'Est par le petit bras du fleuve Sénégal. Il s'étend sur une bande d'environ 1,500 km de long avec une superficie de 21 ha.
Historique	Le quartier Ndar Toute fat partie des plus vieux quartiers de la ville de Saint Louis proclamé village de liberté en 1849 car il était destiné à accueillir les esclaves émancipés. Toutefois, c'est par arrêté du 08 décembre 1856 que le quartier fût créé par le Gouverneur Faidherbe dans le but de désengorger l'Ile. L'origine du nom du quartier provient du mot wolof « Ndar Gou Ndaw » qui signifie le « petit Saint louis ». il est aussi appelé Santhiaba qui peut être traduit par « nouvelle ville ». L'évolution du quartier a été rythmée par beaucoup d'évènements qui sont aujourd'hui inscrits dans la mémoire collective des populations.
Structuration	Le quartier est subdivisé en deux sous quartiers : Haut Ndar Toute et Bas Ndar Toute
Infrastructures (publiques, sociales) et services	**Transport** : le système de transport est routier et est assuré par les taxis clandos, les « jaune-noirs », les cars rapides, les calèches et tout récemment les bus Tata **Santé** : un poste de Santé à Ndar Toute qui a largement dépassé sa capacité d'accueil **Education** : 06 écoles primaires, 02 collèges, 03 préscolaires **Sanitaire et assainissement** :le réseau des eaux usées n'est pas fonctionnel, le système d'évacuation des eaux pluviales est déficient. Le quartier souffre d'un problème de gestion de ses ordures ménagères **Eau potable** : le quartier est desservi par le réseau de la SDE. **Electricité** : le quartier est desservi par le réseau de la SENELEC. **Téléphonie** : le quartier est desservi par les réseaux de téléphonie fixe et mobile. **Autre infrastructure** : 01 Marché
Démographie (peuplement, population, ethnies)	Le peuplement s'est fait par vagues successives et concernait généralement les populations indigènes venant de la vallée du Fleuve Sénégal et constituées de Wolofs, Toucouleurs et Maures. Avec une population de 11 644 habitants, Ndar Toute fait partie des quartiers les moins peuplés de la ville de Saint Louis. Ce quartier est subdivisé en deux sous quartiers : le Bas Ndar Toute qui est beaucoup plus peuplé que le Haut Ndar Toute.

LOCALITE	**Saint Louis**
QUARTIER	**Ndar Toute**
	Ce quartier, à l'image de la tendance communale et même nationale, est majoritairement composé de jeunes. Le caractère juvénile de sa population, comme partout au Sénégal, s'explique par un taux de fécondité assez élevé.
Activités socioéconomiques	L'activité principale de cette communauté est la pêche
Sites historiques	Institut Saint Jo de Clinique, le Camp Cazeilles qui était le fief des tirailleurs sénégalais, l'ancienne gouvernance de la Mauritanie
Activités socioculturelles	Organisation des régates (course de pirogues), Fanal, « gamou » (chants religieux) annuel etc.
Organisation sociale	Plusieurs organisations qui regroupent des acteurs appartenant à la même filière, des GIE de femmes transformatrices et les dirigeants de ces différentes organisations bénéficient d'un pouvoir décisionnel quasi prépondérant.
Evènements marquants dans la localité	Organisation de chants religieux annuels, organisation des régates etc.

LOCALITE	**Saint Louis**
QUARTIER	**Goxxu Mbacc**
Localisation (administrative ; géographique)	Ce quartier est l'une des localités situées sur la Langue de Barbarie. Il est limité au Nord par Sal Sal, au Sud par Ndar Toute, à l'Ouest par l'Océan Atlantique et à l'Est par le petit bras du fleuve Sénégal.
Historique	Le quartier Goxxu Mbacc est né suite à une politique de décongestionnement de Guet Ndar enclenché par les autorités locales de la ville de Saint Louis. Ce quartier se situe au Nord de Guet Ndar, près de la frontière avec la Mauritanie et marque le point de départ de la Langue de Barbarie. Sur le plan géophysique, Goxxu Mbacc fait partie des quartiers les plus sensibles à l'effet érosif qu'il subit avec une intensité accrue. Tout dernièrement des maisons sont englouties dans les eaux et une partie du quai est gravement menacée de disparition. La nappe à ce niveau est affleurante.
Infrastructures (publiques, sociales) et services	**Transport** : le système de transport est routier et est assuré par les taxis clandos, les « jaune-noirs », les cars rapides, les calèches et tout récemment les bus Tata **Santé** : un poste de Santé à Goxxu Mbacc qui a largement dépassé sa capacité d'accueil **Education** : 1 école française et une école franco-arabe **Sanitaire et assainissement** :le réseau des eaux usées n'est pas fonctionnel, le système d'évacuation des eaux pluviales est déficient. Le quartier souffre d'un problème de gestion de ses ordures ménagères **Eau potable** : le quartier est desservi par le réseau de la SDE. **Electricité** : le quartier est desservi par le réseau de la SENELEC. **Téléphonie** : le quartier est desservi par les réseaux de téléphonie fixe et mobile.
Démographie (peuplement, population, ethnies)	Avec une population estimée à 23 288 habitants, Goxxu Mbacc est classé dans la catégorie des quartiers très peuplés de la commune de Saint Louis. Dans cette catégorie, Goxxu Mbacc vient derrière Pikine et Guet Ndar. A l'instar des autres quartiers de la ville de Saint louis, les données sur la structure de sa population montrent que le quartier est majoritairement composé de jeunes.
Activités socioéconomiques	L'activité principale de cette communauté est la pêche

LOCALITE	**Saint Louis**
QUARTIER	**Goxxu Mbacc**
Activités socioculturelles	Organisation des régates (course de pirogues), organisation d'un rituel « maure Havleu » pour exprimer leur identité culturelle, « gamou » annuel, etc.
Organisation sociale	Plusieurs organisations qui regroupent des acteurs appartenant à la même filière, des GIE de femmes transformatrices et les dirigeants de ces différentes organisations bénéficient d'un pouvoir décisionnel quasi prépondérant.
Evènements marquants dans la localité	Organisation de chants religieux annuels, organisation de régates, etc.

LOCALITE	**Saint Louis**
QUARTIER	**Hydrobase**
Localisation (administrative ; géographique)	Hydrobase constitue le dernier quartier officiel de la Langue de Barbarie situé entre Guet Ndar et l'embouchure du fleuve Sénégal. Il est limité au Nord par le cimetière musulman de Guet Ndar, au Sud par l'embouchure du fleuve sénégal, à l'Est par le bras du fleuve Sénégal et à l'Ouest par l'Océan Atlantique.
Historique	Quartier le plus récent sur la Langue de Barbarie, Hydrobase a été créé en 2002pour servir aussi de retrait pour les populations de Guet Ndar. C'est un quartier qui est né avec la poussée démographique et dans un esprit de décongestionner la Langue de Barbarie de son trop plein de monde. C'est ainsi que la plupart des Guet Ndariens sont venus habiter à Hydrobase. C'est la raison pour laquelle Hydrobase et Guet Ndar gardent pratiquement les mêmes spécificités culturelles.
Infrastructures (publiques, sociales) et services	**Transport** : le système de transport est routier et est assuré par les taxis clandos, les « jaune-noirs », les cars rapides, les calèches et tout récemment les bus Tata **Santé** : une case de Santé à Hydrobase qui a largement dépassé sa capacité d'accueil **Education** : 1 école primaire. **Sanitaire et assainissement** :le réseau des eaux usées n'est pas fonctionnel, le système d'évacuation des eaux pluviales est déficient. Le quartier souffre d'un problème de gestion de ses ordures ménagères **Eau potable** : le quartier est desservi par le réseau de la SDE. **Electricité** : le quartier est desservi par le réseau de la SENELEC. **Téléphonie** : le quartier est desservi par les réseaux de téléphonie fixe et mobile. **Autre infrastructure** : 01 Marché
Démographie (peuplement, population, ethnies)	Avec une population d'environ 15 000 habitants, Hydrobase commence à connaitre un peuplement assez rapide lié à son contexte un peu particulier par rapport aux autres quartiers de la Langue de Barbarie. Hydrobase concentre l'essentiel du parc hôtelier de la Commune de Saint louis. Cela constitue un facteur qui attire les populations saint louisiennes vers ce quartier. Ce qui contribue à accroitre la population.

LOCALITE	**Saint Louis**
QUARTIER	**Hydrobase**
Activités socioéconomiques	L'activité principale de cette communauté est la pêche
Sites historiques	Cimetière Thiaka Ndiaye, Hôtel Mermoz, le Port de Saint Louis etc.
Activités socioculturelles	Organisation des régates (course de pirogues),« fanal », chants religieux etc.
Organisation sociale	Plusieurs organisations qui regroupent des acteurs appartenant à la même filière, des GIE de femmes transformatrices et les dirigeants de ces différentes organisations bénéficient d'un pouvoir décisionnel quasi prépondérant.
Evènements marquants dans la localité	Organisation de chants religieux annuels, de régates, etc.

LOCALITE	**Saint-Louis**
QUARTIER	**Khor**
Localisation (administrative ; géographique)	Quartier historique de la périphérie de Saint-Louis, situé dans une zone marécageuse entre Ndioloféne et Dakar Bango en bordure d'un bras du fleuve Sénégal.
Historique	Khor est un quartier qui a surgi de façon assez tardive dans le paysage saint-louisien, créé par la mission protestante vers 1830 qui accueillait les réfugiés maliens fuyant l'esclavage. Le père fondateur de ce quartier s'appelle Ngolo Koné.Planton dans l'administration coloniale, s'est établi sur ce site marécageux de l'extrême nord du faubourg de sor pour éviter, nous dit-on, de devenir « sofa »(soldat) dans l'armée de AlmamySamorytouré. Sa « terre promise » fut alors Khor qui a été Ngolobougou (village de Ngolo), à sa mort cette « terre de liberté » peuplée essentiellement de Mandés (fils du manding) s'est vite intégrée harmonieusement dans l'agglomération de Saint-Louis.
Structuration (villages, sous quartiers	Khor est aujourd'hui divisé en deux sous quartiers : Khor usine créé en 1900 a trois secteurs (Ngolobougou, Khor- Cabane,kharYalla) ;Khor église est le noyau originel du Quartier et jusqu'à une période récente elle était un titre foncier de la mission protestante de Saint-Louis .La famille Ouatara en était la dépositaire . Khor mission est subdivisé en trois titres fonciers (Khor-Vauvert, Khor-Séras et Khor-Prolongement.
Infrastructures (publiques, sociales) et services	**Transport :** Pas de problème de transport, des bus et taxis assurent le transport des personnes vers Saint-Louis, Ngalèle ou l'Université. **Santé :** Un poste de Santé à Khor- mission couvrant Khor-Usine**.** **Education** : 02 écoles primaires, 02 cases des tous-petits. **Sanitaire :** le quartier n'a pas de réseau d'assainissement liquide mais les ordures ménagères sont collectées par le GIE SETOM. **Eaupotable** : le quartier est desservi par le réseau de la SDE. **Electricité :** le quartier est desservi par le réseau de la SENELEC. **Téléphonie :** le quartier est desservi par les réseaux de téléphonie fixe et mobile **Autres :** le quartier dispose d'un abattoir à Khor-Seras. Il ya aussi la brigade territoriale de la gendarmerie.

LOCALITE	**Saint-Louis**
QUARTIER	**Khor**
Démographie (peuplement, population, ethnies)	Le peuplement de la localité est lié aux inondations de Saint-Louis mais aussi à la présence de l'usine SDE qui a été créée bien avant le développement de Khor-Usine. Les populations de l'ile de Diouck sont venues renforcer Khor-Usine avec la création des secteurs de KharYalla et Khor-Cabane. La taille de la population pour Khor-Mission et Usine est de 4899 habitants en 2013. Les principales ethnies sont les Bambaras,Poulars, Sarakholés, Wolofs,bref toutes les autres ethnies du Sénégal.
Activités socioéconomiques	L'activité économique tourne essentiellement au tour du maraichage et du commerce. Une petite minorité s'adonne à la pêche à l'épervier dans le bras du fleuve qui ceinture le quartier de part et d'autre.
Activités socioculturelles	-L'histoire culturelle de Khor est marquée par le « koma »,le « koma »est une sorte de « Kankourang » (qui n'a pas l'apparence du Kankourang proprement dit), qui sortait périodiquement pour mater les mauvais esprits et punir les sorciers anthropophages. Sa sortie était bien organisée, soigneusement préparée par les sages et dépositaires du culte de Khor. Tout un rite et un mythe entouraient ce « koma » redoutable et redouté. Il venait de Khor-Eglise, sa sortie était accompagnée d'une grande manifestation grandiose. -Des chants religieux « Gamou »sont organisés annuellement à Khor-Usine.
Sites historiques / culturels	Cimetière mixte à Khor vauvert
Organisation sociale	A Khor les populations sont très solidaires les unes des autres, elles vivent en parfaite harmonie.Il y a un conseil des quartiers et les conflits et réclamations...sont gérés par ce conseil de manière objective.
Evènements marquants dans la localité	Le seul événement marquant dans la localité est la crue de 1950 qui avait englouti le quartier aux ¾.Les populations désabusées avaient été chassées par la furie des eaux.L'on raconte qu'au cours de ce drame, un riche commerçant marocain du nom de LakhouAhmoudi, établi à l'époque à Rosso,y avait perdu tous ses biens. Les habitants de Khor pour commémorer ce triste événement ont appelé cette crue, «la crue de Lakhou».

LOCALITE	**Saint Louis**
QUARTIER	**Dakar Bango**
Localisation (administrative ; géographique)	Quartier de la périphérie de Saint Louis, en bordure du fleuve, à côté de la réserve de Bango d'où la société des eaux prélève l'eau destinée à l'approvisionnement de la ville de Saint Louis.
Historique	Localité fondée en 1864 par Fouti Guèye, arrière-grand-père de l'actuel chef d'un des deux quartiers. Il provient du Saloum, à la poursuite de maures qui ont enlevé ses deux enfants et qui a choisi de s'installer dans la zone après avoir repris ses enfants. Le nom Dakar Bango vient de la déformation par le colon de *Dakhar Mongo* (tamarinier où il sèchait ses filets ». Le village est rattaché à Saint Louis dont il est devenu un quartier, en 1970.
Structuration (villages, sous quartiers)	En 2012, le quartier est subdivisé en deux sous quartiers sur proposition de la mairie de Saint Louis : Bango Nord (quartier ancien) et Bango Sud (nouveau quartier). La localité n'est pas lotie.
Infrastructures (publiques, sociales) et services	**Transport** : l'aéroport de Saint Louis se trouve dans la zone. Des bus et taxis assurent la navette entre la localité et Saint Louis ou Ngallèle. Le transport des élèves est un sérieux problème pour les parents d'élèves eu égard au coût élevé qui n'est pas à leur portée. Ce problème a entraîné des abandons de scolarisation. **Santé** : un poste de Santé à Bango Nord et une Case de Santé à Bango Sud. **Education** : une école maternelle et une case des tous petits ; 02 écoles primaires ; 01 collège et 09 daaras. **Sanitaire** : le quartier n'a pas de réseau d'assainissement liquide ; les ordures ménagères ne sont pas collectées par la Mairie de Saint Louis dont dépend le quartier, les charrettes qui assurent la collecte les déposent à des endroits inappropriés. **Eaupotable** : le quartier est desservi par le réseau de la SDE. **Electricité** : le quartier est desservi par le réseau de la SENELEC. **Téléphonie** : le quartier est desservi par les réseaux de téléphonie fixe et mobile.

LOCALITE	**Saint Louis**
QUARTIER	**Dakar Bango**
	Autres : le camp (d'instruction/formation) militaire le plus ancien et le plus important du pays se trouve dans la zone et porte le nom de la localité.
Démographie (peuplement, population, ethnies)	Le peuplement de Dakar Bango est lié aux inondations survenues à Saint Louis et à la sécheresse dans d'autres localités. Ces calamités ont entrainé des migrations de personnes qui se sont installées dans Bango qui présentent des conditions attrayantes. La taille de la population est inconnue des chefs de quartiers ; un habitant parle de 6.000 personnes. Les principales ethnies sont les Peuls, Wolofs et les Maures ; mais on retrouve toutes les autres ethnies du Sénégal.
Activités socioéconomiques	Par ordre d'importance, l'élevage (vaches, moutons), l'agriculture (arboriculture, maraîchage, riziculture) et la pêche (fluviale, maritime) sont les activités dominantes.
Profil socioculturel et communautaire	Le chef de quartier et les notables jouent un rôle très important dans le fonctionnement du quartier où la plupart des conflits sont gérés en interne sous leur autorité.

Localité	Ndiébène Gandiol
Localisation (administrative ; géographique)	La Commune de Ndiébéne Gandioleest située au Nord du Sénégal dans l'arrondissement de Rao, département de Saint Louis et région du même nom. Elle se trouve à 18 km au sud de la commune de Saint-Louis, et est enserrée entre le Fleuve Sénégal à l'Ouest, la CR de Gandon à l'Est, la commune de Saint au Nord et la CR de Léona, dans la région de Louga au Sud. Elle se trouve dans la zone écologique communément appelée ***le Gandiolais***. Celle-ci, située dans la frange maritime, constitue le trait dominant du cadre physique de la Commune. Sa partie orientale se trouve quant à elle dans le *diéri*. Elle a été créée à la faveur du décret N° 2008-747 du 10 juillet 2008 portant réforme administrative et territoriale et locale. Elle est composée de 30 villages officiels et de neufs (9) hameaux.
Historique	D'après les informations contenues dans le PLD, le village de Ndiol, le plus ancien du Gandiol a été fondé par des migrants wolofs venus du Walo. Ensuite le processus de conquête et d'occupation de l'espace s'est poursuivi avec la création par la famille fondatrice des villages de Mouit et de Ndiébéne Gandiol. Les potentialités halieutiques et agricoles ont attiré pendant longtemps de nombreux migrants venus du Walo, des autres localités du Sénégal et même de la Mauritanie. C'est dire que, les potentialités économiques et la recherche de meilleures conditions de vie ont fortement influencé le processus de conquête et d'appropriation de l'espace. Aujourd'hui, toutes les parties du territoire communautaire sont occupées par des populations wolof, peuls et maures. Fut rattaché à Gandon qui comptait trois autres communautés rurales que sont Rao, Toube et Ndiawdoum. Est devenu Commune en 2013 avec l'Act III de la décentralisation.
Structuration (villages, sous quartiers	La Commune compte 29 villages dont NdiébèneGandiole qui en est le chef-lieu et 9 hameaux qui lui sont rattachés ; c'est le 3eme plus grand village du Sénégal selon le premier adjoint au Maire de la localité. Neuf villages sont situés sur le littoral : Pilote Bar, Tassiner, Mouit, Darou Mboumbaye, Moumbaye 1, DegouNiaye, Lakhlar, NdialigneMbao et Taré Bond. Doune Baba Dièye était un village de la commune, mais a disparu sous l'effet de l'inondation consécutivement à l'ouverture de la brèche en 2003. Ses habitants se sont installés à DieleMbame.

Localité	Ndiébène Gandiol
Infrastructures (publiques, sociales)et services	**Transport** : route principale reliant la localité à Saint Louis ; des pistes relient le village aux autres et ces derniers entre eux. Des taxis et mini cars assurent le transport des personnes vers ou de Saint Louis ; des charrettes sont utilisés dans le transport inter villages. **Santé** : un poste de santé à Ndiébéne Gandiol et 09 cases de santé répartis dans d'autres localités de la commune. Un projet de centre de santé est initié. **Education** : 25 écoles primaires, 01 Collège d'enseignement Moyen (CEM) et 01 lycée. **Sanitaire** : assainissement liquide se fait à l'aide de fosses septiques. **Eaupotable** : La localité est desservie par un réseau de la société nationale (Sénégalaise Des Eaux). **Electricité** : 04 villages sont desservis par le réseau de la société nationale (SENELEC) ; dans la plupart des autres villages c'est le système Osmogel (développé par une société privée marocaine) qui assure l'électrification. **Téléphonie** : le téléphone fixe comme la téléphonie mobile dans la plupart des villages.
Démographie (peuplement, population, ethnies)	La population était de 25.000 habitants en 2013. Elle est constituée, majoritairement, de Wolofs (près de 80%), Pulaar (15%) et Maures (5%)
Activités socioéconomiques	Le maraîchage est la principale activité, il est pratiqué par près de 60% de la population active, suivi par la pêche, l'élevage (dont l'aviculture est largement pratiquée) et le commerce. L'oignon est la principale spéculation agricole, viennent ensuite les légumes (carotte, navet, chou pommé, aubergine…) ; l'arachide et le haricot sont produits dans des proportions moins importantes. Dans les villages du littoral, les femmes s'adonnent à la transformation des produits halieutiques, la récolte d'huitres, etc.
Activités socioculturelles	Des chants religieux annuels sont organisés durant la période de la tabaski ; on y enregistre une arrivée massive des fils du terroir.
Organisation sociale	Tissu associatif assez dense constitué essentiellement d'OCB : une quinzaine de GIE qui s'activent dans des domaines aussi divers que variés tels que l'embouche, la transformation, la commercialisation du sel, le maraichage, l'agriculture, le petit commerce, l'aviculture etc., des GPF, des sections villageoises

Localité	Ndiébène Gandiol
	notées dans une dizaine de villages et qui œuvrent pour la promotion de l'agriculture, principale activité de l'économie locale. On note aussi l'existence d'ASC dans tous les villages et des cadres de concertation qui contribuent beaucoup dans le processus de développement local.
Evènements marquants dans la localité	Avant l'ouverture de la brèche, les pêcheurs pratiquaient leur activité localement, maintenant ils sont obligés de migrer vers d'autres localités à travers le pays ou en Mauritanie. En plus cette brèche a porté un important préjudice à l'agriculture en favorisant la salinisation des sols et de la nappe. Le (projet du) canal du Gandiol est un espoir pour juguler cet impact de la brèche sur l'agriculture.

LOCALITE	Bopp Thior
Localisation (administrative ; géographique)	Le village de Bopp Thior se trouve à la frontière entre le Sénégal et la Mauritanie. Il est distant de moins de 02 km de l'île de Saint-Louis. Sur le plan administratif, il est rattaché à la Commune de Gandon distante d'une vingtaine de Km et de l'arrondissement de Rao.
Historique	Du point de vue historique, il est établi que cette île a précédé la ville de Saint louis. Le premier habitant du village venait du Walo et s'appelait Mama Bâ. Il est le premier village qui fût considéré comme cimetière de la ville de Saint louis et les dignitaires saint louisiens y étaient enterrés. Elle fût considérée comme une île calme où il faisait bon vivre.
Infrastructures (publiques, sociales) et services	**Transport** : le transport est assuré par des pirogues **Santé** : une case de Santé non fonctionnelle **Education** : 1 école primaire, pas de collèges encore moins de lycée. **Eau potable** : le quartier ne dispose pas de réseau d'approvisionnement en eau potable. **Electricité** : pas d'électricité **Téléphonie** : les réseaux de téléphonie mobile
Démographie (peuplement, population, ethnies)	La population de Bopp Thior est estimée environ à 800 habitants, et est majoritairement composée de femmes. Le village est composé de trois hameaux : Keur Gou Makk où vit la famille Ndiaye, Keur Marième la famille Diop et Keur Bineta la famille Bâ.
Activités socioéconomiques	L'activité principale de cette communauté est la pêche
Sites historiques	Cimetière, Ancienne usine de briqueterie, le Mausolée de HumaalouRassoul, etc.
Activités socioculturelles	Gamou et chants religieux.

LOCALITE	Bopp Thior
Organisation sociale	L'organisation sociale du village est de type traditionnel avec un chef de village qui bénéficie d'un plein pouvoir. C'est lui qui gère les litiges et bénéficie d'une voix prépondérante lors des réunions de village. Il est considéré comme le principal interlocuteur des intervenants au niveau du village (ONG, Projets de développement etc.)
Evènements marquants dans la localité	Organisation de chants religieux annuels.

LOCALITE	Cayar
Localisation (administrative ; géographique)	Cayar est relié au réseau routier national par une Départementale qui débouche sur la RN2 à hauteur de Kilomètres 50 et par la Régionale 10 qui part de Rufisque et dessert des localités comme Sangalkam, Bambilor, Bayakh, et Tivaouane. Cayar est limité au Nord-est par l'Océan Atlantique, le Département de Tivaouane, au Nord-ouest par l'Océan Atlantique et au Sud par la ligne reliant les villages de Kalidou Ba, le village de Diamaguene et les limites Sud des dunes de Nioulwy. La Commune de Cayar s'étend sur une superficie de 1604 et elle compte dix quartiers.
Historique	Cayar a été considéré dans le passé comme un port de pêche du Cap-Vert. Il fut créé par une initiative coloniale en 1871. Des sources orales attribuent la fondation du village de Cayar en 1874 à DiarafMbor Ndoye, un notable lébou de Dakar qui occupa les fonctions de Diaraf de 1859 à 1870. Deux versions existent pour la signification et l'origine du nom de Cayar : selon la première version Cayar vient de l'expression Ouolof « *kaar ci yiiyaar »* ; eneffet, le fondateur du village parcourait la plage pour trouver un site d'accueil. Il tomba sur du poisson et de l'eau douce. Ainsi, il s'exclama *« kaaryiiyaar* » qui signifie que Dieu nous préserve ces deux-là, l'eau et la terre. Pour la deuxième version Cayar vient de KaayFindiw, un des douze « penc » des communautés lébous de Dakar d'où vient le fondateur du village DiarafMbor NDOYE, donc *« Kaayyaar* » traduit littéralement en français veut dire Kaay 2. Une partie importante de sa production halieutique alimentait déjà par dos d'ânes et de chameaux le Cap-Vert.
Structuration (villages, sous quartiers)	S'étendant sur une superficie de 1604 ha, la Commune de Cayar compte officiellement dix (10) quartiers : Rond point, Thiossane, Tenty Yoff, Darou Salam, Ndiokhop, Keur Abdou Ndoye 1, Mbawane, Médina Diop, Diamaguene, Keur Abdou Ndoye 2
Infrastructures (publiques, sociales) et services	**Santé** : Cayar dispose d'un Poste de Santé, d'une Maternité, d'une Case de Santé et d'une Clinique privée; **Education**: 08 écoles primaires, 01 CEM, 02 préscolaires, 16 écoles arabes, 15 daaras **Assainissement :** réseau collectif de collecte et d'évacuation des eaux usées, utilisation de fosses individuelles par les populations **Eau potable** : l'AEP est toujours assurée par l'Hydraulique Rurale. La Commune est alimentée par un forage situé à Santhie (Diender) avec un réservoir d'une capacité de 200 m^3. La Commune compte plus de 1097 branchements individuels à côté de 34 bornes fontaines.

LOCALITE	Cayar
	Electricité : la production et la distribution de l'électricité est assurée par la SENELEC avec une desserte assez faible pour l'éclairage public. **Téléphonie** : le téléphone fixe comme la téléphonie mobile dans la plupart des quartiers
Démographie (peuplement, population, ethnies)	Sur le plan sociodémographique, Cayar compte 29 810 habitants répartis en plusieurs zones d'habitats et les Wolofs constituent l'ethnie majoritaire.
Activités socioéconomiques	Sur le plan socioéconomique, l'activité dominante est la pêche et l'agriculture. Culturellement, les Cayarois sont en même temps pêcheurs et agriculteurs. Le couplage de la pêche et de l'agriculture leur permettait de « reposer » la mer pendant l'hivernage. La destination Cayar est très prisée par les pêcheurs d'autres zones de pêche tels que les Guet Ndariens. Ses eaux situées sur la Côte Nord sont caractérisées par une biodiversité marine. On y trouve aussi bien des espèces pélagiques destinées principalement au marché national et des espèces démersales notamment côtières qui sont généralement exportées. A Cayar l'élevage de type extensif est aussi pratiqué et il occupe environ 5% des actifs urbains avec un cheptel recensé composé de 728 bovins, 1040 caprins, 40 chevaux. Le tissu industriel est quasi existant, essentiellement composé d'une usine de fabrique de briques et de carreaux non fonctionnelle, d'une unité chinoise de production de carburant à l'arrêt et toutes les usines de fabrique de glace sont à l'arrêt
Organisation sociale	Les acteurs de la Commune ont enclenché une dynamique organisationnelle qui se traduit par la mise en place de regroupements aussi divers que variés : le Comité de Pêche de Cayar (CPC), Mbalmi 1 et Mbalmi 2, le Regroupement des Mareyeurs Industriels de Cayar (REMICA), la FENAMS locale et les jeunes mareyeurs, le GIE Mantoulaye Guene et le GIE Awa Gueye Kebe, le GIE interprofessionnel Yallay Mbaneer ak feex gui, le Conseil local de pêche artisanale (CLPA)

LOCALITE	Fass Boye
Localisation (administrative ; géographique)	Fass Boye se situe dans la partie nord-ouest de la région de Thiès. Il est limite au nord par la région deLouga, au sud par le département de Thiès, à l'est par la route nationale 2 et à l'ouest par l'océan Atlantique. Du point de vue administratif, Fass Boye fait partie de la commune de Darou Khoudoss, sous-préfecture de Méouane et Département de Tivaouane.
Historique	Le village de Fass Boye est fondé par le sieur Mambaye Boye, disciple d'El hadji Malick Sy. Ce dernier lui avait donné l'autorisation de fonder ce village en 1929. Le vieux Mambaye Boye est originaire de Gandiol. L'activité principale du village était l'agriculture. Le premier pêcheur du village s'appelle Ndiaga Seck qui avait quitté St Louis et arrivé à hauteur de Fass Boye, il y avait une marée haute et il a décidé de se stationner pour attendre que la marée soit basse pour qu'il puisse continuer son chemin. C'est ainsi qu'il est allé pêcher dans la côte de Fass Boye et est rentré avec beaucoup de ressources capturées ce qui est à l'origine de son installation dans le village. Les habitants ont commencé par la suite à lui confier leurs enfants pour qu'ils apprennent le métier de la pêche.
Structuration (villages, sous quartiers	Le village compte 8 sous quartiers environ et chaque sous quartier est administré par un chef de quartier qui a été installé par le chef de village. Ce dernier jouit d'un certain pouvoir décisionnel que lui confère la tradition.
Infrastructures (publiques, sociales) et services	Le village dispose d'une école primaire française, cinq écoles coraniques, 1 case de santé, un forage géré par l'ASUFOR, un poste de centre de pêche et d'un site de débarquement de produits halieutiques. A Fass Boye y a cinq (5) stations carburant pêche pour l'approvisionnement des embarcations. Fass Boye ne dispose qu'un seul quai de débarquement dont la gestion est assurée par le GIE Interprofessionnel appelé « Cheikh Ndiaga Seck ».
Démographie (peuplement, population, ethnies)	Environ 15000 hbts, la population s'est accru à un rythme considérable avec l'activité de pêche qui attire les populations vers le village de Fass Boye. Le village est à majorité Wolof mais avec la poussée démographique on y rencontre d'autres ethnies : sérères, diolas, socés, etc.
Activités socioéconomiques	La pêche est l'activité principale dans la localité. Le maraichage est aussi pratiqué par certains pêcheurs comme activité secondaire. Les personnes de 3e âge pratiquement le maraichage comme activité principale.

LOCALITE	Fass Boye
Activités socioculturelles	Gamou annuel du village, luttes et navétanes (activités sportives et culturelles organisées durant les vacances scolaires).
Organisation sociale	- Union des femmes transformatrices (regroupant15 GIE); - Un Comité de Vigilance et de Sécurité (CVS) des pêcheurs de filet dormant ; - Un Comité de Vigilance et de Sécurité (CVS) des pêcheurs de senne tournante ; - Union des mareyeurs.
Contraintes de la localité	L'absence de collège d'enseignement Moyen (CEM) et de lycée favorise la déperdition scolaire ; la case de santé qui ne peut plus satisfaire la demande de la population en services de santé.

Localité	Lompoul sur Mer
Localisation (administrative ; géographique)	Le site de Lompoul est situé au Sud-est de la région de Thiès. Il est limité au Nord par Niayam Potou, au Sud par Fass Boye, à l'Ouest par l'Océan Atlantique, à l'Est par la Commune de Kébémer. Lompoul sur Mer fait partie administrativement de la région de Louga.
Historique	D'après les témoignages des autorités coutumières, le site de Lompoul sur Mer était traditionnellement un lieu qui abritait des champs et les populations y venaient pour pratiquer leurs activités agricoles. Le village s'appelait Thiougougne à l'époque. Dans un souci de se rapprocher de leurs champs, les populations avaient jugé nécessaire de venir habiter sur ce site. C'est ainsi que les premiers habitants sont venus s'y installer. A l'époque, les pêcheurs guet ndariens y venaient pour l'activité de pêche et les autochtones étaient généralement dans l'agriculture et l'élevage. Ces deux communautés vivaient et continuent toujours de vivre en parfaite harmonie permettant aux autochtones jadis agriculteurs, éleveurs de se reconvertir dans les métiers de la pêche et aux allochtones d'être parfaitement intégrés et de compter parmi la population locale.
Structuration (villages, sous quartiers	Le village de Lompoul sur Mer est subdivisé en 06 hameaux.
Infrastructures (publiques, sociales)et services	**Transport** : Le mode de transport interne est essentiellement constitué de charrettes et de motos. Pour le transport externe, les véhicules sont utilisés et un bus assure le trajet Lompoul-Dakar-Lompoul tous les jours sauf le mercredi, jour du marché hebdomadaire. **Santé** : un poste de santé en construction. **Education** : 01 école primaire, 01 Collège d'Enseignement Moyen (CEM). **Eaupotable** : L'approvisionnement en eau potable est assuré par l'hydraulique rurale avec le système de forages. **Electricité** : l'approvisionnement en énergie électrique est assuré par la SENELEC. **Téléphonie** : le réseau de téléphonie mobile est utilisé et tous les opérateurs de téléphonie mobile au Sénégal sont présents dans la localité. **Autre infrastructure** : 01 marché hebdomadaire qui contribue activement à l'économie locale.
Démographie (peuplement, population, ethnies)	La population est estimée environ à 2000 habitants. Les peulhs sont majoritaires dans la localité avec la présence de sérères, de Wolofs, de Maures, de Jolas. Des populations de la sous-région ouest africaine sont aussi présentes à Lompoul sur Mer notamment des guinéens et des gambiens.

Localité	Lompoul sur Mer
Activités socioéconomiques	A Lompoul les populations s'activent principalement dans la pêche surtout en période de campagne. Pendant la basse saison caractérisée par une raréfaction de la ressource halieutique, les populations s'activent dans le maraichage et l'élevage.
Activités socioculturelles	Gamou annuel du village, rituels peulhs lors des cérémonies de mariage : riiti, Xalam, Tama, Sabar etc. Dans cette communauté on note une certaine stratification sociale : « Nénos », « Guer » et « Guéweuls ». Les « Nénos » et les « Guéweuls » ne se marient pas avec des « Guers » et vice versa.
Organisation sociale	Il est noté une certaine dynamique organisationnelle au niveau de Lompoul. Le CLPA est très dynamique et est constitué des acteurs des différentes filières de la pêche pour promouvoir une gestion concertée de la ressource. Le CLPA dispose d'une commission interne chargée de gérer les conflits entre acteurs de la pêche. Il veille au respect de la réglementation en matière de pêche. A côté du CLPA, il y a le conseil villageois dirigé par le chef de village qui dispose d'un plein pouvoir au niveau local. Il y a aussi des associations sportives et culturelles (ASC) dans le village.
Evènements marquants dans la localité	Marché hebdomadaire qui est un jour qui réunit l'essentiel de la population et qui contribue à la consolidation du lien social. Cet évènement contribue largement à l'économie locale. Le Gamou annuel constitue aussi un des évènements phares de cette localité.

ANNEXE F : NOTES SUR LES AIRES PROTÉGÉES

Annexe F
Notes sur les aires protégées

CONTENU DE L'ANNEXE

La présente annexe fournit des données compilées par les experts mauritaniens et sénégalais sur les aires protégées dans les portions mauritanienne et sénégalaise de la zone d'étude élargie du projet.

F-1 Note sur les aires protégées dans la portion mauritanienne de la zone d'étude élargie du projet

F-2 Note sur les aires protégées dans la portion sénégalaise de la zone d'étude élargie du projet

ANNEXE F-1 : NOTE SUR LES AIRES PROTÉGÉES DANS LA PORTION MAURITANIENNE DE LA ZONE D'ÉTUDE ÉLARGIE DU PROJET

PROJET AHMEYIM/GUEMBEUL DE PRODUCTION DE GAZ OFFSHORE EN MAURITANIE ET AU SENEGAL

Note sur les aires protégées dans la portion mauritanienne de la zone d'étude élargie du projet Ahmeyim/Guembeul

AVRIL 2017 (REVISE OCTOBRE 2017)

Dr Khallahi Brahim

Ecodev

Ecodev
Ext Ilot K 155 - TVZ
BP 41 74
Nouakchott, Mauritanie
Phone : (222) 529 30 54

Sommaire

I. Parc National du Diawling 3
I. 1. Cadre légal, statuts et objectifs du Parc National du Diawling 4
I. 2. Cadre géographique et physique 5
I. 3. Hydrologie dans la région du Parc National du Diawling..... 5
I. 3.1. Le bassin de Diawling - Tichilit 6
I. 3.2. Le bassin de Bell 6
I. 3.3. Le bassin de Gambar 6
I. 3.4. Le bassin N'Tiallakh..... 6
I. 3.5. Le bassin de Gueyloubou 7
I. 3.6. Le bassin de N'Diader 7
I. 3.7. Le Chatt Tboul..... 7
I. 4. Richesses biologiques du PND et de sa périphérie 7
I. 4.1. Végétation 7
I. 4.1.1 Végétation des dunes 7
I. 4.1.2 Végétation des plaines inondables 8
I. 4.1.3. La végétation estuarienne 8
I. 4.2 Faune..... 8
I. 4.2.1. Avifaune 8
I. 4.2.1.1 Les Anatidés : 9
I. 4.2.1.2. Les flamants 9
I. 4.2.1.3. Les limicoles 9
I. 4.2.1.4. Les Laro-limicoles 9
I. 4.2.2. Les mammifères, la grande faune 10
I. 4.2.3. Les reptiles et amphibiens..... 10
I. 4.2.4. Poissons et ressources halieutiques 10
I. 5. Activités socioéconomiques dans la région 10
I. 5.2. Activités économiques – exploitation des ressources naturelles..... 11
I. 5.2.1. La pêche continentale 11
I. 5.2.2. L'élevage 11
I. 5.2.3. Maraîchage..... 11
I. 5.2.4. La cueillette..... 12
I. 5.2.5. L'artisanat 12
I. 5.2.6. Commerce 12
I. 6. Autres activités anthropiques 12
I. 7. Conclusion..... 13
II. Réserve du Chatt Tboul..... 15
II. 1. Cadre juridique/statut..... 15
II. 2. Valeur écologique du Chatt Tboul 15
II. 2.1. Végétation 16
II. 2.2. Faune 16

II. 2.2.1. Avifaune 16
II. 2.2.2. Faune aquatique 17
II. 3. Conclusion 19
Références bibliographiques 20
Annexes 22

Les aires protégées sont des espaces visant à protéger et conserver la biodiversité ainsi que les ressources naturelles et culturelles (UICN, 1994). Elles sont par essence fragiles et doivent faire l'objet d'une plus grande vigilance contre toute forme de dégradation (naturelle ou anthropique).
La Mauritanie dispose d'un réseau d'aires protégées jouant un rôle écologique très important. Au sud, dans la zone d'étude élargie du projet d'exploitation gazière Ahmeyim/Guembeul, deux aires protégées situées sur le littoral ont été prises en compte dans cette EIES. Il s'agit du Parc National du Diawling et de la réserve du Chatt Tboul.
Cette note fera une présentation succincte de ces deux aires.

I. Parc National du Diawling

Dans les années 60, l'alternance des crues du fleuve Sénégal et des remontées d'eaux salées permettaient d'entretenir un écosystème estuarien dans la région du delta d'une richesse biologique extraordinaire. Cela concerne aussi bien la végétation, que les poissons et les oiseaux. L'exploitation traditionnelle des richesses permettait de subvenir aux besoins de plus de 10 000 personnes (Diawara et Diagana In Hamerlynck et Cazottes, 1998).

Cette région a été durement éprouvée par une grave crise écologique consécutive à la diminution des crues du fleuve et à une sécheresse persistante dans les années 70. Les débits du fleuve se sont affaiblis et la remontée des eaux salées est devenue de plus en plus fréquente (Andre et Chenaval, 2007). Pour faire face à cette péjoration climatique, l'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS) a mis en place un ambitieux programme dont la finalité est d'assurer un meilleur contrôle et une bonne maîtrise des ressources en eau. C'est dans ce cadre que deux barrages furent construits : l'un sur le delta, c'est le barrage de Diama mis en eau en 1986 et l'autre à Manantali en 1988. Le premier vise à empêcher la remontée des eaux salées dans le lit du fleuve. Le deuxième qui est un barrage hydroélectrique a pour objectif aussi de réguler le niveau d'eau et de faciliter la navigabilité du fleuve.

Mais la construction de ces deux barrages, en particulier Diama, a eu des conséquences environnementales et sociales importantes. Ainsi, le barrage de Diama mettait fin aux échanges d'eaux douces et salées entre le fleuve et l'océan avec une alternance des espèces à affinité marine ou dulçaquicoles. On assiste ainsi à une dégradation du milieu biophysique résultant d'une artificialisation de l'hydrosystème. Les terres devenaient impropres à l'agriculture, la végétation diminuait fortement ainsi que la faune (Abou, 2005). Les populations locales se sont appauvries, certaines ont dû migrer vers les centres urbains, en particulier Nouakchott.

Le gouvernement mauritanien qui avait décidé dans les années 80 de créer une aire protégée dans le delta du fleuve Sénégal (Hamerlynck, 2003), encouragé par les différentes études, en particulier Gannet Fleming (1986), créa en 1991 une aire protégée dite Parc National du Diawling (PND). In fine la création de ce parc vise à restaurer cet écosystème et à redonner vie aux activités socioéconomiques des populations environnantes. C'est-à-dire réaliser une restauration, une conservation et une utilisation durables des ressources naturelles (Hamerlynck, 2004). Cela passe par le rétablissement du fonctionnement hydrologique pouvant permettre l'atteinte des objectifs et ce par la mise en place des infrastructures nécessaires et la réalisation d'aménagements indispensables.

Pour cela, le PND, avec l'appui de ses partenaires techniques et financiers (L'Agence Allemande de Coopération Internationale (GIZ), L'Agence Espagnole de la Coopération Internationale (AECID), la Banque de Crédit Allemande (KfW), l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA),

l'Agence Française pour le Développement (AFD), Union Internationale pour le Conservation de la Nature (UICN), Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD), L'Organisation des Nations Unies pour l'Education la Science et la Culture (UNESCO), Fondation Internationale du Banc d'Arguin (FIBA), Le Partenariat régional pour la Conservation de la zone Côtière et Marine en Afrique de l'ouest (PRCM), Wetlands Internationale, World Wildlife Fund (WWF)) s'est engagé dans un programme pluriannuel de restauration écologique. Le dernier en date concerne la convention en cours signée avec KfW et qui porte sur la "Construction et Réhabilitation des Infrastructures hydrauliques dans le Parc National du Diawling". Les travaux de réhabilitation ont déjà permis de percevoir des résultats probants sur l'ensemble des écosystèmes (régénération de la végétation, amélioration de la faune, retour des oiseaux…). Les surfaces des bassins ont été majoritairement inondées pour la 1^{e} fois depuis plus de 10 ans.

I. 1. Cadre légal, statuts et objectifs du Parc National du Diawling

Le Parc National du Diawling (PND) a été créé en 1991 par le décret n°91-005 en date du 14 janvier 1991 du Ministère du Développement Rural. Le PND est un Etablissement Public à Caractère Administratif placé sous la tutelle du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (ancien Ministère du Développement Rural). Les objectifs, tels que définis à l'article 2 du décret, sont :

- La conservation et l'utilisation durable des ressources naturelles d'un échantillon de l'écosystème du bas delta ;
- Le développement harmonieux et permanent des diverses activités des populations locales ;
- La coordination des activités pastorales et piscicoles menées sur son territoire, et à ce titre il est affranchi de tout droit d'usage.

Le PND est administré par un Conseil d'Administration qui assure la gestion et exerce ses pouvoirs pour :

- fixer les programmes d'aménagement et de recherche,
- délibérer sur les résultats de la gestion financière de l'exercice écoulé et sur le projet du budget de l'exercice suivant,
- d'établir le règlement intérieur du Parc.

L'arrêté du Ministère du Développement Rural et de l'Environnement n° R - 204 en date du 2 avril 2000 portant approbation du règlement intérieur du Parc National du Diawling fixe les règles d'usage des ressources et de fonctionnement interne.

Le PND jouit d'un statut international permettant une meilleure préservation de l'écosystème dans sa globalité. Ainsi, son classement en zone humide d'importance internationale en 1994 impose à la Mauritanie en tant que Partie Contractante de cette Convention Intergouvernementale d'intégrer la conservation des zones humides (PND et Chatt Tboul pour les cas concernés ici) dans ses plans d'aménagement et de promouvoir leurs utilisations rationnelles. Tout comportement contraire à ces engagements pourrait susciter une réaction de l'UNESCO (dépositaire de la Convention) demandant la prise de mesures correctives. Dans ce cas, la Mauritanie est tenue de fournir les explications respectant les délais accordés par l'UNESCO.

D'un autre côté, l'intégration du PND et du Chatt Tboul dans la Réserve de Biosphère Transfrontière du Delta du fleuve Sénégal en 2005 constitue une reconnaissance que le modèle de gestion adopté dans ces zones concilie la conservation de la biodiversité et le développement durable, dans le cadre du programme sur l'homme et la biosphère (MAB) de l'UNESCO. Il ne s'agit pas d'une convention internationale mais ces zones suivent des critères définis dans un statut approuvé par les Etats membres de l'UNESCO. Ces zones sont réunies en réseau mondial des réserves de biosphère qui sert de cadre d'échange de leurs expériences aux plans national, régional et international.

La réserve de biosphère n'est pas contraignante en matière de législation. Elle est constituée de trois secteurs distincts : une zone de protection renforcée appelée « **aire centrale** » qui se superpose à une zone possédant déjà une réglementation stricte en matière de protection de la nature, une « **zone tampon** » où les activités humaines durables sont tolérées et une « **aire de transition** » beaucoup plus large.
La création du PND répond à un double objectif, à savoir la restauration/conservation des écosystèmes et le développement d'activités sociales qui préservent l'environnement. Comme souligné par UICN (2007), le PND s'intègre bien dans la catégorie II de l'UICN dans sa portée protection de la biodiversité naturelle, de la structure écologique et des processus environnementaux mais aussi l'accès aux activités récréatives et les travaux de recherche. Le PND peut également être considéré comme une aire protégée de type VI car, en plus de la protection des écosystèmes, il autorise des usages socioéconomiques durables et limités. Ces usages doivent être respectueux de l'environnement, sans préjudice au maintien de la faune et la flore à des niveaux acceptables (Dudley, 2008 ; Day et al., 2012). Le PND est l'une des rares aires protégées qui prennent en considération le développement des populations locales en harmonie avec leur milieu. Cela est surtout à mettre en lien avec les circonstances dans lesquelles cette aire a été créée.

I. 2. Cadre géographique et physique

Le PND se situe à la limite de la frontière sud de la Mauritanie, sur la rive droite du fleuve Sénégal. Avec une partie centrale de 16 000 ha de superficie contenue dans un rectangle délimité par les parallèles passant le 16°30'N et le 16°10'N et les méridiens passant par le 16°15'W et le 16°25'W (carte 1).

Il se compose de 3 bassins de superficies variables :

- Le bassin de Diawling-Tichilitt de 8 000 ha ;
- Le bassin de Bell de 3 500 à 4 000 ha ;
- Le bassin de Gambar de 4 500 ha.

Les deux premiers bassins communiquent entre eux, cependant Gambar se situe entièrement dans la retenue du fleuve.

Il est admis qu'à cette partie centrale s'ajoute une zone périphérique à laquelle l'arrêté n R-204 fait référence sans préciser ses limites. Cette zone périphérique qui n'a donc pas d'existence légale est constituée par la totalité de la commune de N'Diago dans laquelle se trouve le PND (carte 1). Sa superficie est estimée à 56 000 ha (PND, 2013).

D'une façon générale, le relief du PND et de sa périphérie comporte :

- Les dépressions sans végétation et à sols salins ou sebkhas
- Les massifs dunaires avec les dunes vives du littoral, issues du transport éolien et les deux grandes dunes que sont Ziré et Birette ;
- Les bassins naturels de l'Aftout, Chatt Tboul, Ndiader, N'Tiallakh, Gueyloubou, Diawling-Tichilitt, Bell et Gambar.

I. 3. Hydrologie dans la région du Parc National du Diawling

L'hydrologie (PND, 2005) dans cette zone était soumise à un régime à deux saisons caractéristiques :

- Une saison de crue fortement influencée par les précipitations hivernales. Elle s'étendait généralement d'août à novembre. Les eaux douces étaient abondantes et de bonne qualité. Les volumes avaient sensiblement baissé au cours de la période de la sécheresse.

- Une saison d'étiage de décembre à juillet où les débits faiblissaient considérablement. Des remontés d'eaux salées pouvaient être observées à des distances éloignées du delta, jusqu'à 240 km (à Podor au Sénégal).

Depuis la construction des barrages de Diama et Manantali, la situation est complètement modifiée. Un système contrôlé par un réseau d'ouvrages permet de réguler le niveau d'eau et surtout de mettre fin aux intrusions des eaux marines dans certaines parties de cette région. Ainsi, pour alimenter en eau douce le PND, l'OMVS a mis en place les ouvrages de Cheyal, Lemer, Bell I et Bell II sur la rive droite. Ces ouvrages, indispensables pour entretenir la dense végétation et la faune du PND, étaient entièrement contrôlés par l'OMVS. A partir du 29 juin 2009, la gestion de ces ouvrages a été transférée aux services de la Conservation du PND. Cela permet une gestion efficace des besoins de terrain en eau et une meilleure maîtrise du niveau des eaux dans le Parc.
Pour assurer une alimentation optimale en eau du PND (ainsi que dans sa zone périphérique), les décideurs ont adopté un calendrier d'ouverture des vannes d'ouvrages simulant la nature avec une ouverture au 1^{e} juillet et une fermeture au 31 octobre (période humide naturelle dans la région). Les vannes intérieures sont gérées en fonction des niveaux d'eau dans le PND.
Le système hydrologique du PND et de sa périphérie dont il est difficilement dissociable comporte sept unités hydrologiques interconnectées et reliées entre elles (Ould Limmame, 2011 et PND, 2013). Celles-ci sont présentées à la carte 2 et sont décrites ci-dessous.

I. 3.1. Le bassin de Diawling - Tichilit

Le bassin de Diawling - Tichilit a une superficie de 11 000 ha avec 8 000 ha dans le PND. Ce bassin est alimenté par l'ouvrage de Cheyal qui a été construit en 1994 sur des fonds de l'OMVS. Le bassin s'écoule en 3 endroits :

- Le marigot de Hassi Baba qui se poursuit vers le nord dans les marais de Tumbos et Chatt Tboul ;
- Le marigot de Ndernaye qui est le trait d'union entre les marigots de Lebatt et de Ntok. Ces deux derniers se déversent dans le lac Tichilitt. Un ouvrage équipé d'une vanne est installé pour remplir le lac de Nter et faire baisser la salinité dans le lac du N'Tiallakh mais aussi en direction du Diawling et Chatt Tboul ;
- Le Berbar qui représente le prolongement du bassin de Bell. Une digue équipée d'une vanne y est construite. Elle permet les échanges avec les bassins de Bell et du Diawling.

I. 3.2. Le bassin de Bell

Situé entièrement dans le PND, le bassin de Bell est alimenté à l'aide de l'ouvrage de Lemer (débit de 15 m^3/s). Le Bell évacue au nord à travers le Berbar et à l'ouest par les ouvrages situés sur la digue.

I. 3.3. Le bassin de Gambar

Ce bassin est situé à proximité de la retenue de Diama dont il fait partie intégrante. Il est inondé en permanence et presque entièrement envahi par la plante *Typha australis*. La gestion hydrologique est assurée par la Société de Gestion et d'Exploitation de Diama (SOGED) de l'OMVS.

I. 3.4. Le bassin N'Tiallakh

C'est le plus grand des bassins avec une superficie de 20 000 ha. Il est alimenté par le marigot N'Tiallakh qui prend sa source de la partie située en aval du barrage de Diama. Le N'Tiallakh irrigue plusieurs marigots : Ghahra, Tweikit, Bell, Ndjorakh, N'digratt, N'deger lekbir et de Khurumbam. Ce bassin ouvert sur la mer est sous l'influence de la marée. La salinité y varie donc considérablement en fonction du débit des lâchers d'eau en provenance du barrage. Avant l'ouverture en octobre 2003 de la brèche dans la langue de Barbarie, les eaux douces du N'Tiallakh pouvaient remonter jusqu'au bassin de Bell.

I. 3.5. Le bassin de Gueyloubou
Avec une superficie d'environ 4 000 ha, ce bassin est alimenté à l'est par le marigot de Gueyloubou qui trouve son origine en aval du barrage de Diama. Un autre marigot passant à l'ouest de l'île de Mboyo contribue aussi à l'alimenter.

I. 3.6. Le bassin de N'Diader
La superficie de ce bassin est estimée à 9 000 ha. Il est alimenté par l'ouvrage de l'Aftout Es Sahli, destiné à assurer l'apport en eau potable pour la ville de Nouakchott. Le N'Diader inonde d'importantes surfaces de rizières. Quand il se remplit, ses eaux débordent pour alimenter l'Aftout, site de nidification des flamants et d'accueil de milliers d'oiseaux migrateurs.

I. 3.7. Le Chatt Tboul (voir partie II)

I. 4. Richesses biologiques du PND et de sa périphérie
Cette région possède un climat sahélien. La pluviométrie y est faible, les pluies sont limitées à la période allant en général de juillet à octobre avec de légères oscillations interannuelles. La région se situe sur l'isohyète 350 mm. L'influence du littoral détermine cette pluviométrie. En effet, le balancement du front intertropical crée deux saisons humide et sèche (Duvail, 2001). La proximité du fleuve Sénégal et la présence d'aménagements permettent un apport en eau douce acceptable.

Ainsi, la zone du PND et sa périphérie recèlent de grandes richesses diversifiées aussi bien animales que végétales, réparties sur l'ensemble de ce territoire. La diversité biologique dans le PND (en particulier en oiseaux) lui a valu le classement en tant que zone humide d'importance internationale (site RAMSAR) en 1994. A partir de 2005, il fait partie intégrante de la Réserve de Biosphère Transfrontière du Delta du fleuve Sénégal.

I. 4.1. Végétation
La végétation à l'intérieur du PND et de sa périphérie est variée et relativement dense par endroit et selon la période (hivernage ou période sèche). Les travaux conduits dans cette zone ont pu dénombrer plus de 30 espèces d'arbres et plus de 120 espèces d'arbustes. La végétation peut-être subdivisée en 3 ensembles différents selon l'affinité : la végétation des dunes, la végétation des plaines inondables et la végétation estuarienne.

I. 4.1.1 Végétation des dunes
La végétation est composite selon les endroits. Ainsi, on peut relever plusieurs espèces d'arbres et d'arbustes clairsemant cet espace (Abou, 2005) : *Acacia tortilis, Salvadora persica, Boscia senegalensis, Balanites aegyptiaca, Celtis integrifolia, Grewia tenax, Adansonia digitata, Acacia nilotica* et *Acacia albida.* Le couvert ligneux est très faible actuellement, estimé à 25 %. Pour ce qui est des herbacées, on compte les espèces suivantes : *Chloris prieurii, Zygophyllum simplex, Cenchrus biflorus, Indigofera tinctora, Crotalaria podocarpa, Heliotropium ovalifolium, Heliotropium ramosissimum, Schoenefeldia gracilis, Boerhavia erecta, Cleome tenella, Eragrostis sp., Aristida mutabilis, Trianthema pentadra, Trianthema portulacastrum* et *Dactyloctenium aegyptium.*

Du côté littoral, la végétation s'appauvrit, les dunes qui semblent mobiles sont de couleurs vives. Cependant, dans les espaces inter dunaires, la végétation et relativement abondante et joue un rôle important dans l'alimentation du bétail. Les espèces sont : *Euphorbia balsamifera* et *Aerva javanica*. Au fur et à mesure que l'on s'approche de l'influence continentale, on rencontre de l'*Acacia tortilis, May tenus senegalensis, Nitraria refusa, Commiphora africana, Anogeissus leiocarpus.*

I. 4.1.2 Végétation des plaines inondables

Dans ces plaines, les espèces recensées sont (Abou, 2005) : *Sporobolus robustus, Acacia nilotica, Tamarix senegalensis, Tamarix passerinoides, Cressa cretica, Anogeissus leiocarpus* et certaines Chénopodiacées. Le bassin de Gambar est envahi par le typha *Typha domingensis*, *Potamogeton nodosus* et *Utricularia inflexa. Nymphéa lotus* qui est exploitée par les populations est aussi présente dans cette partie du bas delta.

Les travaux conduits dans le bas delta ont montré que cette végétation est actuellement en mutation sous l'effet des aménagements en cours mais aussi à cause des exploitations irrationnelles (surpâturages). Ainsi, des espèces qui dominaient jadis les espaces sont actuellement en train de régresser (ex. *Sporobolus robustus, Acacia nilotica, Anogeissus leiocarpus*) alors que d'autres plantes comme le typha (espèce opportuniste) sont en train de coloniser la région, constituant une catastrophe écologique pour le fleuve et les zones environnantes.

I. 4.1.3. La végétation estuarienne

Il s'agit surtout de la mangrove qui est caractéristique des régions estuariennes tropicales. La mangrove est un écosystème de grande diversité biologique et joue un rôle très important dans la lutte contre le réchauffement climatique, grâce à son aptitude à stocker du carbone. Dans le bas delta mauritanien, on distingue deux espèces de mangrove : *Rhizophora racemosa* et *Avicennia germinans.*

La mangrove recule fortement dans la périphérie du PND où elle est exploitée par les populations locales pour des usages multiples (bois de chauffe, construction…). Il ne subsisterait plus qu'un peuplement localisé entre le marigot de N'Tiallakh et le fleuve Sénégal (Abou, 2005).

Un programme de réhabilitation de la mangrove a été entrepris avec les populations des communautés de Birette, El Gahra et Dar Salam. Cette expérience pilote a permis de sensibiliser les populations à l'importance de la mangrove et de planter 40 000 plants sur une superficie de 20 ha. Les sites où les opérations de reboisement ont réussi ont été mis en défens (Dia, 2012).

I. 4.2 Faune

La faune sauvage du PND et sa périphérie renferme plus de 378 espèces déjà identifiées, réparties entre oiseaux, mammifères, reptiles et poissons. Du point de vue de la diversité biologique, la zone n'a pas encore fini de livrer ses secrets car beaucoup de groupes n'ont pas encore fait l'objet d'études approfondies. C'est le cas notamment du monde des insectes et des mollusques.

I. 4.2.1. Avifaune

La région du PND (et sa périphérie) est l'un des sites d'accueil les plus importants pour l'avifaune. C'est l'une des rares zones au monde où l'on procède à un comptage de façon régulière des oiseaux (Triplet et al, 2010). On y dénombre plus de 250 espèces d'oiseaux dont certaines sont sédentaires (52 espèces nicheuses), d'autres sont hivernantes (migratrices). On y rencontre huit espèces classées dans la liste rouge de l'UICN (PND, 2013) : 2 classées vulnérables (Phragmite aquatique et Grue couronnée), 6 dans la catégorie des espèces quasi menacées (Aigle martial, Barge à queue noire, Bec-en-ciseaux d'Afrique, Flamant nain, Fuligule nyroca et Goéland d'Audouin). Le comptage de 2012 a montré que le seuil de 1% de la population mondiale a été dépassé pour au moins dix-neuf des espèces observées.

Le rôle du PND et de la réserve de Chatt Tboul dans le cycle de vie des oiseaux leur a valu d'être tous deux classés sites RAMSAR suivant les critères de la Convention sur les zones humides d'importance internationale (PND, 2005).

L'avifaune a été très affectée par la péjoration climatique et la construction du barrage de Diama. Les efforts de restauration entrepris par le PND et ses partenaires ont permis une amélioration de la situation (Abou, 2005). Le dénombrement des oiseaux réalisé en janvier 2017 a mis en évidence une nette amélioration de la situation de l'écosystème. Ainsi, 248 846 oiseaux répartis entre 107 espèces ont pu être recensés. Quatre espèces rares dont certaines n'ont pas été observées dans le bas delta mauritanien depuis plusieurs années ont été signalées : Fuligule morillon *Aythya fuligula* (dernière observation en 2012) et Bec-en-ciseaux d'Afrique *Rhynchops flavirostris* (dernière observation en 2007) Tadorne casarca *Tadorna ferruginea* et Pluvier guignard *Charadrius morinellus* (PND, 2017).

On distingue 5 grands groupes d'oiseaux d'eau (PND, 2016 et 2017) : les Anatidés, les flamants, les limicoles, les Ardeidés et les Laro-limicoles.

I. 4.2.1.1 Les Anatidés :
Ce groupe qui est le plus important en nombre d'individus est celui des oies, des cygnes et des canards et espèces apparentées. Les espèces régulièrement observées au PND/périphérie et qui sont signalées dans les dénombrements sont (PND, 2016) : canard casquet, canard pilet, canard siffleur, canard souchet, dendrocygne fauve, dendrocygne veuf, oie de Gambie, oie d'Egypte, sarcelle d'hiver, sarcelle d'été, sarcelle marbré et sarcelle à oreillons. En 2017, ce groupe a constitué 74% du nombre total d'individus observés au cours de cette campagne. Quatre espèces totaliseraient la grande majorité de ce groupe : la sarcelle d'été (*Anas querquedula*), le canard souchet, le canard pilet et le dendrocygne veuf.

I. 4.2.1.2. Les flamants
Deux espèces de flamants sont présentes en Mauritanie : le flamant rose (*Phoenicopterus roseus)* et le flamant nain (*Phoeniconaias minor*). Le flamant rose est observé en Mauritanie durant toute l'année. Il se reproduit dans le PND et le Chatt Tboul (Diawara *et al.*, 2007). Le flamant nain qui est classé comme « quasi menacé» sur la liste rouge 2016 de l'UICN (http://www.iucnredlist.org/details/22697369/0) est présent en grands nombres dans le delta. Il se reproduit dans l'Aftout Es Sahli (Diagana et Diawara, 2015).
La bonne gestion des ressources en eau en 2016 a entraîné l'émergence des ilots, sites privilégiés des flamants. Le dénombrement 2017 a mis en évidence de 27373 flamants.

I. 4.2.1.3. Les limicoles
Il s'agit du groupe très varié des petits échassiers. On y recense 39 espèces réparties entre 7 familles dont les plus importantes en termes de richesse spécifique sont les *Scolopacidae avec* 24 espèces et les *Charadriidae avec* 6 espèces (Ould Aveloitt, 2014). Selon ce dernier, la majeure partie des limicoles observés en Mauritanie est d'origine eurasienne. Le dénombrement de 2017 a recensé 34 espèces pour un effectif de 15193 oiseaux en 2017. Les limicoles ont augmenté de 2779 individus soit 22% par rapport à l'année dernière (2016).

I. 4.2.1.4. Les Laro-limicoles
Ce sont les espèces protégées regroupant des espèces migratrices des groupes de sternidés et limicoles. 7 espèces sont signalées dans le dénombrement de 2016.

I. 4.2.1.5. Les Ardeidés
Il regroupe en particulier les hérons (7 espèces) et les aigrettes (6 espèces). Certaines de ces espèces nidifient dans le PND et sa périphérie, notamment le Héron gardeboeuf (*Bubulcus ibis*), le Héron pourpré (*Ardea purpurea*), le Héron strié (*Butorides striata*), l'Aigrette à gorge blanche (*Egretta gularis*) et l'Aigrette garzette (*Egretta garzetta*). En 2017, l'effectif de ce groupe a atteint 4977 oiseaux contre 6102 en 2016, enregistrant ainsi une diminution de l'ordre de 18 % (PND, 2016 et 2017).

I. 4.2.2. Les mammifères, la grande faune

Il s'agit d'une grande variété d'espèces (20 espèces) sauvages dont certaines ont disparu du reste du pays : chacals, phacochères, fennecs, patas, chats sauvages, ratels, lièvres, renards, rats palmistes (PND, 2013). Le PND protège les animaux contre la chasse et le braconnage.

I. 4.2.3. Les reptiles et amphibiens

Sow et Brito (2016) ont mis en évidence la présence de 33 espèces de reptiles et 4 espèces d'amphibiens dans cette zone. Les espèces deviennent abondantes en période d'hivernage (Abou, 2005) : serpents (python de seba, vipères, couleuvres), tortues, mangoustes des marais, varans du Nil et du désert ainsi que d'un crocodile localisé chaque année aux environs du marigot de Mréau dans le bassin de Bell. Lors d'une mission du comité d'experts responsables de l'EIES réalisée en décembre 2016, plusieurs bébés crocodiles ont pu être observés.

I. 4.2.4. Poissons et ressources halieutiques

L'ichtyofaune dans le PND et sa périphérie est variée et permet l'installation d'une activité de pêche. PND (2013) a relevé la présence de plusieurs espèces dont :

- Vingt-huit (28) espèces marines
- Quarante et une (41) espèces saumâtres
- Soixante-sept (67) espèces dulçaquicoles

Les crustacés comprennent des décapodes (*Syciona carinata*) et des *péneidae (*dominé par *Paneus kerathurus)*. Abou (2005) a signalé la présence d'une dizaine d'espèces appartenant à la famille des P*eneidae*.

L'étude menée par l'IMROP (2005) a montré que le PND et sa périphérie joue un rôle important dans le cycle de vie de plusieurs espèces aquatiques, en particulier poissons et crevettes. Elle a montré que bon nombre d'espèces y subissent une phase de grossissement. Cela concerne des espèces d'eau douce, d'eau saumâtre et marine.

I. 5. Activités socioéconomiques dans la région

I. 5.1. Populations du bas delta mauritanien

Le PND et sa périphérie comprennent 37 localités réparties dans les parties littorale et continentale. Les plus récentes données de recensement (ONS en 2002) estiment à 10 906 habitants la population. L'annexe 1 donne le nombre d'habitants des principales localités présentées à la carte 1 (PARCE, 2012). Ly et Moulaye Zeine (2009) considèrent que 26,7% des habitants exercent une activité économique dans le bas delta. Dans cette zone caractérisée par des activités d'élevage et de pêche, on assiste à une sédentarisation et un retour de certaines populations émigrées, notamment à N'Diago (PND, 2013).

Dans la région mauritanienne du delta du fleuve Sénégal, la population est composée de Wolofs, de Maures et de Peuls. Les Wolofs sont les plus anciennement sédentarisés et se concentrent dans des villages situés le long du littoral et l'île de Thiong. Le village de N'Diago est le plus grand centre d'agglomération.

Les Wolofs de cette région qui vivaient de l'agriculture se sont transformés en pêcheurs avec l'aide des pêcheurs sénégalais de Guet Ndar qui les ont initiés au métier de la pêche. Aujourd'hui, tous les hommes de 12 à 50 ans exerceraient la pêche. Elle devient la principale activité des Wolofs du bas delta mauritanien. Certains ont migré vers les grands centres urbains (Nouakchott et Nouadhibou). L'agriculture devient leur activité secondaire et se limite au maraîchage. Elle est pratiquée par les femmes et les enfants dans les jardins aménagés sur la dune littorale (Abou, 2005).

Selon Abou (2005), les Maures sont majoritaires dans le PND et sa périphérie où ils se répartissent sur l'ensemble du territoire. Deux tribus regroupent la quasi-totalité des Maures. Il s'agit des Taghredient de Ziré et de Tandgha. Les premiers, tribu guerrière à l'origine, sont devenus pêcheurs et exercent leurs activités dans les bassins d'inondation, contrairement aux Wolofs qui pratiquent une pêche maritime. Pour ce qui est des Tandgha, ils se seraient installés et sédentarisés dans les années 60. Eleveurs depuis les temps anciens, ils effectuaient des migrations vers le nord en suivant leur troupeau au gré des pâturages et en évitant les inondations du bas delta.

Les Peuls du bas delta constituent la communauté la moins nombreuse. Ils ont une tradition d'éleveurs nomades qui se sont progressivement sédentarisés. Ils cohabitent avec les Maures. Leurs plus grandes concentrations se trouvent à Birette, Bariel Sebeikha, Afdeidjir mais aussi à Bouhajra (Abou op. cit.).

I. 5.2. Activités économiques – exploitation des ressources naturelles

Les activités économiques sont multiples et concernent : la pêche, l'artisanat, le maraîchage, la cueillette, l'élevage et le commerce. La pêche, l'artisanat et le maraîchage sont des activités principales, les autres sont des activités exercées secondairement (PND, 2005).

I. 5.2.1. La pêche continentale

Avec la sécheresse et la construction du barrage de Diama, la pêche dans le bas delta a décliné drastiquement. Depuis l'installation d'ouvrages d'alimentation sur les digues, on assiste à un retour progressif à la normale. Les captures deviennent plus abondantes.

La pêche est pratiquée dans les bassins et le long du fleuve. Dans le PND, les principaux sites de pêche, les plus fréquentés, sont situées au niveau des ouvrages de Cheyal et Lemer mais aussi dans le bassin du N'Tiallakh (Abou op. cit.). Les espèces qui sont pêchées sont : des poissons-chats (essentiellement *Clarias gariepinus*), 25% de Tilapia et de 5% d'autres (*Schilbe sp, Lates niloticus*, etc.)(Duvail, 2001). La crevette fait aussi l'objet d'une pêche saisonnière dans les lacs de N'Tok et de N'Ter. Les engins de pêche utilisés dans le bas delta sont : l'épervier, la palangre non appâtée et les filets maillants dormants.
On estime qu'environ 26% des chefs de ménages au bas delta mauritanien sont pêcheurs (PND, 2005). La production totale dans les bassins intérieurs se situerait autour de 300 tonnes de poissons par an, générant ainsi un chiffre d'affaire 15 millions d'ouguiya (Ly et Moulaye Zeine, 2009).

I. 5.2.2. L'élevage

C'est une activité traditionnelle largement répandue dans le delta. Depuis longtemps pratiqué par les habitants, l'élevage s'est confronté aux problèmes qu'a connus la région : manque d'eau, salinisation des sols et la crise des pâturages.

Les travaux d'aménagement opérés le long du fleuve ont apporté un souffle à l'élevage dans cette zone. De grandes surfaces sont aujourd'hui disponibles pour le pâturage des troupeaux (Abou op. cit.).
Les troupeaux proviennent des villages du bas delta ou de Keur Macène. On note aussi la présence de troupeaux de camelins qui pâturent dans la partie nord (Hamerlynck, 1996). Duvail (2001) avait estimé le cheptel actif dans cette zone à environ 8 000 têtes répartis comme suit : 3 100 bovins, 4 000 chèvres, 120 moutons et 800 dromadaires.

I. 5.2.3. Maraîchage

La sécheresse et la construction du barrage de Diama et la digue de sa rive droite ont entraîné la disparition du sporobolus et une importante baisse des captures de la pêche. Ceci a forcé les populations à s'orienter vers le maraîchage qui est devenue l'une des activités les plus productives au

bas delta. Cette activité qui est confrontée à un manque d'eau est presque exclusivement du ressort des femmes. L'eau utilisée pour arroser les jardins provient des minces nappes phréatiques. Dans les environs du barrage de Diama, les eaux de surface servent à irriguer les jardins maraîchers (PND, 2005).

Le maraîchage permet de produire quantité de légumes (navets, carottes, tomates, oignons, choux, etc.) généralement acheminés à Nouakchott.

I. 5.2.4. La cueillette

L'activité de cueillette porte sur trois espèces végétales : *Sporobolus robustus*, *Acacia nilotica* et *Nymphea lotus*. La première plante est utilisée pour la confection des nattes traditionnelles. L'acacia est utilisé pour le tannage des peaux de cuir et le *Nymphea* pour la préparation du couscous. Il s'agit d'une activité presque exclusivement féminine. Les femmes s'organisent en coopératives pour collecter le *Sporobolus* entre décembre et mars mais aussi pour tisser les nattes.

I. 5.2.5. L'artisanat

Au bas delta, l'artisanat joue un rôle économique très important. Il est surtout le fait de femmes mauresques et de femmes Wolofs. Les premières confectionnent les nattes à partir de *Sporobolus robustus* et du cuir. Elles opèrent un mode organisationnel reposant sur l'entraide appelé localement *Twize*. Les Wolofs travaillent la teinture et la couture. Elles fabriquent également des paniers locaux. L'artisanat est pratiqué par plus de 20 % des habitants (PND, 2013).

I. 5.2.6. Commerce

Il s'agit surtout de petit commerce de proximité qui tend à se répandre dans les villages du bas delta mauritanien. On assiste ainsi à une prolifération de petites boutiques notamment à Moidina, Birette ou Diemer. Cette activité a bénéficié de microcrédits offerts pour les coopératives locales et serait aujourd'hui en pleine expansion (Abou op. cit.).

I. 6. Autres activités anthropiques

Un complexe portuaire multifonction a été inauguré par le Président de la République le 6 décembre 2016 dans la commune de N'Diago. Ce projet situé non loin de la frontière sud, confié à la société chinoise Poly-Technologie, est considéré comme stratégique pour le pays. Il revêt un caractère sécuritaire et de défense et vise la mise en place d'un développement économique harmonieux d'une région presque enclavée. Une fois construit, il doit accueillir des bâtiments militaires; des navires de pêche, de commerce et de servitude pour les opérations de ravitaillement, de chargement et de déchargement. Il devrait également offrir des possibilités de réparation d'entretien et de maintenance pour les navires. Ce port comportera :

- un port militaire à quais accostables des deux bords et une base navale;
- un port de pêche composé de 7 quais de débarquement;
- un chantier naval d'une capacité de 70 navires par an;
- un quai de commerce pouvant recevoir des bateaux de 180 m de long;
- un point de débarquement pour la pêche artisanale;
- un navire de débarquement et de transport.

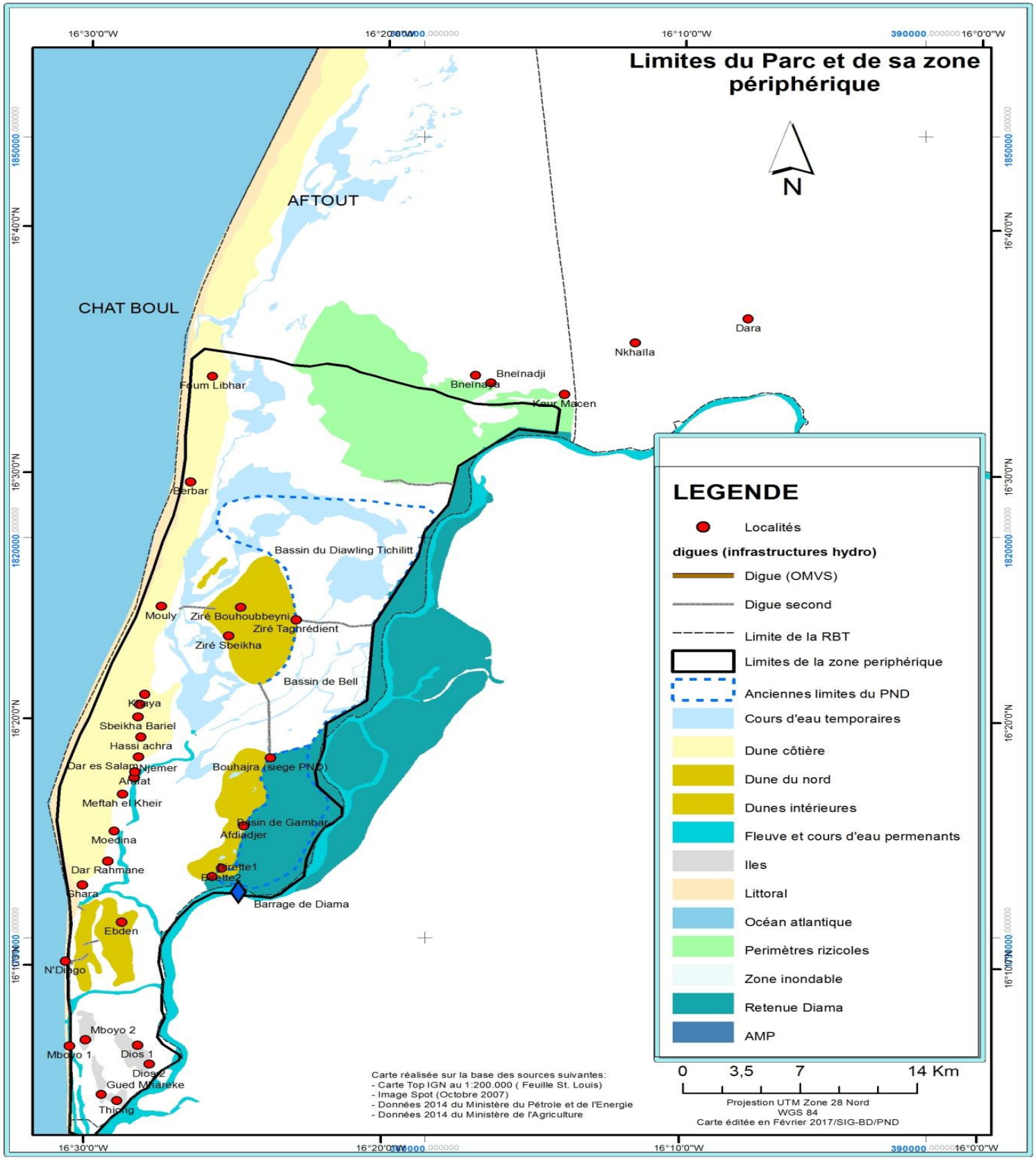
La mission d'experts chargée de l'Etude d'Impact Environnemental et Social du Projet "Ahmeyim" de production de gaz offshore en Mauritanie a pu visiter le projet de port juste après son inauguration. Les travaux ont commencé avec l'aménagement d'une large route, au voisinage immédiat du PND, visant à acheminer les matériaux nécessaires pour l'édification de cette infrastructure.

Selon les informations disponibles auprès des autorités, l'étude d'impact environnemental doit être réalisée incessamment. Elle devrait ressortir les impacts négatifs du développement d'activités portuaires sur le PND et sur toute la région du bas delta mauritanien qui représente un écosystème d'une extrême fragilité. L'étude devrait aussi proposer des mesures de mitigation pour réduire l'impact de cet édifice sur la faune et la flore de cette région.

I. 7. Conclusion

Le PND et sa périphérie sont situés au voisinage immédiat du delta du fleuve Sénégal. D'un écosystème perturbé par la sécheresse, la construction du barrage de Diama et les endiguements, la zone évolue aujourd'hui vers un écosystème harmonieux et "équilibré" comportant des habitats variés et une diversité biologique exceptionnelle et ce, grâce à une collaboration fructueuse entre le PND et ses partenaires techniques et financiers. Les premiers résultats des évaluations (comptages des oiseaux et estimations des débarquements de la pêche) font ressortir une nette amélioration de la situation en 2017. En effet, le comptage des oiseaux de janvier 2017 fait état de 248 000 oiseaux contre 87 000 pour la même période de 2016. En ce qui concerne la pêche, le PND a estimé les débarquements de la partie continentale, entre novembre 2016 et mars 2017, à 112 tonnes contre 38 tonnes de la même période précédente. Cette amélioration a également été mise en évidence qualitativement pour la végétation avec une importante régénération du nénuphar (*Nymphea lotus*), du panic *Echinochloa colona* et du sporobolus *Sporobolus robustus*.

Cet espace de grande diversité biologique reste soumis à des défis majeurs tels que la progression du typha dans le fleuve et dans certains bassins, la mauvaise exploitation de ses ressources naturelles (ligneuses, halieutiques, aquatiques…) par l'homme, le braconnage, le développement de l'agriculture (surtout l'utilisation de pesticides), le changement climatique, etc. La construction du port aux frontières de celui-ci doit intégrer la fragilité de l'écosystème du delta mauritanien afin de limiter son impact. Un développement non maîtrisé d'activités portuaires risque d'avoir des conséquences dramatiques pour la faune et la flore de cette région deltaïque.



Carte 1 - Hydrologie et positions des agglomérations dans le PND et sa périphérie (Source : PND)

II. Réserve du Chatt Tboul

Le delta du fleuve Sénégal couvrait une large superficie, inondant de nombreuses terres autour. La surface du bassin pouvait atteindre 334 000 km^2. Le Chatt Tboul (appelé anciennement embouchure des maringouins) était l'une des anciennes embouchures du fleuve, la plus septentrionale. La dynamique fluviale et littorale est à l'origine de son déplacement durant l'Holocène (Duvail, 2001).

Le Chatt Tboul et sa région (en particulier Aftout Es Sahli) étaient couverts d'eau douce en période de forts débits fluviaux. En période de faibles débits, l'influence marine prédominait, pénétrant dans le continent à travers une voie navigable (Hamerlynck et Duvail, 2003). Les eaux de marée pouvaient submerger la lagune à travers cette voie qui était large de 1,2 km. Celle-ci s'est progressivement refermée. Tricart In Duvail (2001) estime que "*son obturation est très récente. Peut être des navires l'ont-ils encore emprunté au XVIIème siècle*". Des navires pouvaient l'emprunter jusqu'au 18^e siècle (Hamerlynck, 2003). Selon Mauny (1961), des pirogues pouvaient remonter jusqu'à l'Aftout en passant à travers le marigot des maringouins.

Actuellement, le Chatt Tboul constitue une dépression dont le niveau est en-dessous de celui de la mer. Il possède une superficie inondable estimée à 6000 ha, répartie entre deux lacs : le lac des mulets, à l'ouest avec des profondeurs et des salinités stables, et le grand lac, à l'est, sous forte influence des crues. La profondeur et la salinité de ce dernier dépendent des flux des eaux douces (Ould Limmame, 2011). L'Aftout Es Sahli, dont le Chatt Tboul est difficilement séparable, constitue son prolongement naturel dépressionnaire vers le nord.

La zone autour du Chatt Tboul est inhabitée. Un poste de surveillance de la Marine Nationale y est installé, cela lui assure une meilleure protection face aux agissements (braconnage, rejets…) qui pourraient être observés ailleurs. Cela permet de garantir la quiétude dont certaines colonies d'oiseaux ont besoin pour s'installer durablement et se reproduire.

II. 1. Cadre juridique/statut

Le Chatt Tboul est considéré réserve naturelle (par acte interne de la Marine Nationale) gérée par la Marine Nationale qui y dispose d'un poste de surveillance. Il devient un site RAMSAR le 10 novembre 2000. En 2005, le Chatt Tboul et le Parc National du Diawling (PND), en Mauritanie et, le Parc National des Oiseaux du Djoudj, le Parc National de la Langue de Barbarie, le Parc National de Gueumbeul et la réserve du Ndiael, au Sénégal, sont regroupés dans la Réserve de Biosphère Transfrontalière du delta du fleuve Sénégal créée par l'UNESCO.

L'appartenance du Chatt Tboul à ces deux entités pourrait faciliter une amélioration de son statut national.

II. 2. Valeur écologique du Chatt Tboul

Le Chatt Tboul, ancienne embouchure du fleuve Sénégal, inondable par les eaux de crue artificielles issues des ouvrages de Cheyal, Lekser et Aftout Es Sahli, mais aussi par la mer, est une partie d'un écosystème plus large allant des bassins du PND (mais aussi les autres bassins) jusqu'à l'Aftout Es Sahli (Carte 2). Cet écosystème est le bas delta mauritanien, partie intégrante de la Réserve de Biosphère Transfrontalière du delta du fleuve Sénégal.

Le Chatt Tboul est une zone d'importance pour la conservation d'oiseaux, il accueille un nombre considérable d'oiseaux migrateurs, notamment les flamants roses et les flamants nains (Diagana et Diawara, 2015). Ainsi, en saison sèche, il constitue avec le bassin du Diawling un site privilégié pour les oiseaux qui ne migrent pas et ce, en raison de la présence en permanence de l'eau (Barry, 2004).

En 2012, les opérations de dénombrement ont mis en évidence un important effectif d'oiseaux dans le Chatt Tboul, notamment laridés / sternidés et limicoles (PARCE, 2012). Le Chatt Tboul est considéré par BirdLife comme l'un des sites critiques pour les oiseaux d'eau en Afrique de l'Ouest car il répond aux critères suivants (BirdLife Int., 2013) :

- Le site abrite un nombre important de la population d'une espèce d'oiseau menacée à l'échelle mondiale de façon régulière ou prévisible ;
- Le site abrite plus de 1% d'une voie migratoire ou toute autre population distincte d'une espèce d'oiseau d'eau de façon régulière ou prévisible.

II. 2.1. Végétation

Le Chatt Tboul est une lagune fortement influencée par la mer qui la submerge durant les marées des vives eaux. Les eaux sont salées et la végétation qui s'y développe est d'affinité halophile. Elle est composée de Chénopodiacées associées au tamaris *Tamarix senegalensis* et à *Nitraria retusa* (PARCE, 2012). UICN/BRAO (2008) y atteste de vestiges d'une forêt de plaine inondable à acacia (*Acacia nilotica*) et tamaris (*Tamarix senegalensis*), avec des étendues de sporobolus *Sporobolus robustus* et de joncs *Juncus rigidus*, mais aussi des poches de vétiver (*Vetivera nigritana*).

Le Chatt Tboul serait l'une des rares zones du delta où une forte régénération du gonakier *Acacia nilotica* est mise en évidence depuis 1994 (Diagana, 2000).

II. 2.2. Faune

La faune du Chatt Tboul, n'a été étudiée de façon individualisée par rapport au reste du bas delta que pour l'avifaune et la faune aquatique (poissons, crustacés…). Le reste des animaux tels que les reptiles, les mammifères terrestres, les amphibiens, les insectes, etc. ne l'ont été que dans le cadre plus global.

En l'absence de telles études, on peut cependant supposer que, sans barrière séparant le Chatt Tboul du reste du bas delta, la faune pourrait se déplacer aisément entre lui et le reste du delta. C'est pourquoi, dans ce travail, on se limitera à faire une description succincte de l'avifaune et de la faune aquatique.

II. 2.2.1. Avifaune

L'avifaune comporte le Grèbe à cou noir (*Podiceps nigricollis*), des populations d'Outardes arabes (*Ardeotis arabs*) et des flamants nains *Phoeniconaias minor* (UICN/BRAO, 2008). Selon Diagana et Diawara (2015), les flamants nains (espèce quasi-menacée pour l'UICN) se regroupent dans les lacs permanents de Nter, Lekser et de Chatt Tboul et ce après le retrait des eaux en fin janvier de chaque année. Ces oiseaux arrivent dans ces lacs en provenance de l'ensemble des bassins inondables du bas delta où de grands nombres ont pu être relevés. Une mission du Groupe International de recherches sur les oiseaux d'eaux et les zones humides (WIWO) a pu dénombrer en 2004 plus de 3 000 flamants nains dans le seul bassin du Diawling. C'est au niveau de l'Aftout Es Sahli, site voisin de Chatt Tboul, que se trouverait leur unique zone de reproduction connue de l'Afrique de l'Ouest. Les juvéniles de flamants nains sont signalés à Chatt Tboul de façon régulière depuis 1998 (Diagana, 2000).

La grue couronnée *Balearica pavonina pavonina*, espèce classée vulnérable dans la liste UICN, niche dans les formations de *Sporobolus robustus* peu élevées et entourées d'eau. Elle est présente durant toute l'année dans le bas delta mauritanien. En janvier, elle serait abondante dans le bassin de Diawling-Tichilitt et en mars-avril dans le Chatt Tboul et l'Aftout Es Sahli (Diagana et Diawara, 2015). Cette espèce a été signalée au Chatt Tboul durant les dénombrements de janvier 2016 et janvier 2017.

Les résultats des dénombrements opérés par le PND et ses partenaires en janvier 2015, 2016 et 2017 montrent que 69 espèces d'oiseaux ont été inventoriées au Chatt Tboul (annexe 2).

Les oiseaux suivants ont été relativement abondants en 2017 à plus de 100 individus dans le Chatt Tboul (PND, 2017) : le Sarcelle d'été *Anas querquedula* (4147 individus), le Dendrocygne veuf *Dendrocygna viduata* (440), le Pélican blanc *Pelecanus onocrotalus* (399), le Canard souchet *Anas clypeata* (373), le Flamant rose *Phoenicopterus ruber roseus* (358), le Bécasseau minute *Calidris minuta* (338), le Canard pilet *Anas acuta* (300), la Sterne caspienne *Sterna caspia* (169), le Chevalier combattant *Philomachus pugnax* (110) et le Grand cormoran *Phalacrocorax carbo* (107).

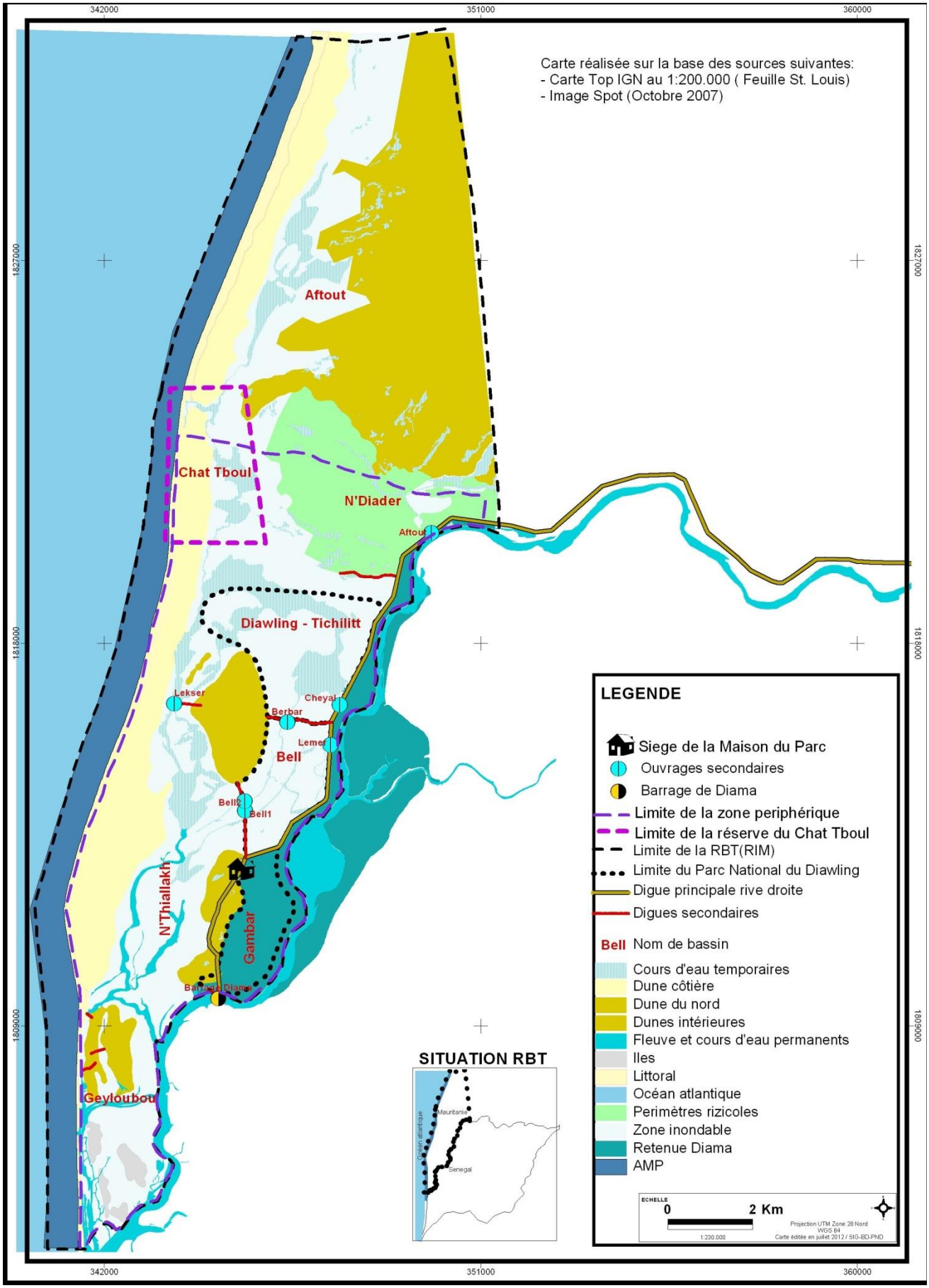
II. 2.2.2. Faune aquatique

L'étude de la faune aquatique a été menée par l'Institut Mauritanien de Recherches Océanographiques (IMROP, 2005) dans la perspective de définir le rôle de nurserie du bas delta mauritanien.

Les résultats ont mis en évidence la présence de 84 espèces dont certaines sont affiliées aux eaux douces, saumâtres ou marines. Plusieurs espèces appartenant à plusieurs familles ont été observées dans le Chatt Tboul. Parmi celles-ci, on retrouve des espèces emblématiques : *Clupeidae (ethmalose…)*, *Cichlidae (tilapias)*, *Mugilidae (mulets…)*, *Penaeidae (crevettes)*…

Ainsi, l'étude confirme l'importance du delta pour les principales espèces que sont :

- l'éthmalose (*Ethmalosa fimbriata*) : une espèce euryhaline capable de vivre aussi bien dans le milieu marin qu'estuarien et dulçaquicole. Celle-ci a été abondamment pêchée dans les eaux du Chatt Tboul, en particulier dans le lac des mulets.
- les mulets : deux espèces ont été signalées par l'étude de l'IMROP à Chatt Tboul. Il s'agit du mulet jaune (*Mugil cephalus*) et du mulet bouri (*Liza dumerili*), des espèces tolérantes aux variations de la salinité.
- le tilapia : il appartient à une famille (Cichlidae) comprenant plusieurs espèces euryhalines. Quatre espèces ont été observées dans le lac des mulets du Chatt Tboul (*Tilapia guineensis, Tilapia rendalli*, *Hemichromis fasciatus* et *Sarotherodon melanotheron*).
- la crevette (*Penaeus notialis* et *Penaeus keraturus)* : ces espèces pondent des œufs en mer qui éclosent et donnent des larves qui remontent dans le fleuve pour y subir une phase de grossissement avant de retourner en mer. Ainsi des larves de crevette ont été mises en évidence remontant dans le bas delta en particulier dans N'Tiallakh et dans les lacs de Lekser et du N'Tock. Il est probable qu'au cours des crues, ces petites crevettes passent dans le Chatt Tboul.



Carte 2 – Schéma des différents unités hydrologiques du bas delta mauritanien (source : PND)

II. 3. Conclusion

Le Chatt Tboul est une ancienne embouchure du fleuve Sénégal. Aujourd'hui, c'est une lagune située aux environs immédiats de l'océan duquel elle n'est séparée que par un mince cordon dunaire. Reliée au fleuve par deux voies, les crues permettent d'adoucir la salinité des eaux. La végétation y est peu dense et peu diversifiée. Cependant, sa faune est plus prolifique, notamment la faune aquatique mais surtout aviaire.

Le site joue un rôle très important dans le cycle de vie des oiseaux d'eau. C'est pourquoi, il a été classé zone humide d'importance internationale (RAMSAR) en 2010. C'est un *hotspot* de biodiversité qui a une forte contribution dans un écosystème plus grand qui est le bas delta du fleuve Sénégal où il fait partie intégrante de la Réserve de Biosphère Transfrontalière du delta du fleuve Sénégal.

Au cours des différents dénombrements d'oiseaux d'eau réalisés de façon régulière par le PND et ses partenaires techniques et financiers tous les ans en janvier, une importante richesse spécifique a été relevée. Des oiseaux bénéficiant d'un statut de conservation particulière y sont observés (grue couronnée, flamant nain, outarde arabe…).

Références bibliographiques

Abou, A. 2005. OCCUPATION DE L'ESPACE DE LA PERIPHERIE DU PARC NATIONAL DU DIAWLING : Analyse des conflits et menaces sur le système artificialisé. DEA Chaire UNESCO / UCAD "Gestion intégrée et développement durable des régions côtières et des petites îles" : 84p.

André, A. et N. Chenaval. 2007. Cartographie, caractérisation de la végétation et estimation de l'effectif des phacochères, bassin du Bell, Parc National du Diawling, Mauritanie. Rapport de stage de DUT, Univ. de Nantes : 123 p.

Barry, E. 2004. Le Parc National du Diawling dans le processus de développement durable du bas delta mauritanien du fleuve Sénégal : conflits d'usages et d'acteurs dans un contexte de changements environnementaux et socioéconomiques. Mémoire de DEA, Univ. d'Angers UFR Sciences Département de Géographie, 201p.

BirdLife International. 2013. Projet de conservation des oiseaux migrateurs: examen scientifique des oiseaux migrateurs et de leurs principaux sites et habitats en Afrique de l'ouest. BirdLife International, Cambridge, Royaume uni.

Day J., Dudley N., Hockings M., Holmes G., Laffoley D., Stolton S. & S. Wells. 2012. Application des catégories de gestion aux aires protégées : lignes directrices pour les aires marines. Gland, Suisse: UICN. 36 pp.

Dia, M. 2012. Prise en compte de la gestion environnementale locale dans la planification. Evaluation finale du Programme en Mauritanie – Fenêtre Environnementale. The Millennium Development Goals (MDGs), septembre 2012 : 95p.

Diagana, C. H. 2000. Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar : Réserve Naturelle du Chatt Tboul (Mauritanie). Fiche à soumettre à la Convention de Ramsar, rue Mauverney 28, CH-1196 GLAND, Suisse.

Diagana, C. H. et Y. Diawara. 2015. Plan d'action national en faveur du Flamant nain Phoeniconaias minor et de la Grue couronnée Balearica pavonina 2015 – 2020. Nature Mauritanie : 65p.

Diawara, Y., A. Arnaud, A. Araujo et A. Bechet. 2007. Nouvelles données sur la reproduction et l'hivernage des flamants roses en Mauritanie et confirmation d'échanges avec les populations méditerranéennes. OSTRICH, 78(2) : 469–474p.

Dudley, N. (Ed.). 2008. Guidelines for Applying Protected Area Management Categories. Gland, Switzerland: IUCN. x + 86pp.

Duvail, S. 2001. Scenarios hydrologiques et modèles de développement en aval d'un grand barrage: Les usages de l'eau et le partage des ressources dans le delta mauritanien du fleuve Sénégal. Thèse de Doctorat en Géographie de l'Université Louis Pasteur (Strasbourg I). UICN, CNRS, FIBA.

Gannett Fleming Environmental Engineers Inc. 1986. Etude de la faisabilité pour la création d'un estuaire artificiel dans le bas delta mauritanien, rapport final.USAID, Dakar, déc. 1986 : 267p.

Hamerlynck O. et S. Duvail. 2003. La restauration du delta du fleuve Sénégal en Mauritanie. Une application de l'approche écosystémique. UICN Programme Zones Humides et Ressources en Eau. Série bleue : 95p.

Hamerlynck, O. 1996. Plan de gestion du Parc National du Diawling et de sa zone périphérique 1996-2001, UICN-PND, Nouakchott : 63 p.

Hamerlynck, O. 2004. Mission d'appui à la Révision du Plan de Gestion du Parc National du Diawling et de sa zone périphérique Mauritanie. UICN et PND. Rapport de mission : 82p.

Hamerlynck, O. et F. Cazottes. 1998. Le Parc National du Diawling (Mauritanie) : infrastructures hydrauliques pour la restauration d'une plaine d'inondation et la création d'un estuaire artificiel. Suc Science & Technologies n°1 (janv. 1998) : 28 – 38p.

IMROP, 2005. Etude de la fraction juvénile du bas delta mauritanien. Rapport d'étude réalisée par l'IMROP avec la contribution du Projet de Conservation et d'Utilisation Durable du Mulet en Mauritanie. 54p.

Ly, O. K. et S. A. O. Moulaye Zein. 2009. Évaluation économique d'une zone humide : le cas du Diawling, Mauritanie. UICN, TENMIYA, PND : 85 p.

Mauny, R. 1961. Tableau géographique de l'Ouest africain au Moyen âge d'après les sources écrites, la tradition et l'archéologie. Mémoires de l'IFAN, n°61, 587 p.

Ould Aveloitt, M. 2014. L'hivernage des limicoles (Aves, Charadrii) des zones humides d'importance majeure en Mauritanie méridionale : Inventaire des espèces et étude phénologique. Thèse de doctorat de l'Univ. Mohamed 5 : 195p.

Ould Limmame, A. 2011. Programme en éducation environnementale pour la Réserve de Biosphère Transfrontière (RBT). BAER dans le cadre du projet PARCE : 91p.

PND. 2005. Définition d'un plan de zonage du Parc National du Diawling et de sa zone périphérique. Groupe AFD, FFEM. 51p.

PARCE. 2012. Synthèse des activités du Projet Appui à la Restauration et à la conservation des écosystèmes de la Réserve de Biosphère Transfrontière du delta du fleuve Sénégal et son aire centrale le Parc National du Diawling. Rapport de capitalisation du projet PARCE. Financement de la Coopération Espagnole AECID : 129p.

PND. 2013. Plan d'Aménagement et de Gestion du Parc National du Diawling 2013 – 2017. PND, GIZ, AECID, ECO-CONSULT, France Volontaires, UICN et IPADE, partie II, 37p.

PND. 2016. Dénombrement international des oiseaux d'eau de la Réserve de Biosphère Transfrontalière du fleuve Sénégal, rive droite (RBT-RIM). Appuyé par BaCOMaB, GIZ et Wet. Int. : 30p.

PND. 2017. Dénombrement international des oiseaux d'eau de la Réserve de Biosphère Transfrontalière du fleuve Sénégal, rive droite (RBT-RIM). Appuyé par BaCOMaB, GIZ et Wet. Int. Draft de rapport, 34p.

Sow A. S. et J. C. Brito. 2016. Biodiversité et conservation des amphibiens et des reptiles du Parc National du Diawling et ses zones périphériques. PND, Centro de Investigaçao em Biodivercidade e recursas geneticos (CIBIO) et RAMPAO, 33p.

Triplet, P., M. Benmergui et V. Schrike. 2010. Evolution de quelques espèces d'oiseaux d'eau dans le delta du fleuve Sénégal – Période 1989-2010. Faune Sauvage n°289 : 6-13p.

UICN. 1994. Lignes directrices pour les categories de gestion des aires protégées. UICN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 94p.

UICN. 2007. Evaluation de l'Efficacité de la Gestion des Aires protégées. Parc National du Diawling, Mauritanie. Tracking Tool, 6p.

UICN/BRAO (2008). Evaluation de l'efficacité de la gestion des aires protégées : parcs et réserves de Mauritanie. Publication du Bureau régional pour l'Afrique de l'Ouest. Programme Aires Protégées. ISBN : 978-2-8317-1038-9, 42p.

Annexes

Annexe 1. Résultats du recensement ONS 2002 dans les principaux villages (localités) du bas delta mauritanien, d'après PARCE (2012)

Localités	ONS 2002
Bneinadji	1140
Mbell village	112
Ebden	434
Ghahra	246
Dar Rahmane	291
Moidina	390
Meftah El Kheir	79
Diemer	89
Arafat	141
Dar es Salam	165
Hassi Aichra	112
Sbeikha Bariel	91
Khaya	55
Meymakh	157
Barbar	53
Mouly	39
Foum Lebhar	95
Zire Taghredient	543
Ziré Sbeikhat	648
Bouhajra	123
Afdiedier	54
Birette	1001
Diaos2	340
Diaos 1	254
Gad Mbarek	35
Nemewdiyetou	12
Lorma (Heul Daouda)	31
M'Boyo 2	218
M'Boyo 1	141
Keur Macen	1919
N'Diago	1517
Birette 2	102
Zire Bouhoubeini	146
Thionk	133
Total	10906

Annexe 2. Nombre d'oiseaux recensés à Chatt Tboul durant les dénombrements réalisés les 15 janvier des années 2015, 2016 et 2017

Nom commun	2017	2016	2015
Aigle pêcheur, *Pygarde vocifer*		*	1
Aigrette à gorge blanche		2	
Aigrette ardoisée		2	
Aigrette garzette	4	120	53
Aigrette intermédiaire		6	
Anhinga roux		3	
Avocette élégante	8		97
Balbuzard pêcheur		5	
Barge à queue noire	60	6	12
Bécasseau cocorli		23	518
Bécasseau minute	338	418	1359
Bécasseau sanderling		112	153
Bécasseau variable		32	
Bergeronnette printanière			28
Busard cendré			4
Busard des roseaux	1		1
Canard pilet	300	550	
Canard souchet	373	554	580
Chevalier aboyeur	12	39	64
Chevalier arlequin	8		
Chevalier cul-blanc	2		11
Chevalier gambette		19	5
Chevalier guignette	15	7	
Chevalier stagnatile			94
Chevalier sylvain	6	2	
Chevaliers combattant	110	5	
Cigogne noire		8	
Cormoran d'Afrique	19	121	
Crabier Chevelu	2	1	
Dendrocygne veuf	440		250
Echasse blanche	70	200	191
Elanion blanc	8		
Flamant rose	358	200	209
Fuligule morillon		3	
Glaréole sp		250	
Goéland brun		132	124
Goéland railleur	60	101	70
Grand cormoran	107	3	89
Grand gravelot	9	114	223
Gravelot à collier interrompu		40	80
Gravelot pâtre		42	
Grèbe castagneux		3	
Grande aigrette	63		
Grue couronnée	2	2	
Guifette leucoptère	20		
Héron cendré	50	70	135

Héron crabier ou Crabier chevelu			24
Héron pourpré	10	4	24
Ibis falcinelle	64		119
Ibis sacré			12
Martin-pêcheur pie		5	2
Jacana à poitrine dorée	6		
Oedicnème du Sénégal	4		
Pélican blanc	399	171	45
Pélican gris	22		
Petit gravelot	66		
Pluvier argenté		8	
Râle ou Marouette noire			8
Sarcelle d'été	4147	350	463
Spatule blanche	28	292	217
Spatule d'Afrique	3		43
Sterne caspienne	169	29	30
Sterne caugek		24	
Sterne hansel	4	1	10
Sterne naine	12	10	
Sterne Pierregarin	27		
Tantale ibis	1		
Tourterelle maillée		1	
Vanneau éperonné	4	7	

* les cellules vides indiquent absence d'observation

ANNEXE F-2 : NOTE SUR LES AIRES PROTÉGÉES DANS LA PORTION SÉNÉGALAISE DE LA ZONE D'ÉTUDE ÉLARGIE DU PROJET

Note sur les aires protégées dans la portion sénégalaise de la zone d'étude élargie du projet Ahmeyim/Guembeul

Par

Dr Papa Samba Ndieub DIOUF

TROPICA Environmental Consultants

Liberté VI, Villa No. 8181 • BP 5335 Dakar-Fann SENEGAL
Tél. (221) 33 867 18 98 - Fax (221) 33 867 18 99
E-mail : tropica@tropica-ec.com

Août 2017

Détails du projet et de l'étude	
Projet	EIES du Projet Ahmeyim/Guembeul de production de gaz offshore en Mauritanie et au Sénégal
Etude objet du rapport	Note sur les aires protégées dans la portion sénégalaise de la zone d'étude élargie du projet Ahmeyim/Guembeul. Etude d'expert ; contribution à la caractérisation des conditions environnementales de base
Version du rapport	Provisoire ; seconde version
Auteur du Rapport	Dr Papa Samba Ndieub DIOUF, Expert de Tropica

Liste de distribution		
Destinataire 1	Golder Associates	Directrice Projet du projet
Destinataire 2		

Signataires	
Production	Dr Papa Samba Ndieub DIOUF
Vérification :	Samba YADE, Coordonnateur projet, Tropica
Approbation :	
Date de transmission :	10 août 2017

Ce document a été élaboré par Tropica Environmental Consultants (Tropica), dans le cadre d'une sous-traitance avec Golder Associates, pour une contribution à la description des conditions environnementales de base, une partie de l'étude d'impact environnemental et social (EIES) du projet Ahmeyim/Guembeul de production de gaz offshore en Mauritanie et au Sénégal, initié par Kosmos Energy Mauritania (KEM) et Kosmos Energy Senegal (KES).

Il est préparé (1) par Dr Papa Samba Ndieub DIOUF, Biologiste ; expert en Pêche, Environnement et Développement personnel ; (2) suivant les termes de référence de Tropica et (3) avec des données et informations obtenues à partir de la littérature et d'investigations de terrain. En préparant ce document, Tropica et son expert ont mis en œuvre leurs compétences, leur professionnalisme, des soins et une diligence raisonnables.

Les données et informations contenues dans le document sont basées sur des interviews de personnes compétentes, la revue de documents et le retour d'expériences dans des études similaires.

En tout état de cause, Tropica n'endosse aucune responsabilité découlant de l'utilisation du contenu de ce rapport par toute personne autre que son ou ses destinataire(s).

Table des matières

Introduction 1
1. La Réserve de Biosphère Transfrontalière du Delta du Fleuve Sénégal 1
2. Le Parc National de la Langue de Barbarie (PNLB) 4
3. Parc National des Oiseaux du Djoudj 6
4. L'Aire Marine Protégée de Saint-Louis 9
5. La Réserve Spéciale de Faune de Guembeul 12
6. Cadre juridique et institutionnel 15
6.1. Les Parcs et les Réserves sous la tutelle de la Direction de Parcs Nationaux 15
6.2. Les Aires Marines Protégées 16
Conclusion 18

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte de la Réserve de Biosphère Transfrontière du Delta du fleuve Sénégal (Source : Revue périodique de la RBTDS réalisée en 2017) 3
Figure 2 : Localisation du Parc National de la Langue de Barbarie 5
Figure 3 : Parc National des Oiseaux du Djoudj 7
Figure 4 : Localisation de l'AMP de Saint-Louis (Source : Sarr, 2015) 11
Figure 5 : Localisation de la Réserve Spéciale de Faune de Guembeul 13
Figure 6 : Carte de la Réserve avec la cuvette 13

Introduction

Cette note sur les Aires Protégées de la partie nord du littoral sénégalais a pour but de présenter ces zones de concentration de biodiversité et d'un potentiel socio-économique très important qui se situent à l'intérieur ou partiellement de la zone d'étude élargie. Elle se focalise sur :

- La Réserve de Biosphère transfrontalière du Delta du Fleuve Sénégal;
- Le Parc National de la Langue de Barbarie (PNLB);
- Le Parc National des Oiseaux du Djoudj;
- L'Aire Marine Protégée de Saint-Louis;
- La Réserve Spéciale de Faune de Guembeul.

1. La Réserve de Biosphère Transfrontalière du Delta du Fleuve Sénégal

La création de la Réserve de Biosphère Transfrontalière du Delta du Fleuve Sénégal (RBTDS) en 2005, avec l'appui de l'UNESCO et l'UICN, est le fruit d'une longue histoire de coopération entre le Sénégal et la Mauritanie pour la gestion des Parcs Nationaux des Oiseaux du Djoudj (Sénégal), du Diawling (Mauritanie) et des écosystèmes environnants[1].

La RBTDS a pour objectif général de promouvoir la conservation de la biodiversité et un développement durable basé sur la participation des communautés locales et une approche scientifique adaptée. Ceci, à travers les objectifs spécifiques d'une politique de gestion que sont :

- le rétablissement du fonctionnement hydrologique et la promotion de la conservation des écosystèmes dans un cadre de partenariat avec les différents usagers des ressources naturelles de la zone;
- la conservation de la diversité biologique et le maintien de l'intégrité des aires centrales;
- le renforcement des capacités des structures communautaires et l'expérimentation des pratiques de développement durable…;
- la mise en place d'un partenariat en matière de recherche avec les différentes structures;
- l'appropriation du concept de Réserve de Biosphère et sa mise en œuvre par les divers acteurs;
- la mise en place d'une structure de coordination et d'un mécanisme de gestion efficients[2].

Les différents éléments qui constituent ce vaste complexe de zones humides d'importance internationale sont étroitement interdépendants et soumis à des menaces et des processus de dégradation, dont les causes profondes sont largement partagées de part et d'autre du fleuve.

La RBTDS couvre 642 000 ha est constituée d'une mosaïque d'aires protégées de statuts divers (appartenant à différentes catégories de la classification de l'UICN), de zones agricoles, pastorales et halieutiques. On y trouve également des zones urbaines, parmi lesquelles la ville de Saint-Louis classée Patrimoine Mondial de l'Humanité.

La RBTDS abrite donc une grande diversité d'écosystèmes :

- Des habitats marins et côtiers (Sénégal : Aire Marine Protégée de Saint-Louis et le Parc de la Langue de Barbarie ; Mauritanie : Réserve de Chatt Boul et bassin de N'Thiallakh);
- Des milieux fluvio-lacustres (Sénégal : Parc National des Oiseaux du Djoudj et les Trois Marigots, Réserve du Ndiaèl[3] ; Mauritanie : Parc National du Diawling et marigots Khouroumbame et N'Dernayé);
- Les mangroves sur les îles de M'Boyo en Mauritanie, et au Sud et au Nord de Saint-Louis au Sénégal;

---

1 Noël J-F., 2010. Parc National, quelle faisabilité ? Conséquences en matière de gouvernance de la coexistence Réserve de biosphère/Parc National à l'international. UNESCO, 12 p.

2 Anonyme, 2005. Formulaire de proposition de la Réserve de Biosphère Transfrontière du Delta du fleuve Sénégal. UNESCO / MAB, 76 p. - Pirot J-Y., 2015. Réserve de biosphère transfrontière du delta du Sénégal : caractéristiques, objectif et opportunités. UICN, 2 p.

3 la Réserve du Ndiael se situe dans la RBTDS, mais à l'extérieur de la zone d'étude

- Des lagunes (Réserve Spéciale de Faune de Guembeul et Sud de Saint-Louis au Sénégal);
- Les lacs de Guiers au Sénégal et de N'ter et de N'Tok en Mauritanie;
- Des savanes et des steppes arbustives (périphérie du Parc National des Oiseaux du Djoudj et forêt de Moïdina);
- Des dunes côtières et des dunes intérieures : dunes de Ziré et de Birette (Mauritanie).

En plus des fonctions écologiques importantes de la RBTDS (oiseaux migrateurs paléarctiques et afro-tropicaux, zone de reproduction des poissons …), cet écosystème remplit de nombreuses fonctions économiques et sociales[4].

Du point de vue de la diversité biologique, la RBTDS reste un milieu très riche malgré les contraintes liées au changement climatique, à la construction du barrade de Diama et à la pression humaine. Ainsi l'ensemble, la RBTDS compte plus de 153 espèces végétales dont certaines sont envahissantes (*Typha australis*, *Salvinia molesta* et *Prosopis juliflora*). Concernant l'ichtyofaune, les inventaires effectués font état de plus 87 espèces dont 47 espèces d'eau douce et 40 espèces estuariennes et marines. Au niveau des crustacés une quarantaine d'espèces (familles des Peneidae et Caridae) sont signalées. Les amphibiens sont représentés par de nombreuses espèces de crapauds (*Bufo sp*.) et de grenouilles (*Rana, Ptychadea*) qui fréquentent les différents points d'eau pendant la saison des pluies. Les reptiles présents sont principalement des tortues (terrestres, d'eau douce et marines), des serpents, des lézards et des crocodiles. Pour les mammifères marins, différentes espèces de dauphins, le marsouin commun (*Phocoena phocoena*), l'orque épaulard (*Orcinus orca*), le globicéphale noir ou à aimerons longs (*Globicephala melas*), sont recensés. Les mammifères terrestres inventoriés (gazelles, rats, mangoustes, chacals, singes, Fennecs, phacochères, etc.), appartiennent à 17 espèces.

L'avifaune très caractéristique compte 365 espèces recensées du côté Sénégalais contre 187 du côté mauritanien. Dans cet effectif, on dénote 97 espèces d'oiseaux d'eau migrateurs afro tropicaux et du Paléarctique Occidental, 8 espèces de rapaces et 56 espèces de passereaux dont 20 migratrices du Paléarctique Occidental. Cette biodiversité élevée explique l'importance de cette zone[5].

[4] UICN, 2006. Projet d'appui à la réserve de biosphère transfrontière du delta du fleuve Sénégal. UICN, 9 p.

[5] PMF/FEM, PNUD et United Nations Foundation, 2012. Contribution de COMPACT dans la Conservation de la Biodiversité - Contribution de COMPACT dans la Conservation de la Biodiversité. PMF/FEM, PNUD et United Nations Foundation, 56 p.

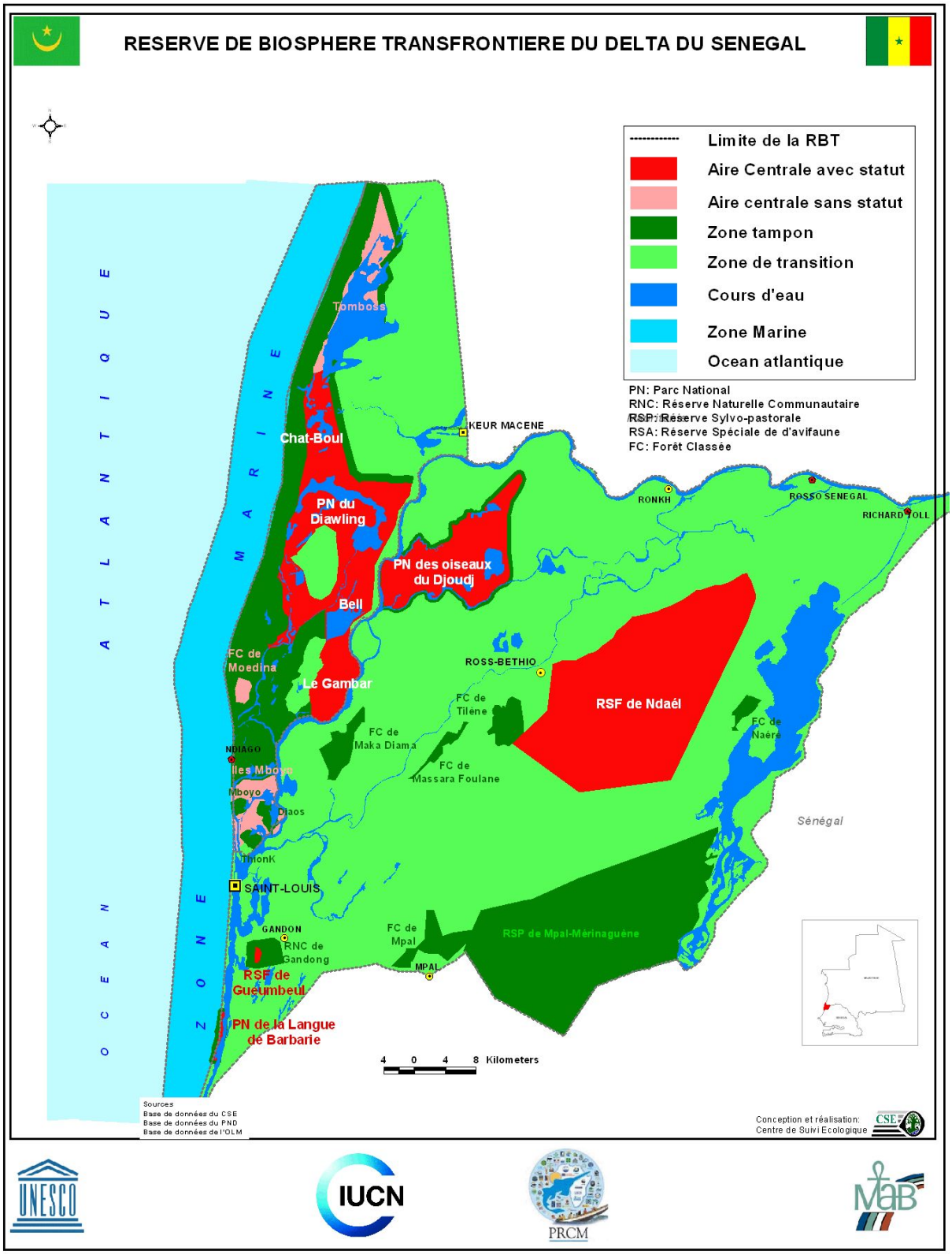


Figure 1 : Carte de la Réserve de Biosphère Transfrontière du Delta du fleuve Sénégal (Source : Revue périodique de la RBTDS réalisée en 2017)

Bien que la RBTDS continue de jouer un rôle socio-économique important, de nombreuses contraintes menacent son équilibre écologique et risquent de compromettre son potentiel de contribution au développement social et économique durable des communautés qui y vivent (COMPACT, ND)[6].

Les aménagements hydro-agricoles dans la RBTDS ont favorisé le développement d'importantes activités socio-économiques. Toutefois, Ils ont conduit à une modification du régime des eaux de surface et à l'affleurement de la nappe phréatique salée. On a ainsi assisté à un bouleversement écologique important caractérisé par :

- La dégradation de la qualité des eaux du fleuve à cause de la pollution par l'agriculture7;
- Le développement de plantes aquatiques envahissantes (Pistia stratiotes, Salvinia molesta, Typha australis, Prosopis juliflora);
- La dégradation de certaines formations ligneuses telles que les gonakeraies (Acacia nilotica) et la bande de filaos (Casuarina equisetifolia) le long de la côte, en partie due à l'engorgement permanent et à l'érosion;
- La diminution du potentiel halieutique tant dans les eaux douces que dans les eaux saumâtres et salées[8];
- La diminution des zones de pâturage;
- La salinisation des terres notamment en aval du barrage de Diama.

Le fonctionnement de RBTDS est régi par un Accord officiel entre les autorités gouvernementales de la Mauritanie et du Sénégal. La diversité des textes législatifs au niveau de chaque pays et leur faible harmonisation posent problème aussi bien au niveau national que transfrontalier. Un effort particulier d'harmonisation doit être entrepris.

Les déclassements des aires protégées et l'empiétement de l'agrobusiness sur les noyaux centraux (Senhuile par exemple) constituent une contrainte que l'appartenance à une réserve de biosphère aurait due empêcher, du fait de l'engagement conjoint des deux pays.

Les autorités chargées de la coordination / gestion de la RBTDS sont :

- Les ministères en charge de l'environnement des deux pays;
- Une Unité de Gestion transfrontière;
- Deux points focaux venant des deux pays qui sont des conservateurs de métier.

La gouvernance de la RBTDS est assurée par :

- Un Comité Transnational;
- Deux comités nationaux;
- Un comité Scientifique;
- Un comité de Coordination Transfrontière;
- Une Unité de Gestion transfrontière.

2. Le Parc National de la Langue de Barbarie (PNLB)

Le Parc National de la Langue de Barbarie (PNLB) est situé approximativement entre 15°55'N-15°917'N et 16°30'W-16°5'W. Le parc a été créé par décret du 9 janvier 1976 (décret 76 0016) et couvre une superficie d'environ 20 km², s'étendant du phare de Gandiole au Nord, à l'ancienne embouchure du fleuve Sénégal au Sud.

Les objectifs de la création du PNLB étaient d'assurer la protection des sites de pontes des tortues marines et des sites de reproductions des colonies d'oiseaux d'eau (DPN, 2010 a)[9]. Le PNLB est un des noyaux centraux de la Réserve de Biosphère Transfrontalière du Delta du Fleuve Sénégal.

---

6 COMPACT, ND., Projet de documentation et de diffusion des meilleures pratiques des projets COMPACT dans la Réserve de Biosphère transfrontière du delta du fleuve Sénégal (RBT). PIVF / PFEM, PNUD, UN Foundation, 54 p

7 Diouf P. S., 2016. Processus de Préparation du projet GEF-UICN RBT fleuve Sénégal. Rapport préliminaire. UICN / PRCM, 16 p.

8 Diouf P.S., Kébé M., Le Reste L., Bousso T., Diadhiou H.D. et Gaye A.B., 1991.- Contribution à l'élaboration d'un Plan d'Action Forestier. Pêche et aquaculture continentales. Vol. 1 Diagnostic, CRODT, 325 p.

9 DPN, 2010 a. Plan de gestion du Parc National de la Langue de Barbarie (2010 – 2014). DPN, 80 p.

Le parc est un complexe fluvio-maritime qui comprend :

- Une partie terrestre (la Langue de Barbarie), vaste cordon littoral sableux entre le fleuve et l'océan (largeur comprise entre 150 et 500 m);
- Une zone maritime océanique correspondant à une bande de 500 m;
- Le fleuve Sénégal (large de 500 m à 1 km) avec l'Ile aux Oiseaux, les lagunes et marais littoraux du Douti et du Lawmar;
- La limite Est du parc est déterminée par les berges et inclue les lagunes de Douti et de Lawmar. La limite Sud correspondait à l'ancienne embouchure du fleuve.

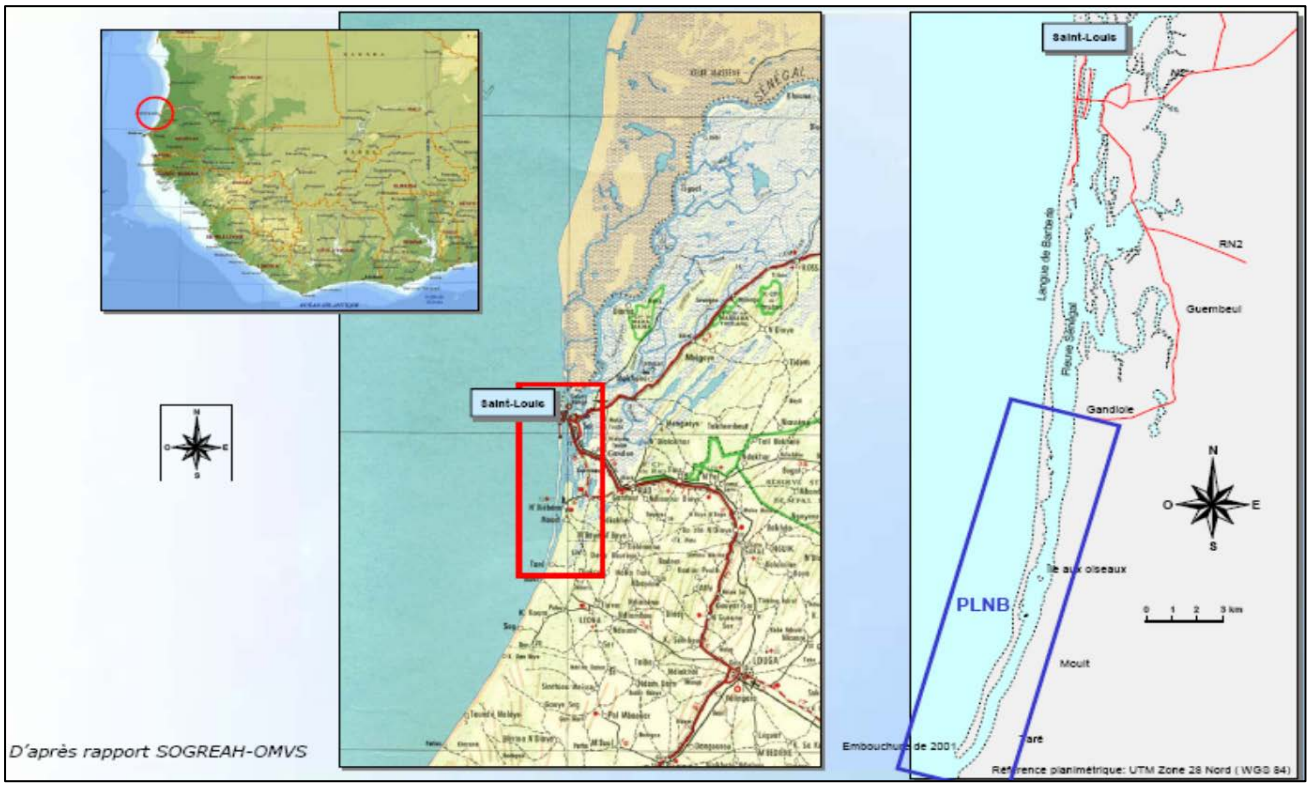


Figure 2 : Localisation du Parc National de la Langue de Barbarie

Le climat est caractérisé par une transition entre les influences d'un domaine continental sahélien et d'un domaine littoral où les isohyètes atteignent difficilement les 300 mm par an.

Le parc reste sous la grande influence de l'Alizé maritime entrainant un adoucissement des températures. La pluviométrie est faible et est marquée par une diminution sensible au cours des trente dernières années.

Le régime climatique est caractérisé par trois saisons principales :

- La saison des pluies, de juin à septembre;
- La contre-saison froide et sèche, d'octobre à février;
- La contre-saison chaude et sèche, de mars à juin.

Les deux contre-saisons correspondent à la période de migration des oiseaux du Paléarctique occidental et à la période de nidification de certaines espèces d'oiseaux (laridés et sternidés).

L'ouverture d'un canal de délestage en 2003 à 7 km au sud de Saint-Louis a entraîné une grande réduction de la pointe de crue (1,95 m à 1 m). Cette option augmente aussi l'amplitude de la marée à Saint-Louis. De plus, la zone de Gandiole ne connaît plus beaucoup d'écoulements et ne dépend pratiquement que des variations de la marée et des apports pluviométriques pour améliorer la qualité de ses eaux.

Aucune espèce végétale recensée au PNLB n'est rare. Par contre *Salicornia europea* (ou *Salicornia senegalensis*) a été signalée comme endémique au Sénégal par l'UICN.

Le PNLB accueille d'importantes colonies nicheuses de mouettes, sternes, goélands, hérons, aigrettes. Son îlot aux oiseaux accueille des Laridés, des Ardeidés et des limicoles. Certaines espèces se reproduisent sur place : mouettes à tête grise-*Larus cirrocephalus* (3 000 couples), goélands railleurs-*Larus genei* (2 000 – 3 000 couples), sternes royales-*Sterna maxima* (2 000 – 3 000 couples), sternes caspiennes-*Sterna caspia* (150 couples), sternes naines-*Sterna albifrons* (35 couples), aigrettes à gorge blanche-*Egretta gularis* (126 couples en 1998), sternes Hansel-*Sterna nilotica* en limite sud de son aire de reproduction (200 couples nicheurs) (DPN, 2010).

Le goéland d'Audoin-*Larus audouinii*, les sternes caugek- *Thalasseus sandvicensis* naine-*Sternula albifrons*, le Flamant rose- *Phoenicopterus roseus* et la spatule d'Europe- *Platalea leucorodia* y sont aussi recensées. Le site est également connu pour son importance pour le Balbuzard pêcheur (*Pandion haliaetus)* (DPN, 2010 a).

Du point de vue biologique, la population de poissons a varié avec la réduction des effectifs d'espèces d'eau douce et l'augmentation de celles d'eau saumâtre (COMPACT, ND)[10].

Les mammifères sauvages du PNLB sont représentés par le lièvre à oreille de lapin (*Lepus crawshayi*), l'écureuil fouisseur (*Xerus erythsopus*), le singe patas (*Erythrocebus patas*), la mangouste (*Herpestes ichneumon*), le rat palmiste (*Cricetomys gambianus*), la zorille commune (*Ictonyx striatus*), la genette commune (*Genetta genetta*) et le chacal commun (*Canis aureus*).

Deux espèces de mammifères marins fréquentent les eaux du PNLB depuis 2005 : le dauphin commun (*Delphinus delphis*) et le phoque moine (*Monachus monachus*) (DPN, 2010 a).

Les invertébrés du parc ne sont pas recensés. Mais on note la présence de mollusques, de crabes, de crevettes et d'insectes divers.

Les reptiles terrestres recensés sont le varan du Nil (*Varanus niloticus*), la vipère heurtante (*Bitis arietans*), la couleuvre (*Psammophis elegans*), le mamba noir (*Dendroaspis polylepsis*) et les tortues marines (la Tortue verte, *Chelonia mydas*, la Tortue caouanne, *Caretta caretta* et la Tortue luth, *Dermochelys coriacea*).

La faune ichtyologique du PNLB et de sa périphérie ne sont pas bien connues. 46 espèces marines, estuariennes et fluviales, réparties en 41 genres, ont été recensées.

Les espèces les plus abondamment pêchées dans l'estuaire sont les tilapias (*Sarotherodon melanotheron*), les mulets (surtout *Mugil Cephalus*), les ethmaloses (*Ethmalosa fimbriata*) et les machoirons (*Chrysichthys nigrodigitatus*).

Depuis l'ouverture du Canal de délestage, il est noté sur le bas delta d'une part, une réduction des quantités de poissons fluviaux (ethmalose, mulet) et des crevettes et d'autre part, une augmentation de la population de carpes.

Le parc compte un certain nombre de sites historiques, notamment le phare de pilotage, le quartier Balacos et le canon colonial de surveillance de l'embouchure (DPN, 2010 a).

Il est à noter qu'après les épisodes difficiles pour la faune et la flore durant les années de sécheresse, le statut de conservation de la biodiversité dans le Parc National de la Langue de Barbarie s'est nettement amélioré (Diouf, 2016)[11]

3. Parc National des Oiseaux du Djoudj

Le Parc National des Oiseaux du Djoudj (PNOD) se trouve dans la RBTDS et couvre une superficie de 16 000 ha)[12]. Son objectif de gestion à long terme est de préserver la biodiversité tout en prenant en compte les aspects socioéconomiques et les potentialités culturelles du site et de sa périphérie.

[10] COMPACT, ND., Projet de documentation et de diffusion des meilleures pratiques des projets COMPACT dans la Réserve de Biosphère transfrontière du delta du fleuve Sénégal (RBT). PIVF / PFEM, PNUD, UN Foundation, 54 p.

[11] Diouf P. S., 2016. Efficacité de gestion des Aires Protégées du Sénégal. UICN, 37 p.

[12] DPN, 2010b. Plan de Gestion du Parc National des Oiseaux du Djoudj (2010 – 2014). DPN, 67 p.

Le PNOD est classé :

- Zone humide d'importance internationale par la Convention de Ramsar sur les zones humides en 1977;
- Site du patrimoine mondial de l'UNESCO en 1981;
- Zone d'Importance pour la Conservation des Oiseaux (ZICO) par Birdlife international.

Par ailleurs, ce parc constitue un des noyaux de la RBTDS. Cependant, à cause de la dégradation de ses caractères écologiques fondamentaux du fait de la prolifération de *Salvinia molesta*, le PNOD a été inscrit en 2000 sur le registre de Montreux (Convention de Ramsar) et sur la liste du Patrimoine Mondial « en péril » de l'UNESCO. Il est sorti de cette dernière en 2006, et son retrait du registre de Montreux a été effectif en 2009 (DPN,2010b). Le problème de la prolifération de *Salvinia molesta* a été résolu par la lutte biologique et une meilleure gestion du niveau de l'eau dans le Parc.

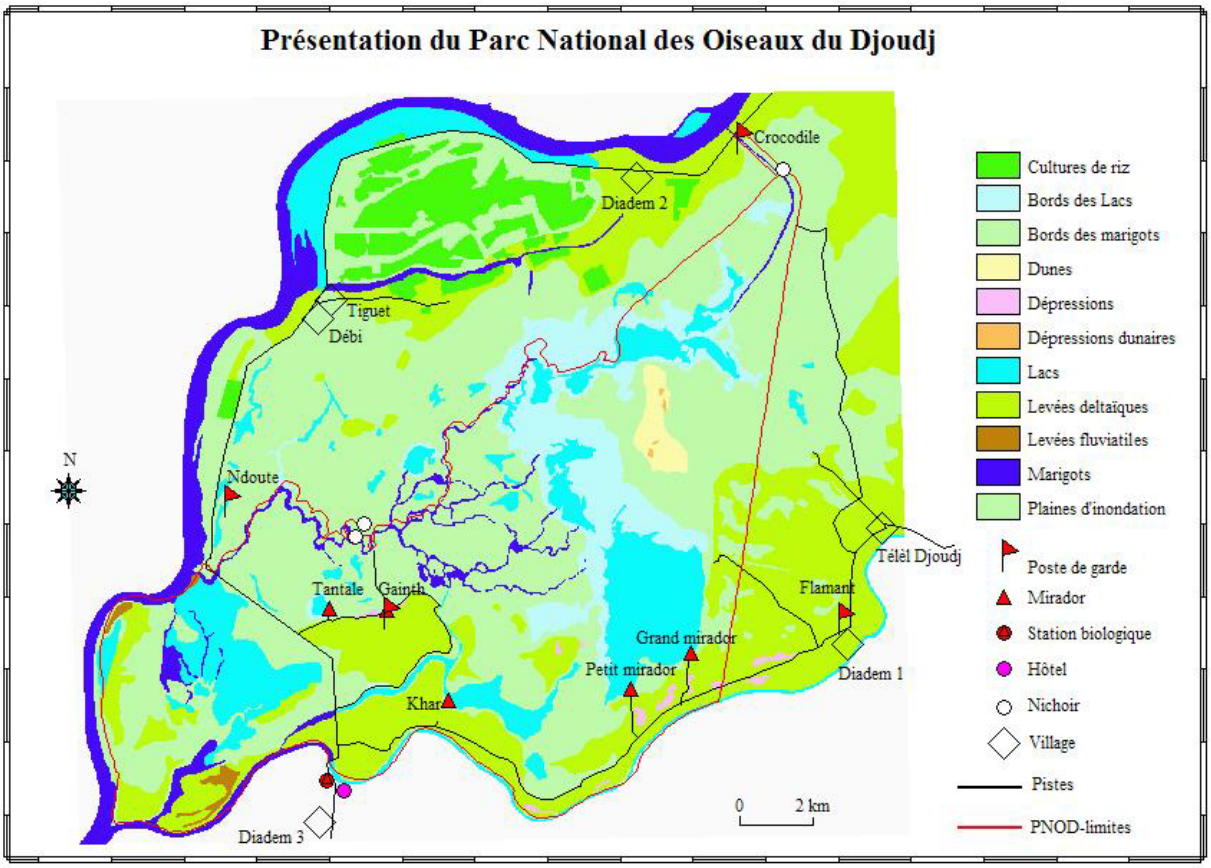


Figure 3 : Parc National des Oiseaux du Djoudj

Le climat est très proche de celui du Parc National de la Langue de Barbarie.

Deux régimes hydrologiques se sont succédés dans le delta du fleuve Sénégal (le régime naturel et le régime après-barrages) et ont alternativement marqué le fonctionnement du PNOD.

Le système ainsi artificialisé se traduit par la régularisation de la crue, le soutien à l'étiage durant la saison sèche, le contrôle des écoulements dans les terres du Delta et leur protection contre les intrusions de la langue salée. Ces modifications majeures ont eu pour effet la prolifération des végétaux aquatiques au niveau de la cuvette du Djoudj.

Les inondations consécutives à la mise en fonctionnement du barrage ont créé :

- De nombreux plans d'eau riches en faune piscicole;
- Des terres fertiles pour la culture du mil, du maïs et des légumes;
- Une végétation herbacée et dense sur les superficies asséchées, servant de fourrage aux troupeaux jusqu'à une période avancée de la saison sèche;

- D'importantes surfaces d'eau couvertes de nénuphars, nourriture d'appoint bien appréciée des populations;
- Une colonisation totale des plans d'eau peu profonds par Typha australis;
- Une colonisation des plans d'eau par de nombreuses espèces invasives, rendant nécessaire le développement d'une stratégie de contrôle basée essentiellement sur la lutte biologique.

La flore du PNOD est composée de 132 espèces appartenant à 99 genres et 48 familles. Elle est à dominante herbacée et est constituée pour plus de la moitié par des espèces annuelles. Les espèces herbacées et ligneuses pérennes y comptent pour une proportion non négligeable. La flore du PNOD est caractérisée par une forte présence d'espèces pantropicales, afro-asiatiques et cosmopolites au détriment des espèces strictement africaines. Le PNOD apparaît ainsi comme étant un site de haute biodiversité en raison de la diversité des écosystèmes dans une aire relativement réduite (Noba *et al.*, 2010)[13].

Dans les zones inondées on note des peuplements de *Typha australis, Sporobolus robustus, Phragmites vulgaris, Nymphaea lotus*, etc., bien représentés dans les grandes étendues marécageuses du parc.

Les berges exondées sont recouvertes d'un tapis herbacé (*Sporobolus*, cypéracées et graminées sp.).

L'avifaune est très diversifiée. 327 espèces ont été identifiées. Le site est d'importance internationale pour 15 à 20 espèces selon les années.

Le PNOD est, en Afrique de l'Ouest, l'une des zones d'hivernage les plus importantes pour les oiseaux migrateurs du paléarctique. La diversité des plans d'eau (mares, marigots et lacs) et la disponibilité de la nourriture favorisent le séjour pour de longues périodes (six mois) de nombreux oiseaux migrateurs. D'autres y font escale pour ensuite poursuivre leur route vers des quartiers d'hiver en Afrique Centrale ou du Sud.

Le PNOD s'avère être un site primordial pour le Phragmite aquatique *Acrocephalus paludicola* en danger d'extinction.

L'ichtyofaune est représentée par 92 espèces pour 26 familles, dont les plus diversifiées sont les Cichlidae (14 espèces), les Characidae (12 espèces) et les Bagridae (9 espèces).

La richesse ichtyofaunique du PNOD et sa périphérie se mesure à sa juste valeur si on rapporte le nombre d'espèces à la superficie des plans d'eau : 92 espèces pour une surface aquatique de 380 km^2 contre 116 espèces et 89 espèces pour respectivement l'estuaire du Saloum (29 700 km^2) et le fleuve Gambie (77 100 km^2).

La prolifération de plantes aquatiques (*Typha australis, Pistia stratiotes, Salvinia molesta*) constitue, à long terme, une menace pour le développement du phytoplancton et par conséquent pour le développement des peuplements de poissons. La prédation aviaire, à son tour, exerce une pression non négligeable sur les stocks.

En ce qui concerne les mammifères, des gazelles ont été réintroduites au PNOD en 1972 (7 Gazelles dorcas de la Mauritanie ; 3 Gazelles dorcas du parc zoologique de Hann et 4 Gazelles rufifrons du zoo de la Présidence) et en 1979 (2 Gazelles rufifrons du Maroc). Elles ont été relâchées dans le secteur de Tiguet (sud-ouest du Parc) où elles se sont bien reproduites. Mais avec la mise en service du barrage de Diama et la submersion permanente de leur aire écologique (secteur de Tiguet) par les eaux du fleuve Sénégal, elles semblent avoir déserté la zone. Les Gazelles dorcas d'observation courante jusqu'en 1985, sont rares.

Les phacochères sont régulièrement observés sur l'étendue du Parc, mais leur lieu de prédilection demeure les zones marécageuses. Leur nombre est encore indéterminé. Il semblerait toutefois qu'ils soient en nette augmentation.

Les Singes rouges ou patas communs circulent en bandes dans différents secteurs du Parc. La taille de la population et le nombre de bandes sont indéterminés.

Le Chacal dont l'effectif est considéré comme important n'a pas fait l'objet de recensement. Les informations sur l'écologie de cette espèce restent vagues.

[13] Noba N., Mbaye M. S., Coundoul M., Kane A., Hane P. D., Ba N., Mbaye N., Guissé A., Ngom M., Amadou F., Ba T., 2010. La flore du Parc national des oiseaux de Djoudj – une zone humide du Sénégal. Sécheresse 21 (1) : 71-78.

Le Caracal et le Chat de Libye, de mœurs nocturnes très discrètes sont présents au PNOD, mais ni leur écologie, ni leur habitat n'ont été étudiés.

La Genette, la Civette et la Mangouste ichneumon sont présentes. La présence permanente de l'eau occasionnée par le barrage devrait favoriser leur épanouissement.

Le Porc-épic est observé en plein jour dans le secteur de Flamant, à l'est du parc, pour la première fois en 1993. Sa présence est surtout signalée par quelques indices (rejets des piquants).

Le Lamantin, mammifère aquatique, a beaucoup souffert de la sécheresse et du manque d'eau dans le Parc de 1979 à 1983. Jusqu'en 1987, l'effectif était limité à 4 sujets : deux individus présents dans les eaux du PNOD lors de la création du parc, un troisième en provenance du lac de Guiers, introduit en 1975 et un jeune né dans le Parc. Des prospections en cours font encore état de la présence de lamantins dans le fleuve. Ils arrivent jusqu'aux ouvrages d'admission d'eau dans le parc qui les empêchent de continuer.

4. L'Aire Marine Protégée de Saint-Louis

L'Aire Marine Protégée (AMP) de Saint-Louis a été créée par le Décret présidentiel n° 2004-1408 du 04 novembre 2004. Elle couvre une superficie de de 496 km² (49 600 ha) et est située dans le département de Saint-Louis, sur la façade maritime de la Commune de Gandon (limite Est de l'AMP), et la Commune de Saint-Louis dans l'arrondissement de Rao, sur la Langue de Barbarie entre l'ancienne embouchure du fleuve Sénégal et le quartier pêcheur de Guet-Ndar (Ndong *et al.*, 2010[14], COMPACT, ND[15]). L'objectif de l'AMP de Saint-Louis est de contribuer à la conservation de la biodiversité, à l'amélioration des rendements de la pêche et à l'augmentation des retombées socioéconomiques des populations.

Les objectifs spécifiques en sont :

- Conserver les habitats et les espèces;
- Améliorer les conditions de vie des populations locales;
- Promouvoir l'éducation environnementale et la sensibilisation du public;
- Améliorer l'efficacité de la gestion de l'AMP (DAMPC, 2014)16.

Le climat est de type sahélien. Deux saisons principales marquent le régime climatique : une saison sèche marquée par une circulation de l'alizé et une saison des pluies. L'évolution des températures maximales moyennes mensuelles est bimodale ; tandis que celle des températures minimales mensuelles est unimodale.

Les vents qui induisent les phénomènes d'upwellings, jouent un rôle important dans les processus physiques, chimiques et biologiques et conditionnent beaucoup d'activités humaines.

L'AMP de Saint-Louis, abrite de nombreux habitats qui constituent des zones de refuge, de frai et de nourricerie, principalement pour des espèces démersales et benthiques (Sarr, 2015)[17]. C'est le cas en particulier du lieu localement appelé « Xerwu reywi» où se déroule l'essentiel des activités de pêche à l'intérieur de l'AMP. Ce site est la zone de prédilection des pêcheurs aux filets dormants du fait de sa richesse en poisson, favorisée par la présence de rochers (Ndong *et al.*, 2010).

Les ressources biologiques de l'AMP de Saint-Louis, très diversifiées, lui confèrent un important potentiel socio-économique.

La flore de l'AMP est caractérisée par une vaste étendue de vasières où se développent des herbiers dominés par les zostères (*Zostera noltii*) et les cymodocées qui présentent un réseau alimentaire complexe. De façon générale, la productivité primaire phytoplanctonique et celle du complexe herbier- épiphyte au large de Saint-Louis sont

[14] Ndong M. S., Diop N., Kane A., Coly A., Diédhiou A. A., et Diallo I., 2014. Plan d'aménagement et de Gestion de l'Aire Marine Protégée de Saint-Louis. DAMCP, 40 p.

[15] COMPACT, ND., Projet de documentation et de diffusion des meilleures pratiques des projets COMPACT dans la Réserve de Biosphère transfrontière du delta du fleuve Sénégal (RBT). PIVF / PFEM, PNUD, UN Foundation, 54 p.

[16] DAMPC, 2014. Plan d'aménagement et de Gestion de l'Aire Marine Protégée de Saint-Louis – Révision 2014-2018, DAMPC / Tropis / Idev, 40 p.

[17] Sarr M., 2015. Rapport de suivi écologique de l'AMP de Saint-Louis en saison froide, mars 2015. Direction des Parcs Nationaux, 7 p.

encore mal connues et méritent d'être mieux quantifiées grâce à des études scientifiques et de suivis écologiques réguliers en fonction des saisons (Ndiaye Diop, 2013).

Au niveau de la Langue de Barbarie, les crabes représentent la partie la plus visible d'une faune benthique dense et diversifiée dont la composition spécifique et l'abondance sont encore insuffisamment connues. Elles envahissent l'estran par milliers en période de basse mer.

Des fluctuations d'abondance des poissons, liées à l'alternance des saisons froide et chaude et aux cycles de reproduction sont notées pour les espèces migratrices notamment les pélagiques comme la sardinelle. Par contre, il est constaté une forte diminution des stocks d'espèces démersales côtières du fait d'une surpêche liée à leur haute valeur commerciale (Ndong *et al.*, 2010) et à la dégradation de leurs habitats. La pêche des poissons fait partie des usages traditionnels les plus importants des habitants de la Langue de Barbarie surtout, depuis le déclin de la pêche fluviale à Saint-Louis.

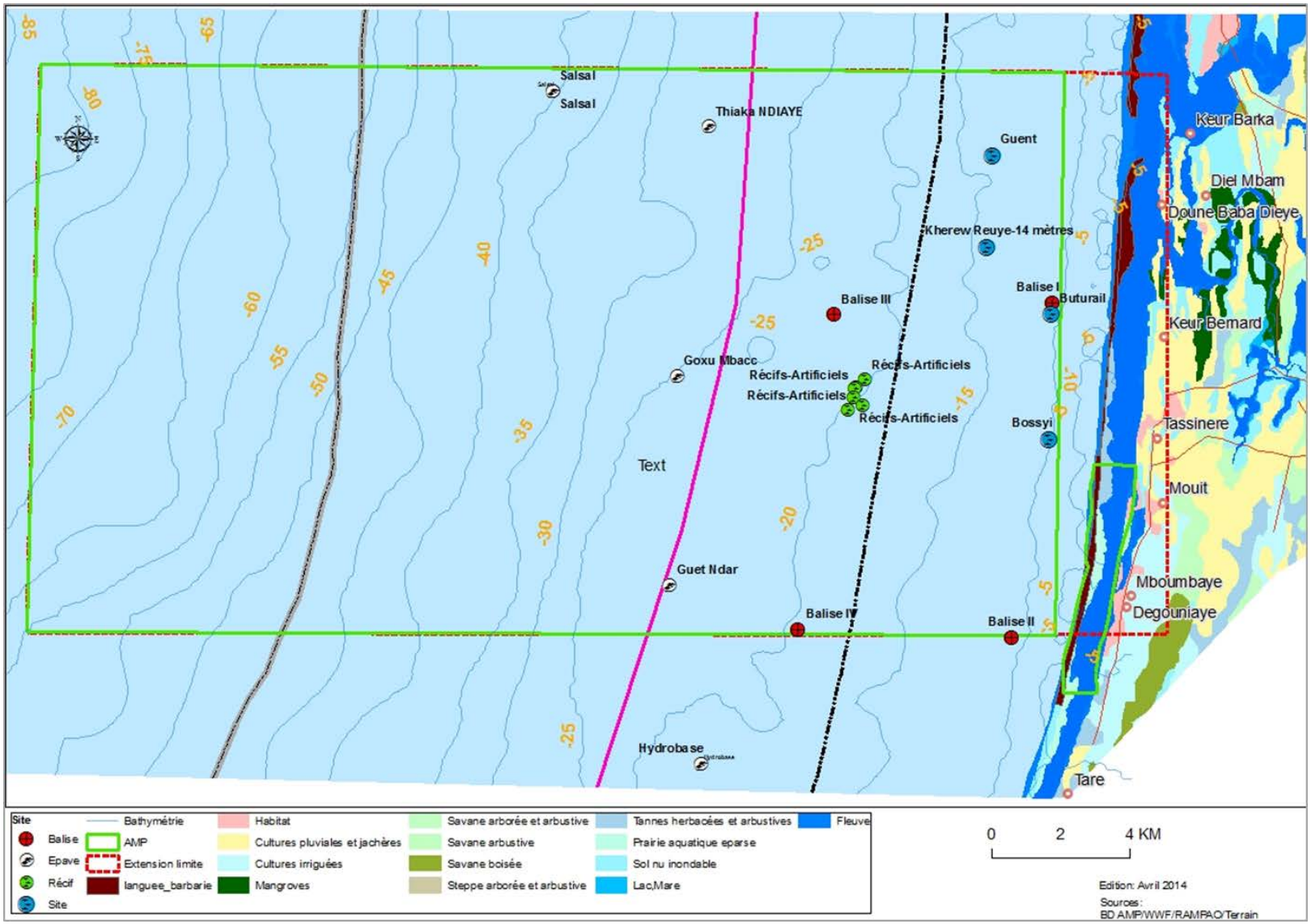


Figure 4 : Localisation de l'AMP de Saint-Louis (Source : Sarr, 2015)

En ce qui concerne les espèces démersales côtières, leur répartition est fortement tributaire de la nature des sédiments de fond (fond vaseux, vaso-sableux, et rocheux) et de la profondeur. Ces facteurs permettent de distinguer principalement trois communautés : la communauté à Sciaenidae, la communauté à Sparidae, la communauté du rebord du plateau.

Les observations en mer et les d'échouages accidentels de cétacés sur les plages de la Langue de Barbarie ont permis de constater la présence de baleines, du dauphin souffleur (*Tursiops truncatus*) et du phoque moine (*Monachus monachus*). Ces espèces sont classées par l'UICN comme « vulnérables » et menacés d'extinction (Ndong *et al.*, 2010 ; UICN, ND[18]).

Même si la façade atlantique de la Langue de Barbarie est un site de nidification des tortues marines, les pêcheurs avouent que la présence de celles-ci semble aujourd'hui anecdotique. L'échouage, les traces et/ou carcasses de quatre espèces ont été signalés :

- La tortue verte (*Chelonia mydas*), espèce herbivore, est la plus observée;
- La tortue à écailles imbriquées (*Erethmochelys imbricata*) se rencontre généralement dans les eaux peu profondes;
- La tortue luth (*Dermochelys coriacea*) est une espèce de haute mer qui ne se rapproche de la côte que tous les deux ans pour les besoins de la ponte;
- *Lepidochelys olivacea* et *Lepidochelys kempii*, sont les espèces les moins fréquemment observées.

L'AMP de Saint-Louis renferme des couloirs de migration des oiseaux impliquant également le Parc National de la Langue de Barbarie et le Parc National des Oiseaux du Djouidj. La présence d'ardéidae et de laridae en grand nombre a été favorisée par la formation de bancs de sable survenue suite au creusement du canal de délestage sur la Langue de Barbarie en 2003 (Ndong *et al.*, 2010).

5. La Réserve Spéciale de Faune de Guembeul

La Réserve Spéciale de Faune de Guembeul (RSFG) a été créée en 1983 par le décret 83550. Elle couvre une superficie de 720 ha avec un périmètre de 12 km entièrement clôturé. A l'intérieur de la réserve, il y a une cuvette de 340 ha qui héberge plusieurs espèces d'oiseaux. Cette cuvette divise la réserve en deux zones adjacentes.

En 1986, cette réserve a été classée Site Ramsar, zone humide d'importance internationale. En effet la cuvette de la RSFG constitue l'un des plus importants sites de nidification et d'alimentation des limicoles et des flamants roses. Elle abrite aussi l'une des plus fortes concentrations au monde d'avocette (*Recurvirostra avocetta*) (DPN, 2010 c)[19].

Depuis 2005, la RSFG fait partie des noyaux centraux de la Réserve de Biosphère Transfrontalière du Delta du Fleuve Sénégal (RSFG, 2016)[20].

L'objectif de gestion de la Réserve Spéciale de Faune de Guembeul est de préserver et restaurer la biodiversité tout en prenant en compte les aspects socioéconomiques du site et de sa périphérie.

Le climat est de type sahélo-soudanien avec une pluviométrie qui oscille entre 200 à 300 mm de pluie par an. Le sol est sablonneux hydromorphe, mais halophile le long de la cuvette.

Les températures varient entre 21°C et 24°C de décembre à mai et de 25°C à 29°C d'avril à novembre. Les amplitudes thermiques faibles et les températures clémentes tout au long de l'année sont une conséquence de l'influence océanique (RSFG, 2016).

[18] UICN, ND. La liste rouge des espèces menacées de l'UICN. UICN, 2 p.

[19] DPN, 2010 c. Plan de Gestion De la Réserve Spéciale de Faune de Guembeul (2010 – 2014). DPN, 67 p.

[20] RSFG, 2016. Template de la situation de référence de la réserve spéciale de faune de Guembeul (RSFG). DPN /RSFG, 7 p.

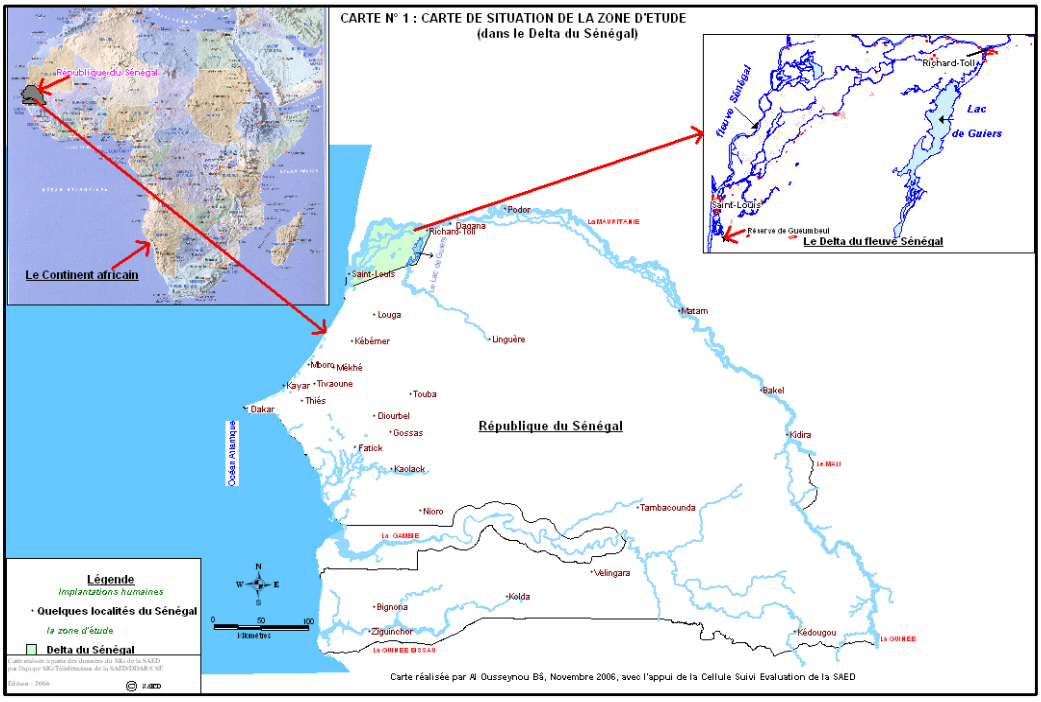


Figure 5 : Localisation de la Réserve Spéciale de Faune de Guembeul

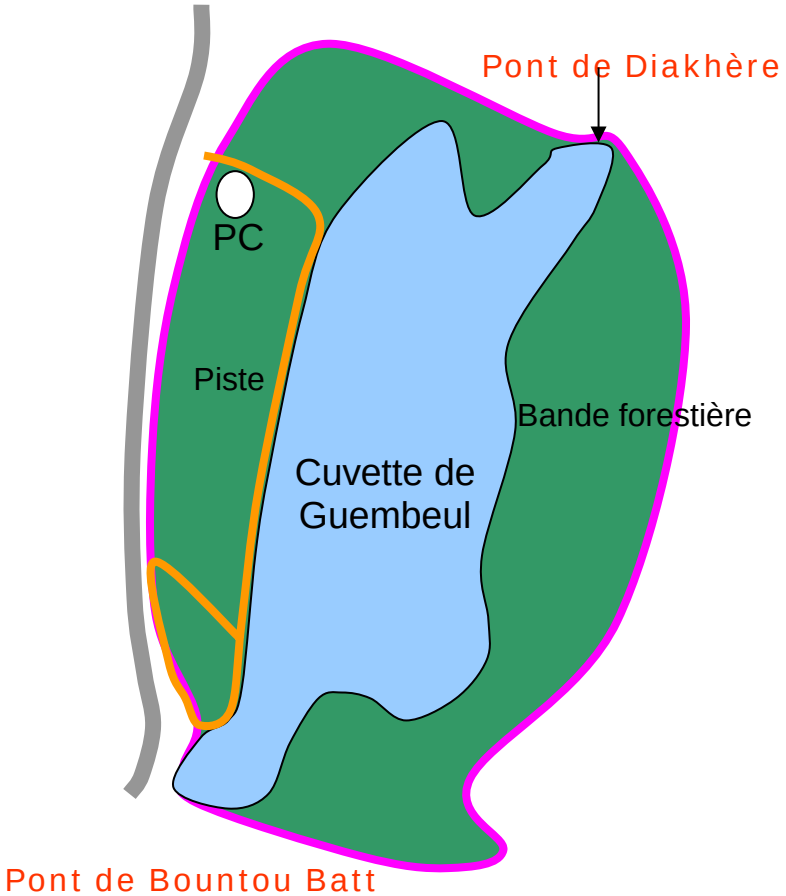


Figure 6 : Carte de la Réserve avec la cuvette

La RSFG et sa périphérie appartiennent à l'extrême nord de l'écosystème des Niayes, qui s'étend sur près de 180 km, de Dakar à Saint-Louis, sur la frange atlantique nord de la côte sénégalaise. Avec une largeur qui varie entre 30 et 35km, les Niayes se caractérisent par une succession de dunes et de dépressions inter dunaires situés sur une nappe affleurante. Telles des éponges, ces zones humides se gorgent d'eau de pluie puis la régurgitent progressivement pendant la saison sèche (RSFG, 2016).

Les effets du barrage de Diama vont de l'inondation des terres, à la salinisation des eaux des sols, à la diminution de l'approvisionnement de la mangrove en eau douce et à la disparition de certaines espèces de poissons.

Les cuvettes ne sont donc plus alimentées par l'eau douce du fleuve. Les eaux sont saumâtres voire très salées pendant certains moments de l'année.

Durant ces sept mois, la mangrove est totalement sous les eaux salées. Cette situation conduit à une forte mortalité de la mangrove, qui est la zone de frayère des huîtres, des langoustes et des crevettes.

La végétation, de type sahélien, est largement dominée par les épineux. Elle est constituée de deux strates : la strate herbacée et la strate arbustive (DPN, 2010 c).

- La strate herbacée

La végétation herbacée est constituée de nombreuses espèces telles que : *Sporobolus festivus, Eragrostis tenella, Dactyloctenium aegyptium, Microchloa indica, Digitaria ciliaris, Echinocholoa obtusiflora, Cenchrus biflorus, Pennisetum pedicellatum, Setaria barbata, Eleusine indica …* La strate herbacée est dominée par *Cenchrus biflorus* (cram-cram). Le *Cenchrus biflorus* se rencontre dans les zones sableuses. La plupart des autres espèces occupent les zones salées. Il s'agit, notamment de *Salicornia europea* qui borde les cuvettes.

- La strate arbustive

Elle est constituée de quatre types d'espèces : les espèces parasites, les espèces introduites, les espèces des milieux salés et les espèces des milieux non salés. Cette strate ligneuse est dominée par *Acacia, Prosopis* et *Salvadora persica*.

La faune de la RSFG est riche et variée et répartie en faune autochtone et en faune réintroduite (DPN, 2010 c).

- Faune autochtone

La faune autochtone est composée de phacochères (*Phacochoerus aethiopicus*), de singes rouges (*Erythrocebus patas*), de tortues terrestres (*Geochelone sulcata*), de mangoustes, de renards pales, genette, les reptiles et en partie les oiseaux etc.

La Tortue terrestre était très prisée par les habitants du Gandiolais pour sa chair et c'est ce qui a conduit à son quasi-extermination. Ce phénomène a été aggravé par la sécheresse des années 70. Un programme de préservation de l'espèce a été lancé au niveau de Sangalkam (Réserve Noflaay) et de la RSFG.

- *Faune réintroduite*

La faune réintroduite est très hétérogène et composée d'animaux sauvages, qui avaient disparu ou qui sont menacées d'extinction dans cette partie du Sahel depuis les années 50. Ces espèces sont des herbivores comme la gazelle (*Gazella dama mhorr*), l'Oryx (*Oryx algazelle*) auxquels on peut ajouter les tortues terrestres (*Centrochelys sulcata*).

Depuis 1984, la RSFG a reçu un troupeau de (07) sept gazelles dama mhorr offert par le Royaume d'Espagne. La réintroduction de ces gazelles, dans la zone, est la première du genre dans cette partie Nord du Sénégal. Les conditions favorables du milieu ont permis une bonne adaptation de ces individus qui se sont bien reproduits.

Les *Oryx algazelle* avaient disparu de la zone depuis 1950. Elles sont en élevage dans la réserve depuis 1999. Cette réintroduction représente la seconde après celle des gazelles dama mhorr. C'est à travers la collaboration entre le Gouvernement du Sénégal et les Gouvernements d'Israël et de France dans le domaine de l'environnement que celle-ci a eu lieu. La population initiale était de (08) huit et provenait de la réserve de Haï Bar en Israël. Les Oryx se sont multipliés grâce à une bonne adaptation dans le milieu.

Les gazelles dorcas réintroduites en Avril 2007 avec un effectif de 20 individus dont 06 mâles et 14 femelles, connaissent également une bonne adaptation (DPN, 2010 c).

Les addax (*Addax nasomaculatus*), appartenant à la famille des bovidés ont été introduits dans la réserve le 17 décembre 2006 en provenance de Mountain View Farms (Canada), avec un effectif de six (6) dont trois (3) mâles et trois (3) femelles. Ce sont des antilopes de couleur blanche avec des longues cornes (65-109 cm), de taille moyenne (105-115 cm) et pouvant atteindre un poids de 70 à 150 kg. Ils ont connu un léger retard de reproduction, car la première naissance date du 02 Janvier 2010. Il faut signaler que cette espèce n'a jamais existé au Sénégal (DPN, 2010 c).

La cuvette de Guembeul est une zone éco-géographique qui abrite de fortes colonies d'oiseaux. Il s'agit d'une population composée de deux groupes : les espèces éthiopiennes et les espèces migratrices.

Les espèces éthiopiennes sont celles qui se reproduisent sur le continent africain. Elles sont représentées par le Pélican gris, le Pélican blanc et le Flamant nain. Il s'y ajoute le Flamant rose et surtout des espèces d'origine européenne. Lorsque la lagune est en eau, elle représente le site-dortoir le plus important de l'ensemble du delta pour la Spatule eurasienne. Des individus de la sous-espèce du Banc d'Arguin y ont également été observés. L'autre espèce emblématique est l'Avocette dont les rassemblements locaux se sont effondrés depuis que la brèche a été ouverte dans la Langue de Barbarie (DPN, 2010 c).

- *Les ressources aquatiques*

La cuvette de Guembeul, alimentée en eau par les crues du fleuve Sénégal, représente presque les 1/3 de la superficie de le RSFG. La pêche est autorisée aux extrémités de la cuvette, loin des zones de nidification de l'avifaune. Son niveau d'eau est régulé par un système de vannes métalliques, situées à chaque extrémité de la cuvette. On rencontre les Tilapies (*Tilapia zillii, Tilapia dageti* et *Sarotherodon melanotheron*), les mulets, *Chrysichthys nigrodigitatus, Elops lacerta*, l'ethmalose et très faiblement la crevette blanche, les silures, *Alestes baremoze*, les mâchoirons. Le polyptère (*Polypterus senegalus*) n'est plus observé et l'huître et la coque ont disparu. La barrière constituée par l'ouvrage de remplissage des marigots, l'augmentation de la salinité et la disparition des mangroves sont les principales causes de ces pertes de biodiversité et de productivité. Ces phénomènes sont liés à la construction du barrage de Diama et à la péjoration croissante du climat (DPN, 2010 c).

6. Cadre juridique et institutionnel

6.1. Les Parcs et les Réserves sous la tutelle de la Direction de Parcs Nationaux

Les parcs nationaux et les réserves qui relèvent de la Direction des Parcs Nationaux du Sénégal, sont sous la tutelle du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable. Ils sont essentiellement régis au niveau national par deux textes de loi à savoir : le Code de la Chasse et de la Protection de la Faune et le Code Forestier. En plus de ces deux textes, ils disposent souvent d'un règlement intérieur. Certaines dispositions des codes de l'Environnement et de l'Eau sont également applicables à la gestion des parcs et des réserves.

Au plan international, le Sénégal a ratifié un certain nombre de conventions en rapport avec la gestion des aires protégées dont les plus importants sont :

- Convention d'Alger ou convention africaine sur la conservation de la nature et des ressources naturelles, Alger, 1968;
- Convention de Ramsar relative aux zones humides d'importance internationale particulièrement comme habitats d'oiseaux d'eau (Ramsar, 1971);
- Convention de Paris relative à la protection du patrimoine mondial, culturel et naturel (Paris, 1972);
- Convention de Washington sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES, Washington, 1973);
- Convention de Bonn (CMS) sur la conservation des espèces migratrices (Bonn, 1979);
- Convention de Berne sur la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Berne, 1979);
- Convention d'Abidjan sur la coopération en matière de protection et de mise en valeur du milieu marin et des zones côtières de l'Afrique de l'ouest et du centre (Abidjan, 1981);

- Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (Montego Bay, 1982);
- Convention sur la diversité biologique (Rio, 1992);
- Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (Rio, 1992).

Selon la loi n°2013-10 du 28 décembre 2013 portant Code général des collectivités locales, la zone périphérique des Parcs et des réserves appartient à la zone de terroir, placée sous la compétence de la Commune (article 305).

Conformément aux orientations définies par l'Etat, les collectivités locales peuvent, dans le cadre de leurs compétences, définir des options en matière de gestion des ressources naturelles et de l'environnement.

L'organe de gestion des parcs et des réserves est constitué du conservateur, qui coordonne l'ensemble des activités qui se déroulent dans l'aire protégée. Il est assisté d'un adjoint, d'un personnel administratif et technique spécialisé (comptable, chauffeurs, techniciens, infirmiers, etc.

Le conservateur assure le Commandement de l'aire protégée, gère les interfaces entre celle-ci et les zones périphériques, et assure les fonctions de relation publique.

La démarche de gestion des parcs et réserve centrée au début essentiellement sur la protection, a progressivement évolué pour accorder une place importante à une approche participative grâce notamment à la stratégie d'implication des populations riveraines initiée par la Direction des Parcs Nationaux au début des années 90.

6.2. Les Aires Marines Protégées

Le cadre légal régissant la gestion des AMP est relatif au régime juridique du Domaine Public Maritime et au régime juridique de la pêche maritime.

La loi 76-66 du 02 Juillet 1976 portant Code du domaine de l'État définit le statut juridique de la zone géographique érigée en AMP en inscrivant dans les composantes du domaine public naturel la mer territoriale (art 5a), soit 200 miles (370 km) à partir des lignes de base : c'est le domaine maritime, imprescriptible et inaliénable de par sa nature. Le code du domaine de l'État dispose dans son article 20 alinéa 1 que « Nul ne peut sans autorisation délivrée par l'autorité compétente, occuper ou exploiter une dépendance du domaine public ou l'utiliser dans les limites excédant le droit d'usage qui appartient à tous sur les parties de ce domaine affecté au public ».

La loi n° 2015-18 portant Code de la pêche maritime et son décret d'application (n° 2016-1804) constituent les principaux instruments nationaux en matière de réglementation de la pêche maritime. Le code s'applique à toutes les activités de pêche qui s'exercent dans les eaux maritimes sous juridiction sénégalaise.

En son article 14, le Code de la pêche stipule que l'Etat adopte une approche de gestion intégrée fondée sur l'écosystème, incorporant des objectifs de conservation en vue d'assurer la viabilité des espèces et des habitats critiques pour le renouvellement des ressources halieutiques ou l'accroissement de la productivité halieutique dans les zones de pêche des eaux maritimes sous juridiction sénégalaise.

Il précise, en son article 15 que, les mesures de gestion et de conservation des écosystèmes marins sont prises sur la base d'avis scientifiques et techniques. En cas de besoin, d'autres services de l'Etat sont associés aux processus de création et de mise en œuvre. Les organisations des professionnels du secteur, les communautés de la pêche maritime et, éventuellement d'autres acteurs concernés peuvent être associés aux processus d'élaboration et de mise en œuvre de ces mesures.

Le code de la pêche, en son article 16, donne le pouvoir au Ministre chargé des pêches maritimes de créer des Aires Marines Protégées en ces termes : aux fins de mettre en œuvre l'approche de gestion intégrée fondée sur l'écosystème, le Ministre chargé de la pêche maritime est habilité à créer des espaces maritimes protégés, des dispositifs de concentration de poissons, des récifs artificiels et tout autre système pouvant participer à la gestion et à la conservation des écosystèmes marins.

Les modalités de mise en place et d'organisation de la gestion des espaces maritimes protégés, des dispositifs de concentration de poissons et des Récifs artificiels sont fixées par arrêté du Ministre chargé de la pêche maritime.

Dans la sous-section 2, intitulée « les espaces maritimes protégées », le code définit espaces maritimes protégés de la manière suivante : Les espaces maritimes protégés sont des zones délimitées géographiquement pour permettre le libre jeu des processus, des services et des fonctions écologiques des habitats et des espèces en vue d'assurer la conservation et l'utilisation durable des ressources halieutiques qui s'y trouvent.

En ce qui concerne le cadre institutionnel, le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable et le Ministère de la pêche et de l'Économie Maritime sont les principales institutions publiques impliquées dans le processus de création et de gestion des AMP. Les ministères chargés de l'environnement et de la pêche définissent les grandes orientations du processus sur la base des politiques nationales en matière de conservation de l'environnement et de développement socio-économique. Ils ont également autorité à décider au final, de l'adoption ou non des mesures préconisées à l'issue dudit processus (Sarr, 2005).

L'administration des AMP relève aujourd'hui de la Direction des Aires Marines Communautaires Protégées (DAMCP) créée en 2012 sous la tutelle du ministère de l'environnement. Cette direction est représentée par le Conservateur (autorité administrative) et son équipe appuyée par la Direction de la Protection et de la Surveillance des Pêches (DPSP) à travers l'agent du Service Régional des Pêches et de la Surveillance Maritime (SRPSM) membres du Comité de Gestion.

Dans les AMP, pour la définition et la mise en œuvre de règles de gestion concertées, il est mis sur pied deux organes de gestion : l'Assemblée Générale (AG) et le Comité de Gestion (CG) qui agissent sous le contrôle et la direction du Conservateur.

Ces instances appliquent un régime de cogestion qui associe les différentes parties prenantes impliquées dans la création de l'AMP avec l'appui de plusieurs partenaires comme des établissements scientifiques, des organisations internationales et des organisations locales.

L'Assemblée Générale (AG) est l'organe suprême du système de gestion participative des espaces et ressources naturelles de l'AMP. C'est l'instance qui défend les intérêts de l'AMP vis à vis des autorités et des utilisateurs extérieurs, qui réfléchit et décide sur les questions qui dépassent les intérêts propres des populations, incluant ainsi les projets d'investissement communs. Il adopte des politiques qui sauvegardent les intérêts collectifs des parties prenantes et prend des décisions sur des questions non résolues au niveau des autres instances de décision. L'AG se réunit ordinairement une fois par an. Le quorum est constitué par la majorité absolue des membres. Les décisions sont prises, si possible par consensus, et en cas d'impossibilité de l'obtenir, par la majorité des membres présents.

Le Comité de gestion est l'organe exécutif du système et la principale instance de décision de l'AMP. C'est en son sein que sont débattues et "affinées'' les questions importantes inhérentes au processus de gestion participative de l'AMP, comme la surveillance, l'application de sanctions… C'est aussi cet organe qui analyse les propositions d'initiatives de développement durable associées au processus de cogestion qui seront soumises à l'AG. Le Comité de Gestion travaille en association avec tous les acteurs présents dans l'AMP. Il crée les conditions de la démarche intégrée en constituant un lieu d'échange, d'information et de réflexion sur les problématiques de l'AMP et l'évolution de l'environnement marin.

Les compétences du CG sont les suivantes :

- Réalisation du zonage participatif de l'AMP;
- Définition des engins de pêche devant être utilisés dans l'AMP;
- Gestion des conflits entre les différents groupes socio-professionnels;
- Élaboration, adoption et application du règlement intérieur consensuel fixant les conditions d'accès aux ressources;
- Responsable de la gestion quotidienne de l'AMP;
- Évaluation de l'efficacité des mesures de gestion proposées;
- Approbation et suivi des contrats de gestion entre les différentes parties prenantes et les services de conservation;
- Élaboration du Plan de Travail Annuel (PTA).

Pour le traitement sectoriel de toutes ces questions, les AMPs s'est dotées de manière consensuelle d'un bureau exécutif et de commissions techniques réparties comme suit : un comité de règlement des conflits, un comité de surveillance et un comité de communication (DAMPC, 2014)[21].

[21] DAMPC, 2014. Plan d'aménagement et de Gestion de l'Aire Marine Protégée de Saint-Louis – Révision 2014-2018, DAMPC / Tropis / Idev, 40 p.

Conclusion

Au terme de la revue des Aires protégées de la partie nord du littoral du Sénégal, il ressort les faits suivants :

- Les aires protégées correspondent à des zones de haute biodiversité, d'une importance à la fois locale, nationale et internationale;
- Elles constituent de véritables leviers de développement et de lutte contre la pauvreté;
- Plusieurs menaces à la fois anthropiques et naturelles pèsent sur ces milieux.

Il est indispensable, de préserver ces milieux et de mieux impliquer les différents acteurs, notamment les communautés, le secteur privé, les collectivités locales, les élus locaux, les services techniques et la société civile dans leur gestion. Ceci permettra de mieux prendre en compte les différents intérêts parfois antagonistes des groupes d'intérêts et d'anticiper sur les potentielles agressions ou atteintes de ces milieux d'une importance capitale pour la biodiversité et la vie sociale et économique des populations riveraines.

ANNEXE G : DONNÉES COMPLÉMENTAIRES À L'ÉTAT DE RÉFÉRENCE DU MILIEU BIOPHYSIQUE

Annexe G
Données complémentaires à l'état de référence du milieu biophysique

CONTENU DE L'ANNEXE

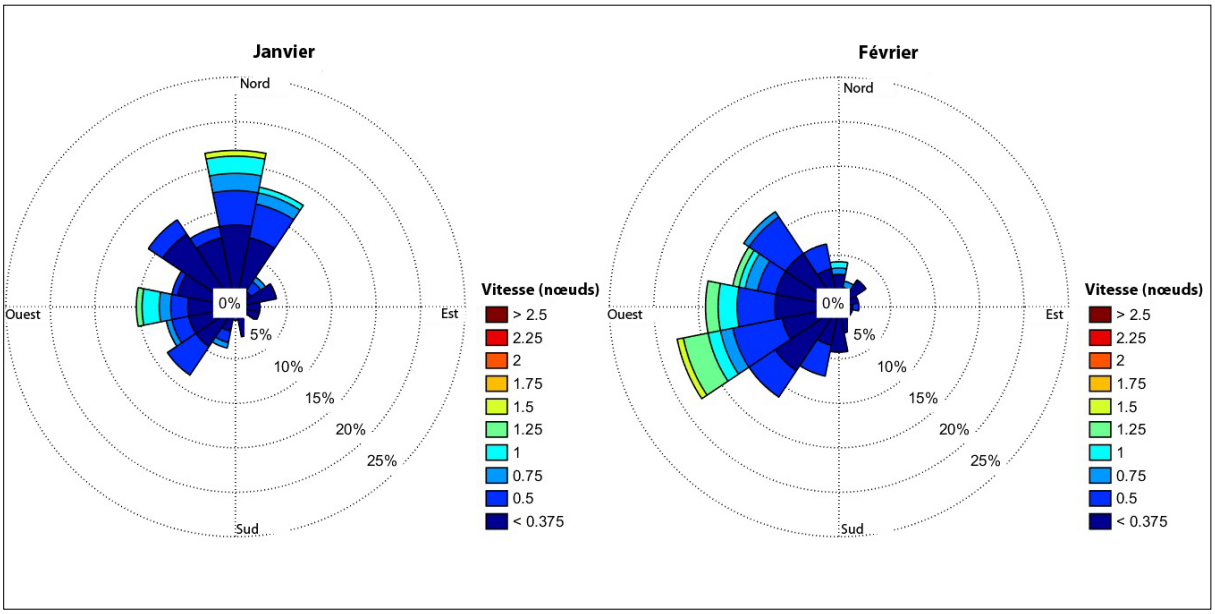
La présente annexe fournit des données complémentaires compilées à partir de l'examen de publications évaluées par des pairs, de la documentation parallèle et des rapports non publiés disponibles qui étayent le chapitre 4 du rapport d'EIES, consacré à la description de l'environnement hôte.

Les documents ci-dessous portent sur plusieurs composantes des milieux physique, chimique et biologique et sont présentés dans les sous-sections suivantes :

- G-1 Océanographie
- G-2 Ichtyoplancton
- G-3 Zooplancton
- G-4 Poissons
- G-5 Oiseaux marins et côtiers
- G-6 Mammifères marins
- G-7 Tortues de mer
- G-8 Caractérisation des lignes côtières
- G-9 Mammifères marins, tortues de mer et son anthropique
- G-10 Paramètres d'échantillonnage de l'eau de mer et des sédiments
- G-11 Références

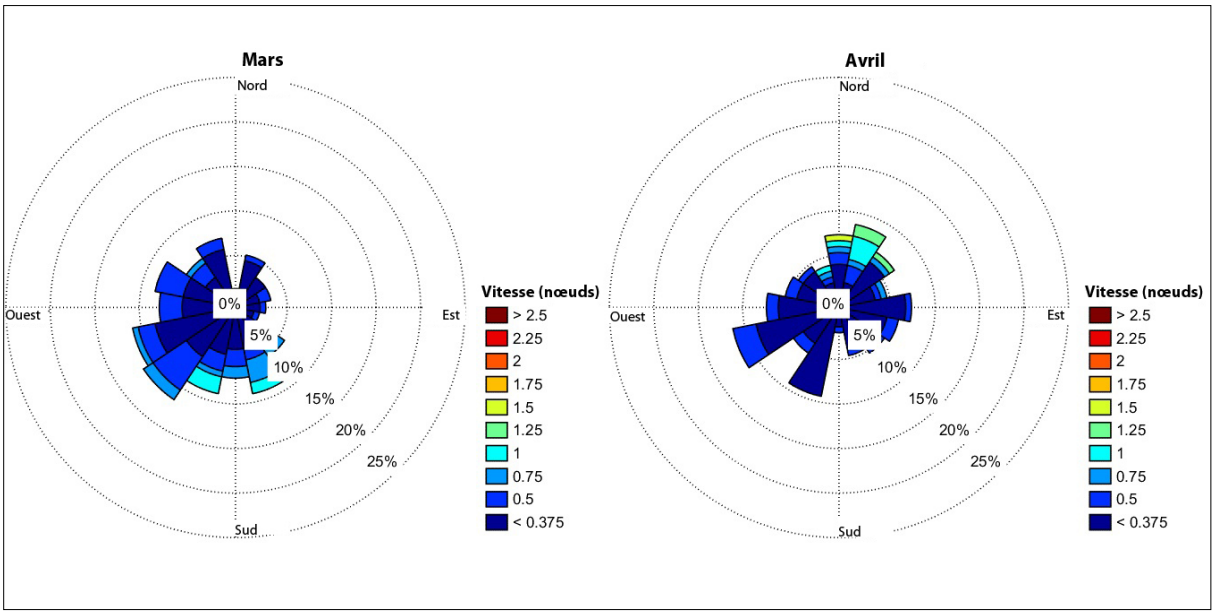
G-1 Océanographie

Les vitesses des courants et les vecteurs de direction pour la zone offshore, par regroupements de 2 mois, sont présentés sur les figures G-1 à G-6.



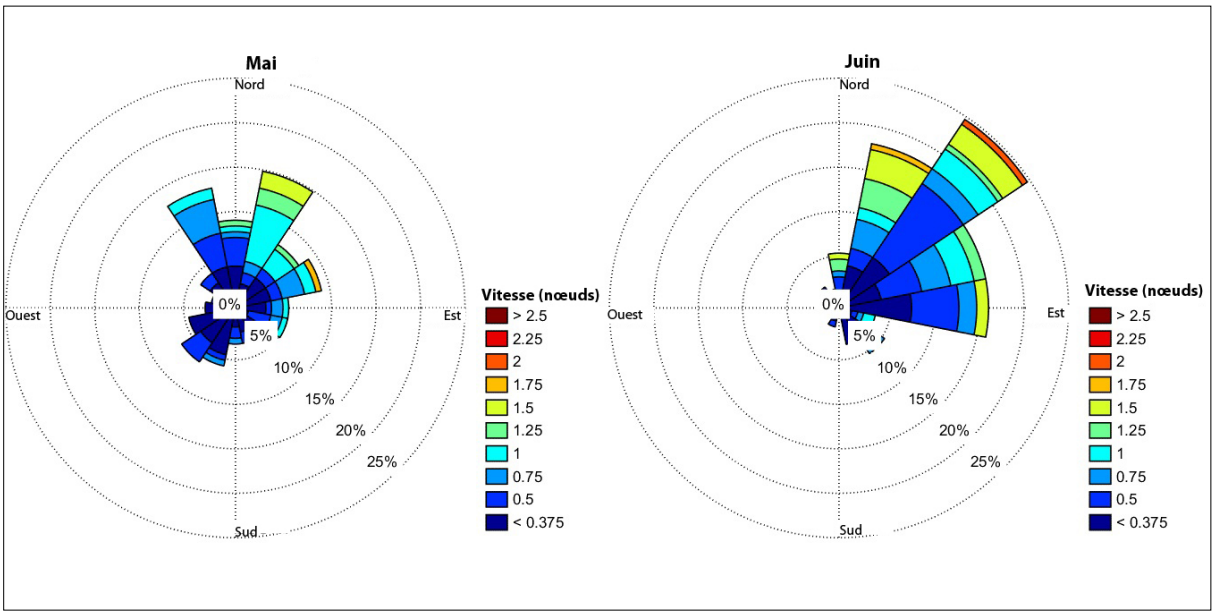
(source : Horizon Marine, Inc., 2015)

Figure G-1 Distribution de la vitesse et de la direction du courant de surface dans la zone offshore (15.57° N, 17.61° O) selon les données provenant du modèle de circulation globale HYCOM (Hybrid Coordinate Ocean Model) pour janvier et février



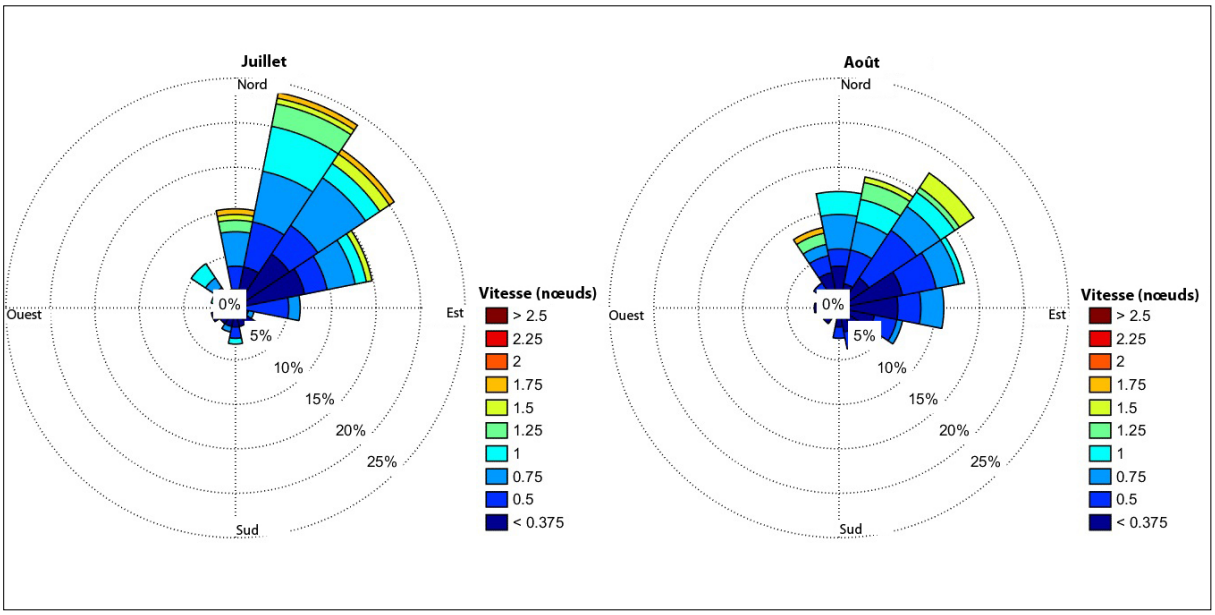
(source : Horizon Marine, Inc., 2015)

Figure G-2 Distribution de la vitesse et de la direction du courant de surface dans la zone offshore (15.57° N, 17.61° O) selon les données provenant du modèle de circulation globale HYCOM (Hybrid Coordinate Ocean Model) pour mars et avril



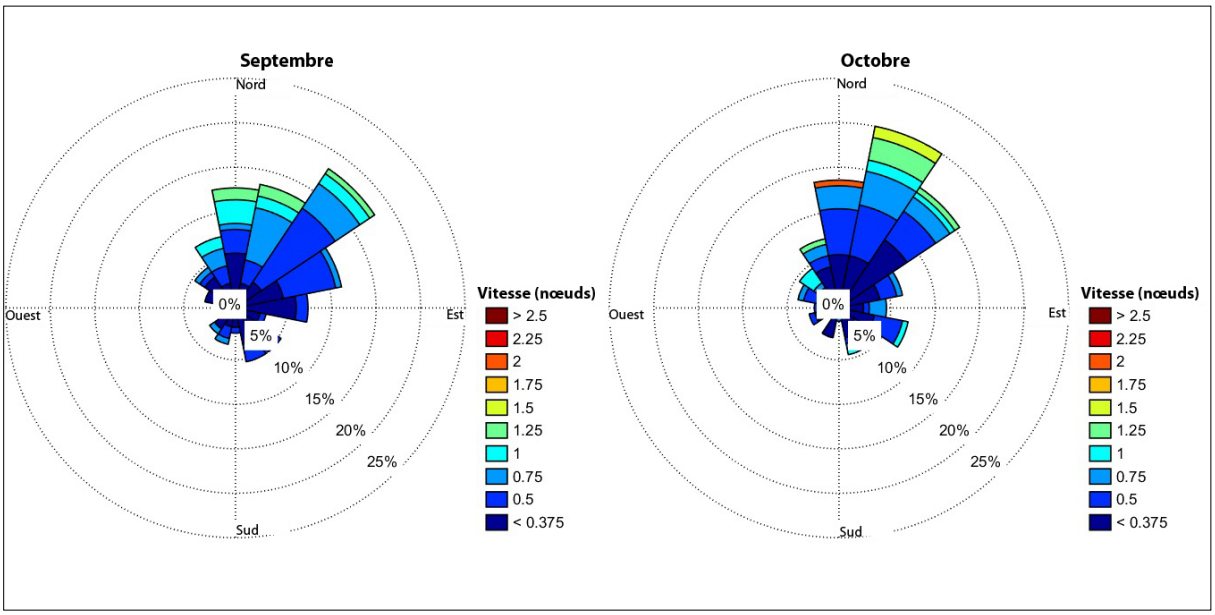
(source : Horizon Marine, Inc., 2015)

Figure G-3 Distribution de la vitesse et de la direction de surface dans la zone offshore (15.57° N, 17.61° O) selon les données provenant du modèle de circulation globale HYCOM (Hybrid Coordinate Ocean Model) pour mai et juin



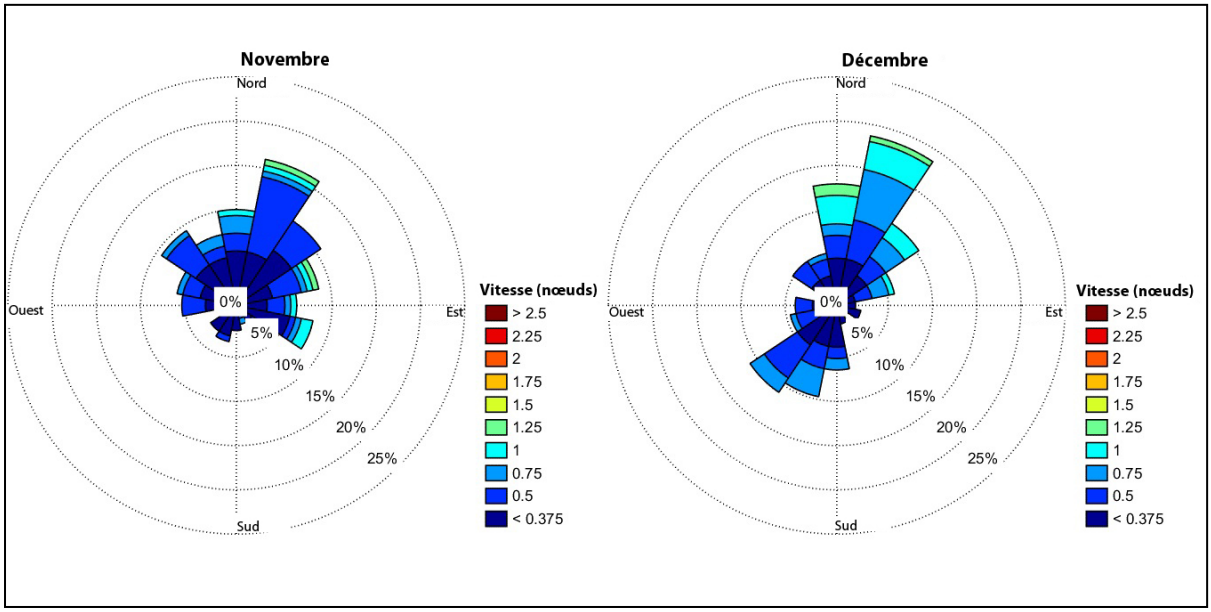
(source : Horizon Marine, Inc., 2015)

Figure G-4 Distribution de la vitesse et de la direction du courant de surface dans la zone offshore (15.57° N, 17.61° O) selon les données provenant du modèle de circulation globale HYCOM (Hybrid Coordinate Ocean Model) pour juillet et août



(source : Horizon Marine, Inc., 2015)

Figure G-5 Distribution de la vitesse et de la direction du courant de surface dans la zone offshore (15.57° N, 17.61° O) selon les données provenant du modèle de circulation globale HYCOM (Hybrid Coordinate Ocean Model) pour septembre et octobre



(source : Horizon Marine, Inc., 2015)

Figure G-6 Distribution de la vitesse et de la direction du courant de surface dans la zone offshore (15.57° N, 17.61° O) selon les données provenant du modèle de circulation globale HYCOM (Hybrid Coordinate Ocean Model) pour novembre et décembre

G-2 Ichtyoplancton

Les données suivantes, présentées sous forme de texte et de tableaux, soutiennent l'analyse des caractéristiques de base de l'ichtyoplancton décrite dans le chapitre 4 de l'EIES. Deux études propres au site ont été réalisées dans la zone du projet dans le but d'appuyer la caractérisation de l'état de l'environnement de référence d'ichtyoplancton et de zooplancton. CSA Ocean Sciences Inc. (2017) a réalisé des travaux d'échantillonnage de plancton à l'hiver 2016. Un ensemble supplémentaire d'échantillons a été prélevé par Gardline pendant un levé géophysique à l'été 2017. Les données relatives à l'ichtyoplancton provenant de ces deux études sont présentées ci-dessous; l'accent est mis sur la zone offshore et la zone à mi-profondeur. Les données recueillies à l'hiver 2016 et à l'été 2017 dans la zone du terminal du hub GNL près des côtes sont aussi présentées à l'annexe M, dans le cadre de l'analyse de modélisation d'entraînement.

Zone offshore

Les échantillons prélevés dans la zone offshore à l'hiver 2016 ont permis de recenser 34 taxa représentant 17 familles et neuf ordres (tableau G-1). La famille comptant le plus grand nombre d'individus était celle des poissons-lanternes (myctophidés); elle représentait 48 % de la densité moyenne. Quatre taxa de poissons-lanternes, soit *Myctophum affine*, *Myctophum nitidulum*, *Diaphus* sp., et *Hygophum macrochir,* représentaient 35 % de l'abondance totale d'ichtyoplancton. Les membres du groupe mésopélagique migrent généralement des eaux profondes vers la surface pendant la nuit. Les poissons-lanternes et les cyclothones dominent en nombre les communautés se trouvant en zone semi-pélagique partout dans le monde. La majeure partie (60 %) des taxa prélevés en zone offshore pourrait être classée dans le groupe mésopélagique. Le groupe pélagique océanique comprend les thons, les marlins et les coryphènes, mais seuls des demi-becs et des poissons volants ont été recueillis dans ce groupe. Les échantillons prélevés à l'hiver 2016 présentaient des densités de larves plus élevées la nuit dans les deux strates de profondeur (tableau G-2). La strate supérieure (0-15 m) contenait des densités plus importantes que la strate inférieure (15 à 30 m). Cependant, la densité de larves ne variait pas de façon importante ni entre les strates de profondeur ni entre la période de la journée (jour ou nuit), ni par rapport à l'interaction entre ces deux éléments (tableau G-3). La densité d'œufs de poissons recueillis dans la zone offshore avait une valeur moyenne de 5,8 et variait entre 0 et 19,6 œufs par 100 m^3. Une analyse de variance double a démontré que la densité d'œufs variait significativement entre la strate de 0 à 15 m et celle de 15 à 30 m (tableau G-3).

Les échantillons prélevés pendant l'été dans la zone offshore ont permis de recenser 2 429 individus de 94 taxa, représentant 43 familles et 16 ordres (tableau G-1). Parmi les taxa les plus abondants, on trouvait les auxides (*Auxis* sp.), qui représentaient 21,5 % du total, suivi des gobies (Gobiidés; 14,8 %), des maquereaux (Scombridés; 7,4 %), des anchois (Engraulidés; 5,4 %), des poissons étoilés (*Vinciguerria nimbaria*; 5,4 %), des rascasses (Scorpaenidae; 4,6 %) et des poissons-lanternes (*Diaphus* sp.; 3,0 %). Plusieurs de ces taxa dominants en nombre, y compris les gobies, certains maquereaux et les anchois, pourraient provenir des eaux peu profondes. La plupart de ces taxa sont mésopélagiques; c'est notamment le cas des poissons-lanternes, des cyclothones et des poissons étoilés. Des larves de plusieurs membres du groupe océanique pélagique ont été prélevées pendant l'été, notamment des larves de thons (*Thunnus* spp.), de marlins (*Istiophorus* sp.), de coryphènes (*Coryphaena hippurus*, *C. equiselis*), et de thazards (*Acanthocybium solandri*).

Les échantillons prélevés dans la zone offshore présentaient des densités de larves de 2,3 à 216,4 individus par cent mètres cubes (100 m^3). La densité moyenne de ces échantillons était de 75,7 individus par 100 m^3. Le tableau G-2 présente un résumé des statistiques propres au nombre total de larves et d'œufs prélevés selon la période de la journée (jour/nuit) et la strate de profondeur. Une analyse de variance double a démontré que les densités variaient significativement entre la période d'échantillonnage diurne et la période d'échantillonnage nocturne, mais que la strate de profondeur ou l'interaction entre la période de la journée et la profondeur n'étaient pas significatives (tableau G-3). La densité d'œufs de poissons recueillis dans la zone offshore avait une valeur moyenne de 19,3 par 100 m^3 et variait entre 2,2 et 58,2 œufs par 100 m^3. Une analyse de variance à deux facteurs contrôlés a démontré que la densité d'œufs ne variait pas significativement entre la strate de 0 à 15 m et celle de 15 à 30 m (tableau G-3).

Tableau G-1 Liste phylogénique des taxa de larves de poissons prélevés à l'hiver 2016 (n=12) et à l'été 2017 (n=10) dans la zone offshore

Ordre	Famille	Taxon	Hiver (Moyenne n/100 m^3)	Été (Moyenne n/100 m^3)
Elopiformes	Elops (guinées)	*Elops*	1,1	-
Anguilliformes		Anguilliformes	-	1,1
	Murénidés (murènes)	Murénidés	0,8	7,3
	Ophichthidae (serpents de mer)	Ophichthidae		20,0
	Nettastomatidae (serrivomers à dents)	Nettastomatidae	-	4,8
Clupéiformes		Clupéiformes	4,4	6,4
	Clupeidae (sardines)	Clupeidae	2,6	9,9
		Sardinella	5,7	-
		Sardinella aurita	3,0	56,6
		Sardinella sp.	-	34,6
	Engraulidés (anchois)	Engraulidés	-	6,9
		Engraulis encrasicolus	1,6	-
Myctophiformes	Myctophidés (poissons-lanternes)	*Diaphus*	0,9	-
Aulopiformes	Paralepididae (barracudines)	Paralepididae	-	1,3
	Synodontidae (poissons-lézards)	*Saurida*	0,7	-
Lampridiformes	Lophotidae (poissons-licornes)	Lophotidae	0,8	-
Gadiformes	Bregmaceros (codlets)	*Bregmaceros* sp.	4,0	-
Mugiliformes	Mugilidae (mulets)	*Mugi*l sp.	-	1,8
		Mugilidae	-	1,5
Béryciformes		Béryciformes	-	1,2
			-	-
	Holocentridae (poissons-soldats)	Holocentridae	-	1,7
Scorpaeniformes	Scorpaenidae (rascasses)	Scorpaenidae	-	0,7
Perciformes		Perciformes	3,3	6,9
	Acanthuridés (poissons-chirurgiens)	*Acanthurus* sp.	-	1,7
	Carangidae (carangues/chinchards))	Carangidae	-	0,6
		Caranx sp.	-	10,6
		Caranx/Lichia amia	-	70,8
		Chloroscombrus chrysurus		236,5
		Decapterus sp.	-	3,8
		Naucrates sp.	-	0,9
		Seriola sp.	-	0,7
		Trachurus	6,4	-
		Trachurus sp.	-	67,4
	Ephippidae (platax)	Ephippidae	0,7	1,8
	Gerreidae (friture argentée)	Gerreidae	-	0,7
	Gobiidés (gobies)	Gobiidés	2,8	8,2
	Haemulidae (grunts)	Haemulidae	2,4	94,6
	Labridae (labres)	Labridae	2,2	-
	Sciaenidés (ombrines et otholithes)	*Leiostomus xanthurus*	4,0	12,6
		Sciaenidés	24,6	66,7

Ordre	Famille	Taxon	Hiver (Moyenne n/100 m^3)	Été (Moyenne n/100 m^3)
		Stellifer sp.	-	14,5
		Umbrina	0,9	-
	Serranidae (bars)	Serranidae	4,1	11,7
	Sparidés (pagres)	Sparidae	0,6	0,9
	Sphyrènes (barracudas)	*Sphyraena* sp.	-	10,4
		Sphyraena sphyraena		2,8
		Sphyraenidae	-	5,1
	Trachinidae (vives)	Trachinidae	1,1	
	Trichiuridae (trichiures)	*Trichiurus* sp.	-	18,4
Pleuronectiformes		Pleuronectiformes	0,9	2,7
	Bothidae (turbots sénestres)	*Monolene*	0,6	-
		Symphurus sp.	-	5,0
	Cynoglossidae (poissons-langues)	Cynoglossidae	1,5	-
		Cynoglossus monodi	0,8	-
		Symphurus	1,9	-
		Symphurus sp.	-	28,0
	Paralichthyidae (turbots de sable)	*Citharichthys*	0,8	-
		Paralichthyidae	2,1	-
		Syacium papillosum	1,2	-
		Syacium sp.	-	0,9
	Pleuronectidae (turbots dextres)	Pleuronectidae	2,0	-
Tetraodontiformes	Tétraodontinés (poissons-ballons)	*Sphoeroides* sp.	-	2,3
Nombre total de taxa			**32**	**43**

Tableau G-2 Moyennes et écarts-types (ÉT) des nombres totaux de larves de poissons et des densités d'œufs (n par 100 m^3) prélevés dans la zone offshore pendant les inventaires de l'hiver 2016 et de l'été 2017

Les échantillons (n=3) ont été prélevés dans chacune des combinaisons de période (jour/nuit) et de strate supérieure/inférieure dans la colonne d'eau. Strate supérieure : 0-15m; strate inférieure : 15-30 m.

Inventaire	Période	Strate	Larves		Œufs	
			Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
Hiver	Jour	Inférieure	9,1	2,7	1,2	1,1
		Supérieure	21,3	22,0	9,4	2,7
	Nuit	Inférieure	19,1	8,0	1,2	2,1
		Supérieure	29,3	10,1	11,4	9,1
Été	Jour	Inférieure	20,6	10,7	23,9	27,3
		Supérieure	47,7	45,9	31,4	28,1
	Nuit	Inférieure	123,8	27,1	12,5	8,6
		Supérieure	103,9	67,3	9,3	2,9

Tableau G-3 Résultats de l'analyse de variance double par rapport aux effets de la période de la journée (jour/nuit) et de la profondeur (strates de la colonne d'eau) sur la densité des larves et des œufs de poissons recueillis dans la zone offshore pendant les inventaires de l'hiver 2016 et de l'été 2017

DDL = Degrés de liberté; V = Variance; F = test de Fisher (variance/variance résiduelle). Les résultats significatifs (p<0,05) sont indiqués en caractères gras.

Étude	Source	DDL	V	Larves	Valeur p	V	Œufs	Valeur p
				F			F	
Hiver	Période	1	1416,7	1,48	0,26	3,2	0,13	0,72
	Profondeur	1	452	0,472	0,51	255,8	10,7	**0,01**
	Période x profondeur	1	61,3	0,064	0,81	3	0,13	0,73
	Variance résiduelle	8	957,4	-	-	23,89	-	-
Été	Période	1	31 810	16,41	0,004	0,05	1 306	0,286
	Profondeur	1	914	0,47	0,51	0,003	0,082	0,782
	Période x profondeur	1	8382	4,32	0,07	0,013	0,327	0,583
	Variance résiduelle	8	1938	-	-	0,041	-	-

Zone de mi-profondeur

Les échantillons prélevés dans la zone de mi-profondeur ont permis de recenser 88 taxa de poissons représentant 45 familles et 15 ordres (tableau G-4). Ces échantillons, prélevés seulement pendant les travaux d'inventaire de l'été 2017, avaient une composition semblable à celle des échantillons recueillis dans la région offshore. Le taxon le plus abondant prélevé était les sardines (*Sardinella* sp.), qui représentaient 17,4 % du nombre total de larves recueillies. Les autres taxa abondants, en ordre décroissant de contribution au nombre total, étaient les auxides (*Auxis* sp.; 6,0 %), les sardines et les anchois (Clupéiformes; 5,8 %); les gobies (Gobiidés; 5,1 %), les Nomeidae (*Cubiceps* sp.; 5,1 %), les maquereaux (Scombridae; 5,1 %); les carangues (*Caranx* sp.; 4,4 %); et les poissons-lanternes (*Diaphus* sp.; 3,9 %). Les densités de larves variaient entre 28,8 et 277,1 larves 100 m^{-3}, et la densité moyenne était de 100,3 larves 100 m^{-3}. Les densités d'œufs de poissons recueillis dans la zone de mi-profondeur avaient une valeur moyenne de 694,5 œufs par 100 m^3 et variaient entre 6,6 et 7 715,0 œufs par 100 m^3. Un résumé des densités par période (jour/nuit) et par profondeur (strate supérieure

et strate inférieure) est présenté dans le tableau G-5. Aucune différence significative n'a été trouvée par rapport aux effets de la période (jour/nuit), de la profondeur ou de leur interaction sur l'abondance des larves ou des œufs (tableau G-6).

Tableau G-4 Liste phylogénique des taxa de larves de poissons trouvées dans les échantillons de plancton (n=12) prélevés dans la zone de mi-profondeur pendant l'inventaire de l'été 2017

Ordre	Famille	Taxon	Été (Moyenne n/100 m^3)
Anguilliformes		Anguilliformes	0,4
	Murénidés (murènes)	Murénidés	0,6
	Ophichthidae (donzelles)	Ophichthidae	2,1
Clupéiformes		Clupéiformes	34,8
	Clupeidae (sardines)	*Sardinella aurita*	1,2
		Sardinella sp.	52,3
	Engraulidés (anchois)	Engraulidés	0,4
Aulopiformes	Chlorophthalmidae (poissons yeux-verts)	Chlorophthalmidae	4,3
		Chlorophthalmus sp.	1,3
	Paralepididae (lussions)	Paralepididae	3,6
Myctophiformes		Myctophiformes	0,2
	Myctophidés (poissons-lanternes)	*Ceratoscopelus* sp.	1,8
		Diaphus sp.	5,3
		Lampanyctus sp.	1,2
		Myctophidés	0,5
		Nanobrachium sp.	1,1
Gadiformes	Bregmaceros (codlets)	*Bregmaceros* sp.	35,8
Stomiiformes	Gonostomatidae (cyclothones)	*Cyclothone* sp.	2,3
	Phosichthyidae (poissons étoilés)	*Vinciguerria*	0,4
		Vinciguerria nimbaria	2,5
		Vinciguerria sp.	5,6
	Stomiidae (pégases)	Stomiidés	0,6
Mugiliformes	Mugilidae (mulets)	*Mugil* sp.	0,5
		Mugilidae	0,8
Ophidiiformes	Ophidiidae (donzelles)	*Brotula* sp.	4,3
		Snyderidia sp.	0,8
Béloniformes		Béloniformes	1,0
	Exocoetidae (poissons volants)	Exocoetidae	0,5
Gasterosteiformes	Fistulariidae (fistulaires)	Fistulariidae	0,4
	Syngnathidae (syngnathes)	Syngnathidae	0,4
Scorpaeniformes	Scorpaenidae (rascasses)	Scorpaenidae	2,7
		Scorpaeniformes	3,8
Gobiesociformes	Gobiesocidae	*Gobiesox* sp.	0,6
Perciformes		Perciformes	3,6
	Acanthuridés (poissons-chirurgiens)	*Acanthurus* sp.	1,2
	Apogonidés (poissons-cardinaux)	Apogonidae	0,5
	Ariommatidae (arriomas)	*Ariomma* sp.	0,4
	Bramidae (grandes castagnoles)	Bramidae	1,3
	Carangidae (Carangues/chinchards)	Carangidae	4,8
		Caranx crysos	0,2
		Caranx sp.	26,7
		Caranx/Lichia amia	0,6
		Chloroscombrus chrysurus	2,6
		Decapterus sp.	11,3
		Selar sp.	4,4
		Selene setapinnis	1,8

Ordre	Famille	Taxon	Été (Moyenne n/100 m^3)
		Selene sp.	2,3
		Seriola sp.	1,0
		Trachinotus sp.	5,4
		Trachurus sp.	1,3
	Cepolidae (cépoles)	*Cepola* sp.	0,8
	Coryphaenidae (coryphènes)	*Coryphaena hippurus*	1,2
		Coryphaena sp.	0,9
		Coryphaenidae	3,6
	Epinephelidae (badèches/mérous)	*Mycteroperca* sp.	1,0
	Gempylidae (escoliers)	Gempylidae	0,2
		Gempylus sp.	0,3
	Gerreidae (friture argentée)	Gerreidae	3,5
	Gobiidés (gobies)	Gobiidés	6,8
	Istiophoridae (voiliers)	*Istiophorus* sp.	0,4
	Labridae (labres)	Labridae	1,5
	Lutjanidés (carpes)	*Lutjanus* sp.	1,6
	Microdesmidae	*Microdesmus* sp.	0,8
	Mullidés (rougets)	Mullidae	0,8
	Nomeidae (stromatées-méduses)	*Cubiceps* sp.	10,2
		Psenes sp.	6,3
	Polynemidae (capitaines)	Polynemidae	6,1
	Scaridae (poissons-perroquets)	Scaridae	1,2
		Sparisoma sp.	0,6
	Sciaenidés (ombrines et otholithes)	Sciaenidés	5,9
	Scombridae (maquereaux et thons)	*Acanthocybium solandri*	0,7
		Auxis sp.	10,2
		Euthynnus sp.	0,6
		Scombridae	8,7
		Thunnus sp.	1,2
	Serranidae (bars)	*Rypticus* sp.	0,4
	Sphyrènes (barracudas)	*Sphyraena* sp.	0,9
		Sphyraenidae	0,6
	Trichiuridae (trichiures)	Trichiuridae	0,8
Pleuronectiformes	Bothidae (turbots sénestres)	Bothidae	2,3
		Bothus sp.	1,9
		Monolene sp.	0,9
	Cynoglossidae (poissons-langues)	Cynoglossidae	0,3
	Paralichthyidae (turbots de sable)	*Syacium* sp.	2,9
Tetraodontiformes	Balistidae (balistes)	Balistidae	0,7
	Diodontidae (diodons)	Diodontidae	0,4
	Tétraodontinés (poissons-ballons)	*Sphoeroides* sp.	1,3
Nombre total de taxa			**88**

Tableau G-5 Moyennes et écarts-types (ÉT) des nombres totaux de larves de poissons et des densités d'œufs (n par 100 m^3) prélevés dans la zone de mi-profondeur pendant l'inventaire de l'été 2017

Les échantillons (n=3) ont été prélevés dans chacune des combinaisons de période (jour/nuit) et de strate supérieure/inférieure dans la colonne d'eau.

Période	Profondeur	Larves		Œufs	
		Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
Jour	Inférieure	92,3	52,8	41,4	37,2
	Supérieure	60,9	40,4	73,6	45,5
Nuit	Inférieure	122,7	37,0	2 590,1	4 438,3
	Supérieure	125,3	131,7	73,1	87,0

Tableau G-6 Résultats de l'analyse de variance à deux facteurs de la densité des larves et des œufs de poissons prélevés dans la zone de mi-profondeur pendant l'inventaire de l'été 2017

V = Variance; F = test de Fisher (variance/variance résiduelle).

Source	DDL	Larves			Œufs		
		V	F	Valeur p	V	F	Valeur p
Période	1	6744	1,17	0,312	486,4	0,989	0,349
Profondeur	1	619	0,11	0,752	463,8	0,943	0,36
Période x profondeur	1	868	0,15	0,709	486,4	0,989	0,349
Variance résiduelle	8	5781	-	-	491,8	-	-

G-3 Zooplancton

CSA Ocean Sciences Inc. (2017) a prélevé des échantillons de zooplancton le long de la frontière mauritano-sénégalaise dans la zone du terminal du hub GNL près des côtes et dans la zone offshore à l'hiver (novembre et décembre) 2016 et à l'été (juillet et août) 2017. Les résultats de ces travaux sont présentés dans les sous-sections qui suivent.

Zone du terminal du hub GNL près des côtes

Douze échantillons prélevés dans la zone du terminal du hub GNL près des côtes à l'hiver 2016 ont permis d'identifier 24 groupes de zooplancton appartenant à plusieurs embranchements, notamment les arthropodes, les mollusques, les cnidaires et les chaetognathes (tableau G-7). Les groupes présentant les densités les plus élevées faisaient partie de l'embranchement des copépodes. Les groupes individuels présentant les plus importantes contributions à la densité totale dans la zone du terminal du hub GNL près des côtes étaient les copépodes (64,0 %), *Lucifer* (12,7 %), les chaetognates (8,3 %), les crevettes (2,5 %) et les ostracodes (2,3 %). Les densités totales de zooplancton variaient entre 179,6 et 1 345,3 individus par mètre cube (m^3), et la densité moyenne était de 522,5 individus par m^3.

Tableau G-7 Densités moyennes des principaux groupes de zooplancton dans les échantillons prélevés dans la zone du terminal du hub GNL près des côtes, dans la zone de mi-profondeur et de la zone offshore pendant les inventaires de l'hiver 2016 et de l'été 2017, énumérées par ordre alphabétique

Groupe	Hub GNL près des côtes		Mi-profondeur	Offshore	
	Hiver	Été	Été	Hiver	Été
Amphipodes	8,6	7,1	2,7	4,8	1,0
Annélides	1,7	-	4,0	2,7	1,2
Anomura	-	34,1	-	-	-
Bivalves	1,1	-	-	8,7	-
Caridines	-	79,4	2,1	-	4,0
Chaetognates	31,7	39,1	14,6	43,9	19,4
Cladocères	30,8	33,0	3,3	10,1	1,1
Cnidaires	-	-	9,5	1,7	6,6
Œufs de copépodes	-	-	45,8	-	14,5
Copépodes	276,1	177,5	88,5	331,7	83,4
Larves de crabes	25,3	34,3	9,3	1,5	0,8
Crustacés (non identifiés)	-	-	-	2,2	-
Cténophores	3,1	-	1,5	2,6	2,9
Dolioles	-	67,3	3,3	-	2,9
Échinodermes	1,6	-	-	0,9	-
Foraminifères	-	-	4,5	3,7	1,7
Gastropodes	4,1	2,2	23,5	0,7	1,7
Hétéropodes	-	-	1,0	-	1,1
Hydrozoaires	1,4	28,0	1,7	2,5	7,4
Isopodes	3,1	-	-	-	-
Larvacés	1,0	6,3	6,8	4,7	1,2
Larves de homards	-	13,5	0,9	-	1,0
Lucifer spp.	116,8	599,9	19,8	6,2	3,5
Macroures	-	8,5	-	-	-
Malacostracés	-	6,1	-	-	-
Mysidacés	17,4	15,2	-	5,6	0,9
Poulpe	-	-	-	1,4	-
Larves de poulpes	-	-	-	-	2,2
Ostracodes	37,3	-	-	4,2	-
Crevettes penaeide	-	5,4	-	-	0,9
Polychètes	1,5	2,2	-	1,7	0,6
Ptéropodes	5,8	-	-	5,3	1,1
Radiolaires	1,3	-	3,3	3,8	4,9
Scyphozoaires	3,9	-	-	4,8	-
Crevettes	15,2	-	-	9,9	-
Siphonophores	7,6	24,7	6,0	11,3	6,6
Larves de calmars	0,4	-	3,9	0,6	2,4
Squilles	-	-	1,8	-	0,8
Tuniciers	3,3	-	-	3,3	-
Nombre total de groupes	**24**	**19**	**22**	**27**	**27**

Un résumé des statistiques liées aux densités totales de zooplancton dans la zone du terminal du hub GNL près des côtes est fourni au tableau G-8. Les nombres les plus élevés d'individus de zooplancton ont été prélevés la nuit, à la fois pour la strate de profondeur de 0 à 10 m et celle de 10 à 20 m. Le nombre moyen d'individus de zooplancton par m^3 était plus élevé dans la strate de profondeur de 0 à 10 m à la fois pendant les périodes d'échantillonnage de jour et de nuit; cependant, ces différences n'étaient pas statistiquement significatives (analyse de variance double; tableau G-9).

Tableau G-8 Moyennes et écarts-types (ÉT) des densités totales de zooplancton (n par 100 m^3) prélevées dans la zone du terminal du hub GNL près des côtes, dans la zone de mi-profondeur et dans la zone offshore pendant les inventaires de l'hiver 2016 et de l'été 2017

Strate supérieure (0-10 m dans la zone côtière; 0-15 m dans les zones de mi-profondeur et offshore); strate inférieure (10-20 m dans la zone côtière et 15-30 m dans les zones de mi-profondeur et offshore)

Source		Hiver		Été	
Période	**Strate**	**Moyenne**	**Écart-type**	**Moyenne**	**Écart-type**
Zone du terminal du hub GNL près des côtes					
Jour	Supérieure	444,13	136,40	1 435,92	735,37
	Inférieure	395,36	167,63	1 085,24	1 165,43
Nuit	Supérieure	598,65	124,52	772,56	912,81
	Inférieure	652,01	613,44	680,84	889,44
Zone de mi-profondeur					
Jour	Supérieure	--	--	132,2	19,9
	Inférieure	--	--	223,0	78,9
Nuit	Supérieure	--	--	145,5	81,9
	Inférieure	--	--	215,1	118,6
Zone offshore					
Jour	Supérieure	645,9	209,6	131,5	107,6
	Inférieure	370,2	133,0	99,7	44,3
Nuit	Supérieure	453,5	159,2	160,2	45,6
	Inférieure	238,6	126,0	178,7	25,1

Les échantillons prélevés dans la zone du terminal du hub GNL près des côtes à l'été 2017 ont permis de recenser 19 grands groupes de plancton (tableau G-7). Les groupes contribuant le plus à l'abondance totale étaient *Lucifer* sp. (57,2 %), les copépodes (16,9 %), les caridines (7,6 %), les dolioles (4,5 %), les cladocères (3,2 %), les chaetognates (3,0 %), et les larves de crabes (2,9 %). Les densités de zooplancton variaient entre 51,9 et 2 363,1 individus par m^3, avec une densité globale moyenne de 1 047,0 individus par m^3. Les moyennes et les écarts-types des densités de zooplancton sont présentés dans le tableau G-8. L'analyse de variance à deux facteurs n'a mis en lumière aucune différence significative dans la densité de zooplancton entre la période (jour/nuit) ou entre les différentes strates de profondeur (tableau G-9).

Tableau G-9 Résultats de l'analyse de variance à deux facteurs de la densité de zooplancton (n/m^3) pour les échantillons prélevés dans les zones du terminal du hub GNL près des côtes, de mi-profondeur et offshore pendant l'inventaire de l'été 2017

DDL = Degrés de liberté; V = Variance; F= test de Fisher (variance/variance résiduelle). Les résultats significatifs sont indiqués en caractères gras. Aucun échantillon n'a été prélevé dans la zone de mi-profondeur pendant l'hiver.

Source	DDL	Hiver			Été		
		V	F	Valeur p	V	F	Valeur p
Zone côtière							
Période	1	16	0,001	0,991	684 059	0,757	0,418
Profondeur	1	12 697	1 156	0,314	152 644	0,169	0,695
Période x profondeur	1	7821	0,071	0,796	40 238	0,045	0,84
Variance résiduelle	8	109 629	-	-	903 722	-	-
Zone de Mi-profondeur							
Période	1	--	--	--	23	0,003	0,956
Profondeur	1	--	--	--	19 304	2 818	0,132
Période x profondeur	1	--	--	--	338	0,049	0,83
Variance résiduelle	8	--	--	--	6851	-	-
Zone Offshore							
Période	1	180 483	7,02	**0,029**	8701	2 143	0,181
Profondeur	1	78 733	3,06	0,118	133	0,033	0,861
Période x profondeur	1	2765	0,1	0,751	1896	0,467	0,514
Variance résiduelle	8	205 714	-	-	4061	-	-

Zone offshore

Les échantillons prélevés dans la zone offshore à l'hiver 2016 ont permis de recenser 27 groupes et 9 embranchements (tableau G-7). Le groupe le plus abondant était les copépodes, qui représentaient 77 % de la densité, suivis des chaetognates (11 %), des crevettes (2,3 %) et des siphonophores (2,2 %).

Les échantillons prélevés dans la zone offshore présentaient des densités de zooplancton plus élevées la nuit dans les deux strates de profondeur (tableau G-8). Les densités de la strate supérieure (0-15 m) étaient plus élevées que celles de la strate inférieure (15-30 m). La différence entre ces résultats d'une strate de profondeur à une autre était statistiquement significative, mais ne l'étaient pas en fonction de la période de la journée (jour ou nuit) ni en fonction de leurs interactions avec les strates de profondeur (tableau G-9). La densité d'individus de zooplancton prélevés dans la zone offshore avait une valeur moyenne de 427,0 individus m^{-3} et variait de 118,7 à 848,2 individus m^{-3}. Une analyse de variance à deux facteurs a démontré que la densité d'individus de zooplancton variait significativement entre le jour et la nuit pour la strate de 0 à 15 m et celle de 15 à 30 m (tableau G-9).

Un total de 27 grands groupes de plancton a été recueilli dans la zone offshore pendant l'été. Les copépodes (63,4 %), les chaetognates (13,6 %), les siphonophores (3,1 %), les hydrozoaires (3,0 %), les cnidaires (2,7 %), les œufs de copépodes (2,5 %) et les radiolaires (2,3 %) étaient les groupes qui contribuaient le plus à l'abondance totale (tableau G-7). Les densités totales de zooplancton au sein des échantillons prélevés dans la zone offshore avaient une valeur moyenne de 142,5 individus par m^3 et variaient entre 9,6 et 213,3 individus par m$^{3.}$ Les moyennes et les écarts-types des densités totales de zooplancton selon la période de la journée (jour/nuit) et la strate de profondeur sont présentés dans le tableau G-8. Une analyse de variance à deux facteurs n'a relevé aucune différence significative dans la densité du zooplancton selon la période de la journée (jour/nuit) ou la strate de profondeur pendant l'étude réalisée à l'été (tableau G-9).

Zone de mi-profondeur

Les échantillons prélevés dans la zone de mi-profondeur ont permis de recenser 22 grands groupes, représentés, en ordre d'abondance, par les copépodes (49,5 %), les chaetognates (8,2 %), les gastropodes (7,7 %), *Lucifer* sp. (7,4 %), les œufs de copépodes (6,4 %), les cnidaires (5,3 %) et les siphonophores (3,3 %) (tableau G-7). Les densités de zooplancton au sein des échantillons prélevés avaient une valeur moyenne de 179,0 individus par m^3 et variaient entre 70,3 et 351,9 individus par $m^{3.}$ Un sommaire des statistiques des densités totales de zooplancton est présenté dans le tableau G-8. Aucune différence significative entre les densités de zooplancton n'a été trouvée en fonction de la période de la journée (jour/nuit) ou de la strate de profondeur (tableau G-9).

Les ensembles de zooplancton prélevés dans les zones du terminal du hub GNL près des côtes, de mi-profondeur et offshore étaient représentatifs pour cette région. La taille des mailles du filet utilisé (0,5 mm) permettait de retenir la majeure partie des individus de mésozooplancton, notamment des crevettes sergestidae (*Lucifer* spp.), des mysis effilées et des copépodes, ainsi que des larves d'autres invertébrés comme des crevettes, des crabes, des cténophores et des mollusques.

G-4 Poissons

Les données suivantes, présentées dans les tableaux G-10 à G-12, soutiennent l'analyse de la situation de référence des ressources halieutiques et des pêches décrites dans le chapitre 4 de l'EIES.

Tableau G-10 Ensembles de poissons ainsi que types de sédiments et strates de profondeur qui y sont associés

Strate de profondeur	Type de sédiments	Nom scientifique	Famille
CT	Sablonneux	*Pseudupeneus prayensis*	Mullidés
		Raja miraletus	Rajidae
		Dentex canariensis	Sparidae
	Sable vaseux	*Chilomycterus orbicularis*	Diodontidae
		Sphoeroides spengleri	Tétraodontinés
		Torpedo torpedo	Torpedinidae
		Microchirus theophila	Soleidae
PS	Sablonneux	*Dentex angolensis*	Sparidae
		Diplodus sargus	Sparidae
		Mustelus mustelus	Triakidae
		Uranoscopus polli	Uranoscopidae
	Sable vaseux	*Cynoglossus spp.*	Cynoglossidae
		Grammoplites gruveli	Platycéphalidés
		Umbrina canariensis	Sciaenidés
		Microchirus boscanion	Soleidae
		Dicologoglossa cuneata	Soleidae
		Trachinus draco	Trachinidae
	Vaseux	*Priacanthus arenatus*	Priacanthidae
		Zanobatus schoenleinii	Rhinobatidae
	Rocheux	*Selene dorsalis*	Carangidae
		Fistularia petimba	Fistulariidae
	Sablonneux	*Dasyatis marmorata*	Dasyatidés
		Pomadasys incisus	Haemulidae
		Pomadasys jubelini	Haemulidae
		Leptocharias smithii	Leptochariidae
		Boops boops	Sparidae
		Pagellus bellottii	Sparidae
		Chelidonichthys gabonensis	Triglidae
	Sable vaseux	*Galeoides decadactylus*	Polynemidae
PI	Sablonneux	*Halobatrachus didactylus*	Batrachoididae
		Bothus podas	Bothidae
		Chaetodon hoefleri	Chaetodontidae
		Citharus linguatula	Citharidae
		Dactylopterus volitans	Dactylopteridae
		Fistularia tabacaria	Fistulariidae
		Eucinostomus melanopterus	Gerreidae
		Plectorhinchus mediterraneus	Haemulidae
		Stephanolepis hispidus	Monacanthidae
		Brotula barbata	Ophidiidae
		Rhinobatos spp.	Rhinobatidae
		Scorpaena angolensis	Scorpaenidae
		Scorpaena spp.	Scorpaenidae
		Scyliorhinus canicula	Scyliorhinidae
		Epinephelus alexandrinus	Serranidae
		Epinephelus aeneus	Serranidae
		Serranus scriba	Serranidae
		Solea senegalensis	Soleidae
		Lithognathus mormyrus	Sparidae
		Uranoscopus spp.	Uranoscopidae
	Sable vaseux	*Dentex maroccanus*	Sparidae
PE	Vaseux	*Merluccius senegalensis*	Merlucciudae
		Pseudotolithus senegalensis	Sciaenidés
	Rocheux	*Capros aper*	Caproidae
		Merluccius polli	Merlucciudae
		Scorpaena elongata	Scorpaenidae
		Helicolenus dactylopterus	Scorpaenidae
		Pontinus kuhlii	Scorpaenidae
		Lepidotrigla cadmani	Triglidae
	Sablonneux	*Pterothrissus belloci*	Albulidae
		Arnoglossus imperialis	Bothidae
		Chlorophthalmus atlanticus	Chlorophthal-midae
		Gobiidés	Gobiidés
		Gymnura altavela	Gymnuridae
		Branchiostegus semifasciatus	Malacanthidae
		Psettodes belcheri	Psettodes
		Raja straeleni	Rajidae
		Raja undulata	Rajidae
		Rhinobatos	Rhinobatidae
		Scorpaena normani	Scorpaenidae
		Scorpaena stephanica	Scorpaenidae
		Serranus cabrilla	Serranidae

CT : côtier; PS : plateau supérieur; PI : plateau intermédiaire; et PE : plateau extérieur
Source : Kide et al., 2015

Tableau G-11 Espèces et familles de poissons démersaux prélevés dans le plateau continental extérieur et le talus au large de la Mauritanie.

Famille	Espèce	Intervalles de profondeurs d'eau (m)						
		80-200	201-500	501-800	801-1 100	1 101-1 400	1 401-1 700	>1 701-1 900
Acropomatidae	*Synagrops microlepis*		+					
Albulidae	*Pterothrissus belloci*	+						
Alépocéphales	*Alepocephalus agassizii*							+
	Alepocephalus australis						+	
	Alepocephalus bairdii					+		
	Alepocephalus productus						+	+
	Alepocephalus rostratus							+
	Bathytroctes microlepis			+				+
	Conocara macropterum						+	+
	Conocara murrayi							+
	Leptoderma macrops						+	+
	Rouleina attrite						+	
	Talismania antillarum					+		
	Xenodermichthys copei				+		+	
Anoplogasteridae	*Anoplogaster cornuta*					+		+
Aphyonidae	*Barathronus parfait*						+	
Ateleopodidae	*Guentherus altivela*		+					
Bathylagidae	*Bathylagus euryops*						+	
Berycidae	*Beryx splendens*		+					
Blenniidae	*Blennius normani*	+						
Bothidae	*Arnoglossus imperialis*	+						
Bythitidae	*Cataetyx laticeps*						+	
Caproidae	*Antigonia capros*	+						
	Capros aper	+						
Carangidae	*Selene dorsalis*	+						
	Trachurus trachurus	+	+					
	Trachurus trecae	+						
Caristiidae	*Platyberyx opalescens*				+			
Centrophoridae	*Centrophorus granulosus*		+			+		
	Centrophorus squamosus				+			
	Deania hystricosa				+			
	Deania profundorum		+					
Cepolidae	*Cepola macrophthalma*	+						
Chaunacidae	*Chaunax pictus*			+				
Chiasmodontidae	*Chiasmodon niger*						+	
Chimaeridae	*Chimaera monstrosa*				+		+	
	Hydrolagus mirabilis							+
Chlorophthalmi-dae	*Chlorophthalmus agassizi*		+					
Citharidae	*Citharus linguatula*	+						
Cogridae	*Japonoconger africanus*					+		
Colocongridae	*Coloconger cadenati*				+			
Congridae	*Bathyuroconger vicinus*				+			
	Japonoconger africanus					+		
Cynoglossidae	*Symphurus ligulatus*			+				
Dalatiidae	*Centroscyllium fabricii*					+	+	
	Dalatias licha		+		+			
Diceratiidae	*Bufoceratias wedli*			+				+
Emmelichthyidae	*Erythrocles monodi*	+						
Epigonidae	*Epigonus constanciae*		+					
	Epigonus denticulatus	+		+				
	Epigonus telescopus				+			
Eurypharyngidae	*Eurypharynx pelecanoides*					+	+	
Gempylidae	*Nesiarchus nasutus*					+		
Halosauridae	*Aldrovandia oleosa*					+	+	
	Halosauropsis macrochir						+	+
	Halosaurus attenuatus						+	
	Halosaurus guenteri					+		
	Halosaurus ovenii						+	
Ipnopidae	*Bathypterois dubius*						+	
Lophiidae	*Lophius budegassa*		+					
	Lophius vaillanti			+				
Macrouridae	*Bathygadus melanobranchus*				+			
	Cetonurus globiceps						+	
	Coelorinchus caelorhincus		+	+				
	Coryphaenoides guentheri						+	
	Coryphaenoides mediterraneus						+	+
	Coryphaenoides paramarshalli					+	+	
	Gadomus dispar						+	
	Gadomus longifilis					+		
	Hymenocephalus italicus			+				
	Malacocephalus occidentalis			+				
	Nezumia duodecim			+		+		
	Nezumia sclerorhynchus			+		+		
	Trachonurus sulcatus					+		
Melamphaidae	*Melamphaes longivelis*						+	
	Poromitra capito					+	+	+
	Scopelogadus beanii	+				+		

Famille	Espèce	Intervalles de profondeurs d'eau (m)						
		80-200	201-500	501-800	801-1 100	1 101-1 400	1 401-1 700	>1 701-1 900
Melanocetidae	*Melanocetus johnsonii*					+		
Melanonidae	*Melanonus zugmayeri*				+	+		
Merlucciidae	*Merluccius polli*		+	+				
	Merluccius senegalensis		+					
Moridae	*Gadella imberbis*		+	+				
	Laemonema laureysi			+				
Myxinidés	*Myxine ios*					+		
Nemichthyidae	*Nemichthys curvirostris*					+	+	
	Nemichthys scolopaceus			+	+	+	+	
Neoscopelidae	*Scopelengys tristis*					+		
Nettastomatidae	*Venefica proboscidea*						+	
Notacanthidae	*Notacanthus bonaparte*				+			
	Notacanthus chemnitzii					+		+
Ogcocéphalidés	*Dibranchus atlanticus*					+		+
Ophichthidae	*Echelus myrus*		+					
Ophidiidae	*Bassozetus robustus*						+	+
	Brotula barbata	+						
	Dicrolene introniger					+		
	Luciobrotola nolfi					+		
	Monomitopus metriostoma				+			
	Penopus microphthalmus							+
Percichthyidae	*Howella sherborni*					+		+
Phosichthyidae	*Polymetme corythaeola*			+				
	Yarrella blackfordi				+			
Platytroctidae	*Barbantus curvifrons*							+
	Maulisia microlepis						+	+
	Normichthys operosus					+	+	
	Searsia koefoedi							+
Psychrolutidae	*Cottunculus thomsonii*					+		
	Ebinania costaecanariae			+				
	Psychrolutes inermis						+	
Rajidae	*Leucoraja leucosticta*		+					
	Raja straeleni	+						
	Rajella barnardi		+		+	+		
	Rajella bathyphila				+			
	Rajella bigelowi				+			
	Rajella ravidula						+	
Rhinochimaeridae	*Harriotta raleighana*						+	
	Rhinochimaera atlantica						+	
Scombrolabracidae	*Scombrolabrax heterolepis*					+		

Famille	Espèce	Intervalles de profondeurs d'eau (m)						
		80-200	201-500	501-800	801-1 100	1 101-1 400	1 401-1 700	>1 701-1 900
Scorpaenidae	*Scorpaena elongata*	+						
Scyliorhinidae	*Galeus polli*			+				
	Scyliorhinus canicula		+					
Sebastidae	*Helicolenus dactylopterus*			+				
	Trachyscorpia cristulata			+	+			
Serranidae	*Serranus cabrilla*	+						
Serrivomeridae	*Serrivomer beanii*						+	
Soleidae	*Bathysolea profundicola*			+				
Somniosidae	*Centroscymnus coelolepis*						+	
	Centroselachus crepidater					+		
Sparidae	*Boops Boops*	+						
Sternoptychidae	*Argyropelecus aculeatus*				+	+		
	Argyropelecus affinis				+	+		
	Argyropelecus olfersii			+			+	
	Polyipnus polli			+				
	Sternoptyx diaphana						+	
	Sternoptyx pseudobscura							+
Stomiidés	*Astronesthes gemmifer*					+	+	
	Chauliodus sloani						+	
	Leptostomias haplocaulus				+	+		
	Malacosteus niger					+		+
	Stomias boa					+	+	+
Synaphobranchidae	*Simenchelys parasitica*					+	+	
	Synaphobranchus kaupii							+
Synodontidae	*Bathysaurus ferox*							+
	Saurida brasiliensis	+						
Tetragonuridae	*Tetragonurus cuvieri*			+			+	
Tétraodontinés	*Sphoeroides pachygaster*	+						
Trachichthyidae	*Gephyroberyx darwinii*		+					
	Hoplostethus cadenati				+			
	Hoplostethus mediterraneus			+				
Trachinidae	*Trachinus draco*	+						
Trichiuridae	*Aphanopus carbo*			+				
Triglidae	*Lepidotrigla cadmani*		+					
	Lepidotrigla carolae	+						
	Trigla lyra		+					
Zéidés	*Zenopsis conchifer*	+						
Zoarcidés	*Pachycara crassiceps*						+	

(Adapté de : Fernandez-Peralta et Sidibe, 2015).

Tableau G-12 Synthèse de la distribution et du potentiel des principales espèces de petits poissons pélagiques dans la région et dans le grand écosystème marin du courant des îles Canaries

Espèce/stock	Distribution (région)	Période et présence	Disponibilité pour la pêche dans la ZEE de la Mauritanie	Distribution bathymétrique
Chinchard européen : stock saharo-mauritanien	26° N à 10° N	Décembre à avril 20° N à 26° N	Dans l'ensemble de la ZEE de la Mauritanie d'octobre à mai; seulement dans la partie nord en saison chaude	De la côte à plus de 300 m, préférence pour des profondeurs de 100 m et plus.
Chinchard africain : stock sénégalo-mauritanien	23° N à 9° N	Toute l'année 2 pics : (mars à juin et août à octobre); Cap-Vert et Cap Timiris	Toute l'année; se déplace dans la ZEE en fonction du front thermique	Moins de 100 m, préfère les parties supérieures de la colonne d'eau; plus côtier que le chinchard européen
Chinchard jaune	23° N à 9° N	De juin à octobre Sud du Cap Timiris	Toute l'année, plus au sud que d'autres chinchards; de janvier à juin seulement dans la partie sud	De la côte jusqu'à l'isobathe de 150 m, sur le plateau, près du plancher océanique pendant le jour; se disperse et remonte vers la surface la nuit
Sardinelle ronde : stock sénégalo-mauritanien	26° N à 10° N	2 principales périodes : juillet-août et décembre-janvier dans le nord de la Mauritanie : janvier-avril au Sénégal	Toute l'année (baie du plateau du banc d'Arguin); adultes principalement dans la ZEE de la Mauritanie	Moins de 50 m; adultes présents à des profondeurs de 100 à 200 m
Sardinelle plate : stock sénégalo-mauritanien	26° N à 10° N	Principalement entre mai et septembre, nourriceries (au nord de Cap Timiris)	Toute l'année	Moins de 100 m de profondeur, préférablement à des profondeurs de moins de 30 m
Sardine : stock C	De Cap Juby à Cap Blanc (28° N à 21° N)	Un banc principal en décembre et un banc secondaire en mars dans le nord de la Mauritanie	Saison froide, début et fin de la saison de transition	Généralement au-dessus de 100 m
Maquereau	12° N à 24° N	Octobre à mai en Guinée-Bissau, en Gambie, au Sénégal et au Sahara Occidental	Toute l'année; se déplace dans le CCLME avec l'isotherme de 19 à 20°C	Profondeurs de 15 à 30 m et de 350 à 400 m
Anchois	Atlantique de l'Est, de la Norvège (au nord de Bergen, 62° N) vers le sud jusqu'en Afrique du Sud (23° S)	Avril à octobre; de Cap Blanc à Cap Timiris	Presque toute l'année	Espèce fortement côtière

Source : Chavance et al., 1991; Machu et al., 2009; Braham et Corten, 2015.

G-5 Oiseaux marins et côtiers

Oiseaux marins et côtiers de la Mauritanie

L'abondance globale des espèces pendant l'inventaire de 2015 (Camphuysen et al., 2015) est indiquée au tableau G-13.

Tableau G-13 Nombres d'individus observés, estimations des densités (nombre d'individus par km^2, y compris l'écart-type [ÉT]), et proportions numériques (pourcentage relatif d'individus par espèce) pour les oiseaux marins les plus nombreux recensés lors de l'inventaire de 2015

Nom courant	Espèce	Nombre d'individus	Densité (Individus/km^2) - ÉT	Proportion numérique (%)
Sterne noire	*Chlidonias niger*	1308	2,01 - 5,23	26,7
Sterne pierregarin	*Sterna hirundo*	1271	2,07 - 4,94	27,4
Océanite de Wilson	*Oceanites oceanicus*	522	1,82 - 2,35	24,1
Phalarope à bec large	*Phalaropus fulicarius*	192	0,72 - 1,86	9,5
Labbe pomarin	*Stercorarius pomarinus*	128	0,25 - 0,79	3,3
Puffin cendré (tous)*	*Calonectris borealis*	109	0,27 - 0,73	3,6
Puffin du Cap-Vert	*Calonectris edwardsii*	60	0,13 - 0,28	1,7
Labbe à longue queue	*Stercorarius longicaudus*	57	0,09 - 0,25	1,2
Labbe parasite	*Stercorarius parasiticus*	57	0,08 - 0,26	1,1
Sterne caugek	*Thalasseus sandvicensis*	36	0,05 - 0,34	0,7
Mouette de Sabine	*Xema sabini*	23	0,03 - 0,10	0,4
Sterne royale	*Thalasseus maximus*	10	0,01 - 0,1	0,2

*- Les puffins cendrés (*Calonectris diomedea*) ont été divisés en un ensemble de trois congénères voisins : l'un principalement confiné à la Méditerranée (puffin de Scopoli - *C. diomedea*), l'un se trouvant dans les eaux portugaises et macaronésiennes de l'Atlantique (puffin cendré de l'Atlantique - *C. borealis*) et l'un endémique aux îles du Cap-Vert (puffin du Cap-Vert, *C. edwardsii*) (Seabird Osteology, 2016).

Source : Camphuysen et al., 2015.

Un programme d'inventaire semblable a été mis en œuvre par Camphuysen en 2012 (entre le 27 novembre et le 8 décembre) pour 5 transects du nord au sud. Selon les résultats obtenus, une tendance nord-sud claire a été observée en matière d'abondance des espèces, et la composition des espèces variait d'un transect à l'autre (Camphuysen et al., 2013).

Les océanites cul-blanc étaient le groupe le plus abondant observé aux transects situés le plus au nord. Le nombre de puffins atteignait son maximum immédiatement au sud de cette zone (en région offshore du banc d'Arguin), et les fous de Bassan, bien qu'ils aient été répandus dans la zone d'étude, ont été observés à des densités particulièrement élevées au large du cap Timiris. Les densités les plus élevées de phalaropes à bec large et de labbes pomarins ont aussi été observées au sud-ouest du cap Timiris. Les goélands bruns ont été aperçus en grand nombre seulement près de Nouadhibou et au large du Cap Blanc, alors que les sternes atteignaient leurs densités les plus élevées au large du banc d'Arguin et de cap Timiris. De plus, des densités relativement faibles d'oiseaux marins ont été observées dans les régions étudiées les moins profondes.

Wynn et Knefelkamp (2004) ont caractérisé les conditions hydrographiques et la présence d'oiseaux marins dans les eaux offshore situées à plus de 50 km de la côte de la Mauritanie pendant la navigation du R/V *Meteor*, qui a eu lieu en avril et mai 2003; les résultats sommaires de cette étude sont présentés dans le tableau G-14.

Tableau G-14 Oiseaux marins observés dans les eaux offshore situées à plus de 50 km des côtes pendant la navigation du R/V *Meteor*, avec leur abondance relative (nombres totaux d'individus) et le point d'origine de leur migration. L'ordre des espèces présentées dans le tableau est fondé sur l'abondance relative de ces espèces observées pendant les travaux de reconnaissance.

Nom courant	Nom de l'espèce	Nombres totaux	Origine
Mouette de Sabine	*Larus sabini*	Plus de 1 000	Groenland, Canada
Sterne noire	*Chlidonias niger*	Plus de 1 000	Europe, Russie
Sterne pierregarin / sterne arctique	*Sterna hirundo/paradisaea*	Plus de 1 000	Europe, Russie arctique, Groenland, Canada
Puffin cendré de l'Atlantique	*Calonectris diomedea*	100 à 1 000	Mer Méditerranée, îles de l'est de l'Atlantique
Océanite de Wilson	*Oceanites oceanicus*	100 à 1 000	Océan Antarctique, Antarctique
Labbe pomarin	*Stercorarius pomarinus*	100 à 1 000	Russie arctique
Labbe à longue queue	*Stercorarius longicaudus*	100 à 1 000	Nord de l'Europe, Russie arctique
Océanite tempête	*Hydrobates pelagicus*	10 à 100	Nord-ouest de l'Europe
Océanite de Castro	*Oceanodroma castro*	10 à 100	Îles de l'est de l'Atlantique
Fou de Bassan	*Morus bassanus*	10 à 100	Nord-ouest de l'Europe
Labbe parasite	*Stercorarius parasiticus*	10 à 100	Nord de l'Europe, Russie arctique
Sterne royale	*Sterna maxima*	10 à 100	Mauritanie (banc d'Arguin)
Sterne caugek	*Sterna sandvicensis*	10 à 100	Nord et ouest de l'Europe
Puffin fuligineux	*Puffinus griseus*	Moins de 10	Sud des océans Atlantique et Pacifique
Océanite cul-blanc	*Oceanodroma leucorhoa*	Moins de 10	Nord-ouest de l'Europe, Canada
Phalarope à bec large	*Phalaropus fulicarius*	Moins de 10	Groenland, Islande, océan Arctique
Grand labbe	*Stercorarius skua*	Moins de 10	Nord-ouest de l'Europe
Goéland brun	*Larus fuscus*	Moins de 10	Nord et ouest de l'Europe
Goéland leucophée	*Larus michahellis*	Moins de 10	Sud de l'Europe, Afrique du Nord, îles de l'est de l'Atlantique
Sterne de Dougall	*Sterna dougallii*	Moins de 10	R.-U., France, Açores

(Adapté de : Wynn et Knefelkamp, 2004

Au total, environ 20 espèces d'oiseaux de mer ont été aperçues pendant ces travaux de reconnaissance, un nombre comparable aux observations précédentes effectuées dans cette région de mars à mai (Marr et Porter, 1992; Leopold, 1993; Marr et al., 1998). Les scientifiques ont remarqué que la sterne royale est la seule espèce s'accouplant localement en grand nombre; on en trouve une population importante au parc national du banc d'Arguin (PNBA). Toutes les autres espèces se reproduisent à l'extérieur de la région; la majorité provient du nord-ouest de l'Europe, de l'Islande, de la Russie arctique, de la mer Méditerranée ou des îles du nord de l'Atlantique (p. ex., des Açores et des îles Canaries) (Wynn et Knefelkamp, 2004).

D'autres travaux de reconnaissance en haute mer ont été réalisés dans cette région. Camphuysen et al. (2003) ont étudié la partie nord-sud située le long de la majorité du plateau et de la rupture de pente continentale de la Mauritanie, du Cap Blanc en allant vers le sud. Western Whale Research et CSR Consultancy (2003) ont axé leurs études sur les zones offshores traversant la rupture de pente continentale dans le champ de Chinguetti et autour de celui-ci. La diversité d'oiseaux de mer observés atteignait son maximum au-dessus du plateau continental (29 espèces), alors qu'elle était moindre au-dessus de la rupture de pente (19 espèces) et du talus (21 espèces). On trouvait un nombre un peu plus élevé de puffins au-dessus du plateau qu'au-dessus de la rupture de pente continentale et des eaux plus profondes. Les océanites cul-blanc étaient presque aussi nombreux dans chacune de ces zones. Les fous de Bassan se concentraient au-dessus du plateau continental et de la bordure du plateau, mais étaient rares au-dessus des eaux du talus. La plupart des labbes et des (grands) goélands étaient clairsemés au-dessus des eaux du talus, et on les trouvait en nombre beaucoup plus important dans la zone de la bordure du plateau et du plateau continental. Les sternes étaient peu communes et moins abondantes au-dessus des eaux du talus.

Wynn et Knefelkamp (2004) ont caractérisé les conditions hydrographiques et la présence d'oiseaux marins dans les eaux offshore situées à plus de 50 km de la côte de la Mauritanie (et à environ 100 km au nord de la zone offshore du projet de GNL d'A/G) pendant la navigation du R/V *Meteor*, qui a eu lieu en avril et mai 2003; les résultats sommaires de cette étude sont présentés dans le tableau G-15.

Tableau G-15 Oiseaux marins observés dans les eaux offshore situées à plus de 50 km des côtes pendant la navigation du R/V *Meteor*, avec leur abondance relative et le point d'origine de leur migration. L'ordre présenté dans la table est fondé sur l'abondance relative.

Nom courant	Nom de l'espèce	Nombres totaux	Origine
Mouette de Sabine	*Larus sabini*	Plus de1 000	Groenland, Canada
Sterne noire	*Chlidonias niger*	Plus de1 000	Europe, Russie
Sterne pierregarin / sterne arctique	*Sterna hirundo/paradisaea*	Plus de1 000	Europe, Russie arctique, Groenland, Canada
Puffin cendré de l'Atlantique	*Calonectris diomedea*	100 à 1 000	Mer Méditerranée, îles de l'est de l'Atlantique
Océanite de Wilson	*Oceanites oceanicus*	100 à 1 000	Océan Antarctique, Antarctique
Labbe pomarin	*Stercorarius pomarinus*	100 à 1 000	Russie arctique
Labbe à longue queue	*Stercorarius longicaudus*	100 à 1 000	Nord de l'Europe, Russie arctique
Océanite tempête	*Hydrobates pelagicus*	10 à 100	Nord-ouest de l'Europe
Océanite de Castro	*Oceanodroma castro*	10 à 100	Îles de l'est de l'Atlantique
Fou de Bassan	*Morus bassanus*	10 à 100	Nord-ouest de l'Europe
Labbe parasite	*Stercorarius parasiticus*	10 à 100	Nord de l'Europe, Russie arctique
Sterne royale	*Sterna maxima*	10 à 100	Mauritanie (banc d'Arguin)
Sterne caugek	*Sterna sandvicensis*	10 à 100	Nord et ouest de l'Europe
Puffin fuligineux	*Puffinus griseus*	Moins de 10	Sud des océans Atlantique et Pacifique
Océanite cul-blanc	*Oceanodroma leucorhoa*	Moins de 10	Nord-ouest de l'Europe, Canada
Phalarope à bec large	*Phalaropus fulicarius*	Moins de 10	Groenland, Islande, océan Arctique
Grand labbe	*Stercorarius skua*	Moins de 10	Nord-ouest de l'Europe
Goéland brun	*Larus fuscus*	Moins de 10	Nord et ouest de l'Europe
Goéland leucophée	*Larus michahellis*	Moins de 10	Sud de l'Europe, Afrique du Nord, îles de l'est de l'Atlantique
Sterne de Dougall	*Sterna dougallii*	Moins de 10	R.-U., France, Açores

(Adapté de : Wynn et Knefelkamp, 2004).

Au total, environ 20 espèces d'oiseaux marins ont été observées. La sterne royale est la seule espèce s'accouplant localement en grand nombre; on en trouve une population importante au banc d'Arguin (Mauritanie). Toutes les autres espèces se reproduisent à l'extérieur de la région; la majorité provient du nord-ouest de l'Europe, de l'Islande, de la Russie arctique, de la mer Méditerranée ou des îles du nord de l'Atlantique (p. ex., des Açores et des îles Canaries).

Oiseaux marins et côtiers du Sénégal

Un résumé des ZICO du Sénégal est présenté dans le tableau G-16. Les espèces importantes d'oiseaux pour ces ZICO sont indiquées dans le tableau G-17.

G-6 Mammifères marins

Résumé de la répartition des espèces

Les rorquals sei (*Balaenoptera borealis*) ont une répartition cosmopolite, mais semblent privilégier les eaux tempérées des océans Atlantique, Indien et Pacifique. Les habitudes de déplacement de cette espèce ne sont pas bien connues. Les rorquals sei migrent entre des latitudes tropicales et subtropicales en hiver, ainsi qu'entre des latitudes tempérées et subpolaires en été; ils restent principalement dans des eaux ayant une température de 8°C à 18°C, et ont tendance à ne pas se rendre à des latitudes aussi élevées que les autres espèces de *Balaenoptera*. Leur répartition en hiver semble être largement dispersée et n'a pas été cartographiée en entier (Horwood, 1987, 2002).

Les baleines bleues (*Balaenoptera musculus*) sont une espèce cosmopolite présente dans tous les océans saut l'océan Arctique, mais elles sont absentes de certaines mers régionales comme la Méditerranée, la mer d'Okhotsk et la mer de Béring. Dans le nord de l'Atlantique, deux stocks de baleines bleues sont reconnus. Le premier se trouve au large du Groenland, de Terre-Neuve, de la Nouvelle-Écosse et du golfe du Saint-Laurent. Le second, situé le plus à l'est, peut être aperçu des Açores, au printemps, jusqu'à l'Islande en juillet et en août; on présume que ces baleines suivent la dorsale médio-atlantique entre les deux îles volcaniques. La répartition hivernale de cette espèce est peu connue, mais il semble que les baleines bleues sont largement présentes dans la moitié sud du nord de l'Atlantique en hiver (Reeves et al., 2004).

Les rorquals communs (*Balaenoptera physalus*) sont présents partout dans le monde, principalement dans les eaux offshores. Ils sont rares dans les tropiques, exception faite de certaines zones d'eau froide. Dans le nord de l'Atlantique, leur répartition s'étend aussi loin que Svalbard (en Norvège) au nord-est, va jusqu'au détroit de Davis et la baie de Baffin (au Canada), et se rend jusqu'au Danemark et au Groenland au nord-ouest; vers le sud, l'aire de répartition se rend jusqu'aux îles Canaries (Espagne) au sud-est et jusqu'aux Antilles au sud-ouest. Bien que cette espèce puisse migrer de manière saisonnière du nord vers le sud, il est possible que cette migration ne touche pas la population en entier, et que certains individus ou groupes de rorquals communs du nord de l'Atlantique soient présents, dans une certaine mesure, dans l'ensemble de leur aire de répartition toute l'année.

Les cachalots (*Physeter microcephalus*) présentent une grande aire de répartition géographique (Rice, 1998). On peut les apercevoir dans presque toutes les régions marines, de l'équateur jusqu'aux latitudes hautes, mais on les trouve généralement sur le talus continental ou les eaux plus profondes. Cependant, dans certaines régions, en particulier dans la partie ouest de l'Atlantique Nord, les cachalots (particulièrement les mâles) peuvent être présents dans des eaux moins profondes. Les femelles et les petits sont généralement limités à des eaux se trouvant à des latitudes inférieures à 40° à 50° et à des régions où les températures à la surface de l'océan sont supérieures à environ 15°C. Les cachalots sont généralement plus nombreux dans les régions présentant une production primaire relativement élevée (Jaquet et al., 1998), bien qu'il existe certaines exceptions.

Tableau G-16 Sommaire des zones importantes pour la conservation des oiseaux (ZICO) du Sénégal qui se trouvent dans la zone d'étude restreinte

ZICO	Description du site	Sommaire des principaux aspects de la biodiversité
Cap Vert (Cape Verde) — SN017	Cette aire marine comprend la ligne côtière de la péninsule connue sous le nom de « Cap Vert », qui s'étend des Mammelles et de la Pointe des Almadies vers le nord jusqu'à Cambérène (soit 19 km de longueur), ainsi que les îles et récifs offshore et la bande étroite de mer entre les îles et la partie continentale (jusqu'à environ 2 km au large des côtes). Les deux îles en question sont l'île de Yof (aussi connue sous le nom d'« île de Tenguène ») et l'île de Ngor. La côte et les îles sont formées d'affleurements rocheux et de quelques plages sablonneuses, et on trouve une chaîne de récifs au large de la Pointe des Almadies, appelée la « Chaussée des Almadies ». Les récifs et les îles offrent un certain degré de protection naturelle contre l'océan Atlantique pour l'étroit canal de mer (moins de 1 km de largeur) entre la partie continentale et ces îles et récifs. De nombreuses espèces d'oiseaux marins migratoires traversent ce « goulot d'étranglement », et de grands nombres d'individus passent aussi du côté mer des deux îles. Ce site est d'une importance considérable pour les oiseaux marins et les oiseaux aquatiques, particulièrement à titre de voie migratoire le long de laquelle se déplacent de très grands nombres d'individus au printemps (vers le nord) et à l'automne (vers le sud) de puffins, d'océanites, de labbes, de goélands et de sternes. Des sternes résidentes utilisent également ce site; elles perchent sur les rochers situés tout au long de la côte et s'alimentent derrière les bateaux de pêche en mer. Les données relatives aux nombres d'espèces proviennent de décomptes réalisés pendant des observations d'oiseaux marins effectuées par divers observateurs, en particulier depuis 1990 (consulter Marr et al., 1998, pour obtenir des références et des sources). La plupart des observations ont été faites soit à partir de la partie continentale (Pointe des Almadies), soit à partir de l'île de Ngor, en plus de quelques décomptes d'espèces pélagiques effectués par des observateurs en bateau à au plus 25 km des côtes. Les observations ont permis de recenser une combinaison d'oiseaux se déplaçant au-dessus des terres ou au-dessus du canal marin étroit entre les îles et la partie continentale et d'oiseaux plus éloignés des côtes (et ne se trouvant pas strictement dans cette ZICO). Aucun décompte exhaustif portant sur une saison complète de déplacement des oiseaux n'a été entrepris.	Espèces clés : *Larus audouinii* (LC) est fréquemment observé au large de la Pointe des Almadies entre janvier et mars; des centaines d'individus se déplaçant vers le sud ont été observés en octobre (132 en 1995 et 280 en 1996, chacun de ces décomptes ayant été fait pendant plusieurs heures d'observation réparties sur quelques jours, avec un total maximal de 77 pour une seule journée le 10 octobre 1996). Des nombres particulièrement élevés de sternes et de puffins ont été recensés. Pour l'espèce *Sterna sandvicensis* (LC), 13 000 individus en période d'hivernage ont été observés le long de la côte entre Cayar et la péninsule du Cap Vert (cette région comprend des parties d'autres ZICO — les sites SN009 et SN010 — mais on peut présumer sans risque qu'un nombre d'individus dépassant le seuil pour cette espèce est présent dans les frontières de la ZICO du Cap-Vert). Un décompte du nombre d'individus de *S. sandvicensis* passant dans la ZICO a également permis de recenser 1 206 oiseaux pendant une période d'observation totale de 48 heures sur 8 jours en octobre et novembre 1997. Pour l'espèce *Chlidonias niger* (LC), 23 923 individus au total ont été observés pendant une période de 78 heures répartie sur 11 jours en octobre 1996, avec un total maximal de 12 645 pour une seule journée le 12 octobre. Parmi les autres espèces passantes, on trouve *S. maxima* (LC) (421 individus en 8 jours en avril 1992) et *S. hirundo* (1 580 en 8 jours en avril 1992 et 6 454 individus en 8 jours en octobre et novembre 1997); ces nombres sont près des seuils des ZICO pour ces espèces. Pour l'espèce *Calonectris diomedea* (LC), 4 585 individus ont été comptés pendant une période totale d'observation de 64 heures réparties sur 8 jours en octobre et novembre 1997. Biodiversité autre que celle des oiseaux : des dauphins de l'espèce *Tursiops truncatus* (DD) sont régulièrement observés, et il est probable que d'autres dauphins, notamment ceux appartenant aux espèces *Steno bredanensis* (DD) et *Stenella coeruleoalba* (LC/cd), ainsi que des tortues de mer de l'espèce *Caretta caretta* (EN), recensées au Parc national des Îles-de-la-Madeleine (site SN010), soient aussi présents sur ce site.

ZICO	Description du site	Sommaire des principaux aspects de la biodiversité
Réserve naturelle de Guembeul et lagunes de Saint-Louis — SN005	Ce site marin/estuaire se situe à environ 12 km au sud de Saint-Louis et 60 km au sud-ouest des terres humides de Djoudj (site SN001). Cette réserve comprend une vaste lagune de salinité variable située dans une dépression peu profonde, ainsi qu'une relique de mangrove le long des côtes. La lagune est remplie à la fois par les précipitations saisonnières et par les débits entrants d'eau salée provenant de l'embouchure du fleuve Sénégal; les niveaux d'eau dans le lagon peuvent être artificiellement contrôlés à l'aide d'une vanne à glissières. En plus de la réserve officielle, un certain nombre de lagunes d'eaux saumâtres autour de la ville de Saint-Louis, toutes reliées à l'estuaire du fleuve, fait partie de la ZICO. La taille de ces lagunes varie considérablement, selon le niveau d'eau du fleuve Sénégal et la quantité de précipitations. La végétation autour des lagunes est formée de savane sahélienne de buissons épineux dominée par l'espèce *Acacia* spp. Les lagunes présentent une très forte production et celles situées à l'extérieur de la réserve soutiennent d'importantes économies de pêcheurs locaux. Les régions avoisinantes sont utilisées pour le pâturage du cheptel, l'agriculture et la collecte de bois de chauffage, toutes des activités (en plus de la pêche) interdites dans la réserve proprement dite.	Le site abrite une grande variété de canards et d'échassiers paléarctiques migratoires, ainsi que d'importants nombres d'espères de goélands et de sternes. On observe régulièrement des individus de l'espèce *Larus audouinii* en petits nombres le long du fleuve et des lagunes (un maximum de 17 oiseaux a été recensé dans les lagunes de Saint-Louis et dans le Parc National de la Langue de Barbarie [site SN006], combinés, en 1994). En plus des principales espèces « déclencheuses », de grands nombres d'individus des espèces *Nas clypeata*, *Limosa limosa*, *Calidris minuta* et *C. ferruginea ont été recensés*, et l'espèce *Egretta* gularis est régulièrement présente au bord des lagunes. Des individus de l'espèce *Pelecanus onocrotalus* sont présents en hiver, en nombres qui s'approchent des seuils des ZICO (c.-à-d. : 650 individus à Guembeul, 525 dans les lagunes de Saint-Louis à la fin des années 1980 et 1990); par ailleurs, des individus des espèces *Terna sandvicensis* et *S. albifrons* ont été observés en train d'hiverner en nombres qui dépassent les seuls des ZICO, mais ces observations comprennent l'ensemble de la ligne côtière entre Saint-Louis et Cayar (c.-à-d. qu'elles incluent aussi le Parc National de la Langue de Barbarie [site SN006]). En 1988, 4 000 individus de l'espèce *Larus genei* ont été observés, mais les nombres recensés par la suite n'ont jamais dépassé quelques centaines (par contre, ils sont régulièrement au-dessus des seuils des ZICO pour cette espèce). Des individus des espèces *Sterna nilotica* et *S. albifrons* ont été observés en cours de reproduction à Guembeul. Il y une permutation considérable d'oiseaux entre ce site et le site SN006, qui se trouve au sud, plus loin des côtes au long de la vaste embouchure du fleuve Sénégal. De plus, cinq espèces du biome du Sahel ont été recensées. Biodiversité autre que celle des oiseaux : un projet visant à réintroduire les mammifères et les reptiles autrement communs dans la région du Sahel est basé dans la réserve de Geumbeul, où on trouve un enclos de reproduction en captivité pour les espèces *Gazella dama* (EN), *Oryx dammah* (EN) et les tortues *Geochelone sulcata* (VU). Il est prévu que les espèces soient réintroduites dans le nord de la région de Ferlo (site SN007).

ZICO	Description du site	Sommaire des principaux aspects de la biodiversité
Parc National de la Langue de Barbarie — SN006	Le Parc National de la Langue de Barbarie se trouve au sud-ouest de la réserve de Guembeul (qui fait partie du site SN005), à environ 25 km de Saint-Louis. Il est formé de battures intertidales et de dunes sablonneuses sur une longueur de 20 km, sur une langue formée à l'embouchure du fleuve Sénégal. Il contient à la fois de l'eau de mer et des eaux de rivière (saumâtres). La partie terrestre du parc comprend trois grandes îles, dont la plus vaste est l'île de Gandiol (2 ha). La végétation sur les sols sablonneux stériles du parc a une composition sahélienne et comprend les espèces *Ipomoea pescaprae*, *Alternanthera maritima*, *Sporobolus spicatus,* et *Sesuvium portulacastrum*. On ne trouve aucun arbre dans ce parc national.	Le site revêt une importance particulière pour les grands nombres de goélands et de sternes en période de reproduction et d'hivernage, y compris pour la reproduction de l'espèce *Sterna nilotica*, qui se trouve à la limite sud de son aire de reproduction. On observe régulièrement des individus de l'espèce *Larus audouinii* (LC/Cd) en petits nombres le long du fleuve et des lagunes (un maximum de 17 oiseaux a été recensé dans les lagunes du Parc National de la Langue de Barbarie et dans celles de Saint-Louis [faisant partie du site SN005], combinés, en 1994). Des individus des espèces *Sterna sandvicensis* et *S. albifrons* ont aussi été observés en hivernage en nombres dépassant les seuils des ZICO, mais ces observations englobent la totalité de la ligne côtière entre Saint-Louis et Cayar (c.-à-d. qu'elles comprennent aussi le site SN005, la réserve de Guembeul et les lagunes de Saint-Louis). Le site est fréquemment utilisé par des individus de *Phoenicopterus ruber* en hivernage, qui se déplacent entre ce site et tous les autres sites de la zone du delta du fleuve Sénégal (c.-à-d. les sites SN001 à SN005 inclusivement) et du sud-ouest de la Mauritanie. Des individus de l'espèce *Pandion haliaetus* sont également courants dans ce site. Les observateurs ont recensé des individus d'*Egretta gularis* en reproduction (126 couples en 1998). Il y une permutation considérable d'oiseaux de plusieurs espèces entre ce site et le site SN005, qui se trouve au nord, plus loin des côtes au long de la vaste embouchure du fleuve Sénégal. Biodiversité autre que celle des oiseaux : la faune marine comprend les tortues *Chelonia mydas* (EN), *Dermochelys coriacea* (EN), *Eretmochelys imbricata* (CR) et *Caretta caretta* (EN).
Parc National des Iles-de-la-Madeleine — SN010	Le parc est formé de trois îles rocheuses volcaniques situées à environ 4 km à l'ouest de la côte du Sénégal, au large de la pointe sud de la péninsule du Cap Vert, où se trouve Dakar, ainsi que des étendues de mer entre ces îles. La plus grande de ces îles, l'« Île aux serpents », a une superficie d'environ 15 ha. Les îles sont couvertes de steppes et de prairies. Parmi les arbres présents sur ces îles, on trouve des baobabs *Adansonia*, jujubas *Ziziphus*, des figues de Barbarie *Opuntia* et des tamariniers *Tamarindus*.	Les 30 couples ou plus de *Phaethon aethereus* sont les seuls oiseaux reproducteurs de cette espèce connus pour un pays continental de l'Afrique. Les îles abritent une avifaune diversifiée, notamment une colonie reproductrice (400 nids) de *Phalacrocorax carbo* (introduite dans les années 1980 du Parc national des oiseaux de Djoudj, qui fait partie du site SN001), ainsi que des couples reproducteurs de *Corvus albus*, *Milvus migrans*, *Galerida cristat* et *Euplectes orix.* L'espèce *Sterna anaethetus* se reproduit sur les îles, et des individus des espèces *Sula leucogaster*, *Morus bassanus*, *Larus cachinnans*, *L. cirrocephalus*, et *L. fuscus* y ont été observés. *Alaemon alaudipes*, une espèce restreinte au biome saharo-sindien (A02), a été observée sur ce site. Biodiversité autre que celle des oiseaux : des tortues de mer *Caretta caretta* (EN) ont niché sur une petite plage, et des dauphins *Steno bredanensis* (DD) et *Stenella coeruleoalba* (LC/cd) ont été observés dans ce parc. La tortue *Geochelone sulcata* (VU) a été introduite dans les îles.

Source : BirdLife International, 2015.

Tableau G-17 Liste des espèces d'oiseaux importantes (clés) des zones importantes pour la conservation des oiseaux (ZICO) dans la partie sénégalaise de la zone d'étude restreinte

	Saison	Période[1]	Estimation de la population (nombre d'individus)[3]	Critères relatifs aux ZICO[2]	Catégorie de l'UICN
Cap Vert — SN017					
Goéland d'Audouin (*Larus audouinii*)	Hiver	1996	280	A1	Quasi menacée
Sterne caugek (*Thalasseus sandvicensis)*	Hiver	1997	13 000	A4i	Préoccupation mineure
Sterne noire (*Chlidonias niger*)	Passage	1996	23 923	A4i	Préoccupation mineure
Réserve Naturelle de Guembeul et lagunes de Saint-Louis — SN005					
Flamant rose (*Phoenicopterus roseus*)	Hiver	1996	4 500	A4i	Préoccupation mineure
Spatule blanche (*Platalea leucorodia*)	Hiver	1997	477	A4i	Préoccupation mineure
Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*)	Hiver	1988	7 000	A4i	Préoccupation mineure
Mouette à tête grise (*Larus cirrocephalus*)	Hiver	1997	1 050	A4i	Préoccupation mineure
Goéland railleur (*Larus genei*)	Hiver	1995	678	A4i	Préoccupation mineure
Parc National de la Langue de Barbarie — SN006					
Sterne hansel (*Sterna nilotica*)	Reproduc-tion	1984	200 (couples reproducteurs)	A4i	Non reconnu
Mouette à tête grise (*Larus cirrocephalus*)	Hiver	1997	1 838	A4i	Préoccupation mineure
Mouette à tête grise (*Larus cirrocephalus*)	Reproduc-tion	1998	3 000 (couples reproducteurs)	A4i	Préoccupation mineure
Goéland railleur (*Larus genei*)	Hiver	1988	1 000	A4i	Préoccupation mineure
Goéland railleur (*Larus genei*)	Reproduc-tion	1991	2 850 (couples reproducteurs)	A4i	Préoccupation mineure
Sterne caspienne (*Hydroprogne caspia*)	Hiver	1997	424	A4i	Préoccupation mineure
Sterne caspienne (*Hydroprogne caspia*)	Reproduc-tion	1991	150 (couples reproducteurs)	A4i	Préoccupation mineure
Sterne royale (*Thalasseus maximus*)	Reproduc-tion	1991	2 650 (couples reproducteurs)	A4i	Préoccupation mineure
Sterne naine (*Sternula albifrons*)	Reproduc-tion	1998	35 (couples reproducteurs)	A4i	Préoccupation mineure
Parc National des Iles-de-la-Madeleine — SN010					
Phaéton à bec rouge (*Phaethon aethereus*)	Reproduc-tion	-	30 (couples reproducteurs)	A4ii	Préoccupation mineure

[1] Période — les données relatives aux nombres d'espèces et d'individus proviennent de décomptes réalisés par un certain nombre d'observateurs pendant l'année indiquée.
[2] Critère A4 des ZICO — Congrégations. Critères : Un site peut être admissible à cette désignation en répondant à l'un ou plusieurs des quatre critères suivants :
A4i : Site reconnu ou perçu comme abritant, sur une base régulière, >1 % d'une population biogéographique d'une espèce grégaire d'oiseaux aquatiques.
A4ii : Site reconnu ou perçu comme abritant, sur une base régulière, >1 % de la population mondiale d'une espèce grégaire d'oiseaux aquatiques ou terrestres.
A4ii : Site reconnu ou perçu comme abritant, sur une base régulière, >20 000 oiseaux aquatiques ou >10 000 couples d'oiseaux aquatiques d'une ou plusieurs espèces.
A4iv : Site reconnu ou perçu comme dépassant les seuils définis pour les espèces migratoires dans les couloirs migratoires.
[3] Tiré de l'Union internationale pour la conservation de la nature (2012).

Source : BirdLife International, 2015.

Les dauphins à bosse de l'Atlantique (*Sousa teuszii*) sont endémiques aux eaux tropicales de l'est de l'Atlantique, où ils se limitent aux eaux côtières et intérieures (Ross, 2002; Van Waerebeek et al., 2004). Ils sont présents dans les eaux côtières des latitudes tropicales à subtropicales de l'Afrique de l'Ouest, du Sahara Occidental vers le sud jusqu'au sud de l'Angola ou plus au sud (Notarbartolo di Sciara et al., 1998; Van Waerebeek et al., 2004). On distingue, de manière provisoire, six stocks contemporains de gestion pour cette espèce : la baie de Dakhla (Sahara Occidental), le banc d'Arguin (Mauritanie), Saloum-Niumi (Sénégal), le canal de Gêne-Bijagos (Guinée-Bissau), le sud de la Guinée et l'Angola; deux stocks sont aujourd'hui disparus : celui du Cameroun et celui de l'estuaire du Gabon. On remarque des signes d'une migration probable du nord au sud, ainsi qu'un échange possible d'individus entre les centres de répartition des populations ou sous-populations connus (du nord au sud), notamment : la baie de Dakhla (Sahara Occidental), le banc d'Arguin (Mauritanie), la Langue-de-Barbarie (Sénégal), le delta de Sine Saloum (Sénégal), la berge nord-ouest de l'entrée de l'estuaire du fleuve Gambie (Gambie) et l'archipel de la Guinée-Bissau.

Pinnipèdes

Le phoque-moine méditerranéen (*Monachus monachus*) est le seul pinnipède présent dans les eaux de l'Afrique de l'Ouest. Les populations de phoques-moines méditerranéens ont diminué de manière spectaculaire au cours des 50 dernières années, et selon l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), cette espèce est maintenant considérée comme une espèce en danger, et on estime que sa population mondiale est d'environ 350 à 450 individus (UICN, 2017). Environ 130 phoques-moines vivent actuellement dans la région du Cap Blanc (Sahara Occidental et de la Mauritanie). Par le passé, les phoques *Monachus monachus* présentaient une vaste répartition géographique, et on trouvait des colonies de ces phoques partout dans la mer Méditerranée, la mer de Marmara et la mer Noire. Les individus de cette espèce fréquentaient également la côte atlantique de l'Afrique, aussi loin au sud que la Mauritanie, le Sénégal et la Gambie, ainsi que les îles atlantiques du Cap Vert et de Madère, les îles Canaries et les Açores (Johnson et Lavigne, 1999; Johnson, 2004). Des phoques-moines ont été observés le long de la côte du Sénégal (Parc National de la Langue de Barbarie), bien qu'on ne connaisse aucune population résidant de cette région. On trouve principalement les phoques-moines près des plages rocheuses et sablonneuses de la côte de la Mauritanie, entre le Cap Blanc et le Cap Barbas. Ils sont généralement présents dans des régions éloignées et tranquilles dotées de cavernes, où ils peuvent se reproduire d'octobre à décembre. Les femelles donnent naissance à leurs petits en septembre et en octobre. Le sevrage nécessite entre 4 et 6 semaines. Les phoques-moines méditerranéens se nourrissent d'une grande variété de proies provenant d'habitats en eau peu profonde (Sergeant et al., 1978; Kenyon, 1981).

Siréniens

Les lamantins d'Afrique (*Trichechus senegalensis*) sont présents dans la majorité des eaux marines côtières, des eaux saumâtres des estuaires, et des eaux des rivières adjacentes le long de la côte de l'Afrique de l'Ouest, du sud de la Mauritanie jusqu'à l'Angola. Bien que les individus de cette espèce soient observés dans les rivières et les estuaires faisant partie de leur répartition géographique, ils peuvent aussi être présents le long de la côte et s'aventurer au large jusqu'à l'archipel des Bijagos de la Guinée-Bissau ainsi que dans les eaux du fleuve Casamance (Sénégal). Même si les lamantins d'Afrique préfèrent les rivières et les estuaires, ils peuvent être présents dans les eaux côtières (Powell et Kouadio, 2008).

Mammifères marins de la Mauritanie

Les espèces de mammifères marins de la Mauritanie sont présentées dans le tableau G-18.

Tableau G-18 Espèces de mammifères marins de la Mauritanie avec leur habitat, leur aire de répartition et leur statut de protection

Nom commun et nom scientifique	Description de l'habitat et de l'aire de répartition	Statut de protection[1,2]
Petit rorqual de l'Atlantique Nord (*Balaenoptera a. acutorostrata*)	Sous-espèce de l'hémisphère nord du rorqual commun, une espèce cosmopolite présente dans tous les océans et à presque toutes les latitudes, de 65° S à 80° N. Dans certaines parties de son aire de répartition, le petit rorqual de l'Atlantique Nord est très abondant; dans d'autres, beaucoup moins. Ses comportements de migration sont très peu connus. Prédominants dans le nord de l'Atlantique, les petits rorquals sont aussi présents au sud de cette aire de répartition, dans le sud-est de l'Atlantique Nord, mais sans saisonnalité évidente; de plus, ils ne sont pas courants dans cette partie de l'Atlantique, à l'exception des îles Canaries, où ils semblent apparaître fréquemment toute l'année. Des individus ont été occasionnellement aperçus, parfois de manière isolée, au large de l'Espagne et du Portugal, du Sahara Occidental, de la Mauritanie et du Sénégal. Les petits rorquals sont rares dans les Açores et n'ont jamais été recensés à Madère.	CMS : Non inscrit CITES : Annexes I et II UICN : Préoccupation mineure
Rorqual sei boréal *(Balaenoptera b. borealis)*	Sous-espèce de l'hémisphère nord dont l'aire de répartition est principalement située offshore; on trouve les rorquals sei boréaux dans l'Atlantique Nord et le Pacifique Nord, occasionnellement dans la mer Méditerranée. Les rorquals sei migrent entre des latitudes tropicales et subtropicales de décembre à mars, ainsi qu'entre des latitudes tempérées et subpolaires de juin à septembre; ils restent principalement dans des eaux ayant une température de 8°C à 18°C, et ont tendance à ne pas se rendre à des latitudes aussi élevées que les autres rorquals. Leur répartition dans les périodes de décembre à mars semble être largement dispersée et n'a pas été cartographiée en entier. Des rorquals sei ont été recensés entre décembre et mars aussi loin au sud que la mer des Caraïbes et que le Cap Blanc, en Mauritanie.	CMS : Annexes I et II CITES : Annexe I UICN : En danger
Rorqual tropical offshore (*Balaenoptera edeni brydei*)	Sous-espèce présente dans les océans Pacifique, Indien et Atlantique entre 40° N et 40° S ou dans des eaux plus chaudes que 16,3°C. Une migration des individus de la population du sud-est de l'Atlantique et de la population du nord-ouest du Pacifique vers les eaux équatoriales a été documentée pendant la période de décembre à mars. Les comportements migratoires des autres populations sont très peu connus. Dans le sud de l'Atlantique, une population de rorquals tropicaux passe l'été au large de la côte ouest de l'Afrique du Sud et migre vers les eaux équatoriales de l'Afrique de l'Ouest de décembre à mars. Ailleurs dans l'océan Atlantique, la répartition des rorquals tropicaux est mal connue.	CMS : Annexe II CITES : Annexe I UICN : Données insuffisantes
Baleine bleue boréale (*Balaenoptera m. musculus*)	Sous-espèce vivant dans l'hémisphère nord. Dans le nord de l'océan Atlantique, la répartition des baleines bleues entre juin et septembre s'étend vers l'ouest, du plateau néo-écossais jusqu'au détroit de Davis. La répartition des individus de décembre à mars est peu connue, mais il semble que par le passé, les baleines bleues étaient réparties à grande échelle dans la moitié sud de l'Atlantique Nord de décembre à mars. Des baleines bleues ont été observées dans les eaux de la Mauritanie; une population ouest-atlantique a également été recensée en hiver aux îles du Cap Vert.	CMS : Annexe I CITES : Annexe I UICN : En danger
Rorqual commun boréal (*Balaenoptera p. physalus*)	Sous-espèce vivant dans l'hémisphère nord. Les individus de cette espèce vivent dans le nord de l'Atlantique, où leur répartition s'étend aussi loin que Svalbard (en Norvège) au nord-est, va jusqu'au détroit de Davis et la baie de Baffin (au Canada), et se rend jusqu'au Danemark et au Groenland au nord-ouest; vers le sud, l'aire de répartition se rend jusqu'aux îles Canaries (Espagne) au sud-est et jusqu'aux Antilles au sud-ouest, mais on trouve rarement des individus dans les Caraïbes et dans le golfe du Mexique.	CMS : Annexes I et II CITES : Annexe I UICN : En danger

Nom commun et nom scientifique	Description de l'habitat et de l'aire de répartition	Statut de protection[1,2]
Baleine à bosse de l'Atlantique Nord (*Megaptera n. novaeangliae*)	Sous-espèce de l'Atlantique Nord qui, de juin à septembre, est répartie du golfe du Maine (à l'ouest) à l'Irlande (à l'est); la partie nordique de la baleine à bosse comprend la mer de Barents, la mer du Groenland et le détroit de Davis. On trouve principalement les baleines à bosse dans des aires d'alimentation spécifiques. Dans la période de décembre à mars, la grande majorité des baleines migrent vers des territoires d'hivernage dans les Antilles, et un nombre apparemment peu élevé d'individus utilise des lieux de reproduction autour des îles du Cap Vert. La plupart des baleines à bosse migrent entre des lieux d'accouplement et des aires de mise bas dans des eaux tropicales, habituellement près de lignes côtières continentales ou de groupes d'îles, et des eaux froides productives à des latitudes tempérées et des hautes latitudes.	CMS : Annexe I CITES : Annexe I UICN : Préoccupation mineure
Marsouin commun (*Phocoena phocoena*)	On trouve les marsouins communs dans les eaux froides tempérées à subpolaires de l'hémisphère nord. Ils sont habituellement présents dans les eaux des plateaux continentaux, bien qu'à l'occasion, ils se déplacent dans des eaux offshore plus profondes. Dans l'Atlantique Nord, les marsouins communs sont répartis du sud-ouest des États-Unis jusqu'au sud de l'île de Baffin à l'ouest, ainsi que du Sénégal à la Nouvelle-Zambie à l'est.	CMS : Annexe II CITES : Annexe II UICN : Préoccupation mineure
Cachalot (*Physeter macrocephalus*)	Aire de répartition géographique cosmopolite. On peut apercevoir des cachalots dans presque toutes les régions marines, de l'équateur jusqu'aux latitudes hautes, mais on les trouve généralement sur le talus continental ou les eaux plus profondes; la répartition des cachalots s'étend aussi à de nombreuses mers intérieures ou partiellement intérieures.	CMS : Annexes I et II CITES : Annexe I UICN : Vulnérable
Cachalot pygmée (*Kogia breviceps*)	Les cachalots pygmées sont reconnus pour être présents dans des eaux profondes (partie externe du plateau continental et au-delà) dans des zones tropicales à tempérées chaudes de tous les océans. On connaît peu l'aire de répartition des cachalots pygmées, bien que le manque de registres relatifs aux observations d'individus vivants puisse davantage découler de leur comportement discret que de leur rareté. La plupart des données proviennent des échouements (en particulier des femelles avec des baleineaux), ce qui pourrait fournir un portrait inexact de leur répartition réelle en mer.	CMS : Non inscrit CITES : Annexe II UICN : Données insuffisantes
Cachalot nain (*Kogia sima*)	Les cachalots nains sont répartis à grande échelle dans les eaux offshore de zones tropicales et tempérées chaudes, bien qu'ils semblent davantage privilégier les eaux chaudes et les eaux offshore que les individus de l'espèce *K. breviceps*.	CMS : Non inscrit CITES : Annexe II UICN : Données insuffisantes
Baleine à bec de Blainville (*Mesoplodon densirostris*)	On trouve cette espèce dans les eaux tempérées et tropicales de tous les océans. Les baleines à bec de Blainville présentent la répartition la plus étendue de toutes les baleines à bec du genre *Mesoplodon* et sont aussi l'espèce la plus tropicale de ce genre. On les trouve généralement dans des environnements en eau profonde. Elles sont également présentes dans de nombreuses mers intérieures.	CMS : Non inscrit CITES : Annexe II UICN : Données insuffisantes
Baleines à bec de Gervais (*Mesoplodon europaeus*)	Les baleines à bec de Gervais sont probablement réparties de manière continue dans les eaux profondes dans l'ensemble des zones tropicales et tempérées de l'océan Atlantique, à la fois au nord et au sud de l'équateur. La plupart des données enregistrées sur cette espèce proviennent de l'Amérique du Nord, de la côte est et de la côte du golfe du Mexique, soit entre New York et le Texas, mais on a également observé des baleines à bec de Gervais au large de plusieurs îles des Caraïbes. Les baleines à bec de Gervais sont celles qui s'échouent le plus couramment dans le sud-est des États-Unis. Dans l'est de l'Atlantique, on les retrouve de l'Irlande jusqu'à la Guinée-Bissau, en Afrique de l'Ouest.	CMS : Non inscrit CITES : Annexe II UICN : Données insuffisantes

Nom commun et nom scientifique	Description de l'habitat et de l'aire de répartition	Statut de protection[1,2]
Baleine de Cuvier (*Ziphius cavirostris*)	Les baleines de Cuvier présentent l'aire de répartition la plus étendue de toutes les espèces de baleines à bec. Elles sont largement distribuées dans les eaux offshore de tous les océans, des tropiques jusqu'aux régions polaires, et ce, dans les deux hémisphères. Leur aire de répartition comprend la plupart des eaux océaniques du monde, à l'exception des zones d'eau peu profonde et des régions polaires à latitude très haute. On les trouve également dans de nombreuses mers intérieures.	CMS : Non inscrit CITES : Annexes I et II UICN : Préoccupation mineure
Orque (*Orcinus orca*)	L'orque est l'espèce de cétacés la plus cosmopolite. On peut apercevoir des orques dans presque toutes les régions marines, de l'équateur jusqu'aux eaux polaires. Bien qu'elles soient généralement plus répandues dans les zones côtières et les zones à production élevée ou les régions à haute latitude, il ne semble y avoir aucune restriction relative à la température ou à la profondeur de l'eau dans l'aire de répartition des orques.	CMS : Annexe II CITES : Annexe II UICN : Données insuffisantes
Orque pygmée (*Feresa attenuata*)	Espèce tropicale/subtropicale qui habite les eaux océaniques partout dans le monde, généralement entre 40° N et 35° S. Habituellement, les orques pygmées ne s'approchent pas près des côtes, sauf dans certaines régions où des eaux claires et profondes se trouvent près de la côte.	CMS : Non inscrit CITES : Annexe II UICN : Données insuffisantes
Fausse orque (*Pseudorca crassidens*)	On trouve les fausses orques dans des zones tropicales à tempérées chaudes, généralement dans les eaux offshore relativement profondes des trois principaux océans. Habituellement, les fausses orques ne sont pas présentes à des latitudes plus hautes que 50° dans les deux hémisphères. Cependant, certains individus se déplacent à l'occasion vers des eaux à plus haute latitude. On trouve aussi des fausses orques dans de nombreuses mer semi-intérieures et baies.	CMS : Non inscrit CITES : Annexe II UICN : Données insuffisantes
Dauphin commun (*Delphinus d. delphis*)	Espèce océanique largement répartie dans les eaux tropicales à tempérées froides des océans Atlantique et Pacifique, des eaux côtières jusqu'à des milliers de kilomètres au large des côtes. On les trouve régulièrement dans certaines mers intérieures.	CMS : Annexes I et II CITES : Annexe II UICN : Préoccupation mineure
Dauphin de Fraser (*Lagenodelphis hosei*)	Répartition pantropicale, principalement entre 30° N et 30° S dans les trois principaux océans. Des individus échoués dans des zones tempérées pourraient être le signe d'incursions extralimites liées à des anomalies océanographiques temporaires.	CMS : Annexe II CITES : Annexe II UICN : Préoccupation mineure
Dauphin à bosse de l'Atlantique (*Sousa teuszii*)	Les dauphins à bosse de l'Atlantique sont présents le long de la côte de l'Afrique de l'Ouest, de la baie de Dakhla (23°54' N) au Maroc/Sahara Occidental jusqu'à Tombua (15°47' S), au sud de l'Angola. On distingue, de manière provisoire, six stocks de gestion contemporains pour cette espèce : la baie de Dakhla (Maroc/Sahara Occidental), le banc d'Arguin (Mauritanie), Saloum-Niumi (Sénégal), le canal de Gêne-Bijagos (Guinée-Bissau), le sud de la Guinée et l'Angola; deux stocks sont aujourd'hui disparus : celui du Cameroun et celui de l'estuaire du Gabon. On remarque des signes d'une migration probable du nord au sud, ainsi qu'un échange possible d'individus entre les centres de répartition des populations ou sous-populations connus (du nord au sud) : la baie de Dakhla (Sahara Occidental), le banc d'Arguin (Mauritanie), la Langue-de-Barbarie (Sénégal), le delta de Sine Saloum (Sénégal), la berge nord-ouest de l'entrée de l'estuaire du fleuve Gambie (Gambie) et l'archipel de la Guinée-Bissau.	CMS : Annexes I et II CITES : Annexe I UICN : Vulnérable

Nom commun et nom scientifique	Description de l'habitat et de l'aire de répartition	Statut de protection[1,2]
Dauphin tacheté pantropical (*Stenella attenuata*)	Répartition pantropicale; les individus de cette espèce sont présents dans tous les océans à environ 40° N et 40° S, bien qu'ils soient beaucoup plus abondants dans les parties à basse latitude de leur aire de répartition. L'aire de répartition comprend certaines mers intérieures.	CMS : Annexe II CITES : Annexe II UICN : Préoccupation mineure
Dauphin de Clymène (*Stenella clymene*)	On trouve seulement cette espèce dans les eaux tropicales et subtropicales de l'océan Atlantique, y compris dans la mer des Caraïbes et dans le golfe du Mexique. Cette espèce est reconnue pour préférer considérablement les eaux chaudes, bien que des individus aient été recensés aussi loin au nord que le New Jersey, sur la côte est américaine, et aussi loin au sud que le sud du Brésil. Les limites de l'aire de répartition sur la côte ouest de l'Afrique ne sont pas bien connues, mais vont au moins de l'équateur jusqu'au nord, en Mauritanie.	CMS : Annexe II CITES : Annexe II UICN : Données insuffisantes
Dauphin bleu et blanc (*Stenella coeruleoalba*)	Espèce à grande répartition, vivant dans les eaux tropicales et tempérées chaudes des océans Atlantique, Pacifique et Indien, ainsi que dans de nombreuses mers adjacentes à ces océans, notamment la mer Méditerranée. Les limites nord et sud de l'aire de répartition sont d'environ 50° N et 40° S, bien que des individus aient été recensés dans des régions extralimites.	CMS : Annexe II CITES : Annexe II UICN : Préoccupation mineure
Dauphin tacheté de l'Atlantique (*Stenella frontalis*)	Cette espèce ne vit que dans l'océan Atlantique, du sud du Brésil aux États-Unis (région de la Nouvelle-Angleterre) à l'ouest, jusqu'à la côte de l'Afrique à l'est; les limites exactes de l'aire de répartition au large de l'Afrique de l'ouest ne sont pas bien connues. On trouve une discontinuité dans l'aire de répartition de l'espèce dans le sud de l'océan Atlantique.	CMS : Non inscrit CITES : Annexe II UICN : Données insuffisantes
Dauphin à long bec (*Stenella longirostris*)	Cette espèce est répartie dans des zones tropicales et subtropicales des deux hémisphères. Les limites de l'aire de répartition des dauphins à long bec se situent à environ 40° N et 40° S. L'espèce *Stenella longirostris* est principalement présente autour des îles océaniques des régions tropicales de l'océan Atlantique, de l'océan Indien et des parties ouest et centrale de l'océan Pacifique, jusqu'à environ 145° O. Cependant, la distribution de l'espèce dans l'océan Atlantique n'est pas bien connue, en particulier pour les eaux de l'Amérique du Sud et de l'Afrique.	CMS : Annexe II CITES : Annexe II UICN : Données insuffisantes
Dauphin à bec étroit (*Steno bredanensis*)	Espèce tropicale à subtropicale, qui habite généralement les eaux océaniques profondes des trois grands océans; elle se retrouve rarement au nord du 40° N ou au sud du 35° S. Cependant, dans certaines régions (comme au large de la côte du Brésil et de l'Afrique de l'Ouest), les dauphins à bec étroit peuvent se trouver dans des eaux côtières moins profondes. On trouve aussi des dauphins à bec étroit dans de nombreuses étendues d'eau semi-intérieures.	CMS : Non inscrit CITES : Annexe II UICN : Préoccupation mineure
Grand dauphin (*Tursiops truncatus*)	Les grands dauphins sont présents partout dans le monde, dans les eaux tropicales et tempérées à l'intérieur des côtes et celles des plateaux, ainsi que dans les eaux tropicales et tempérées côtières et océaniques. Règle générale, les grands dauphins ne se déplacent pas vers les pôles au-delà de 45°, sauf au nord de l'Europe et au sud de la Nouvelle-Zélande.	CMS : Annexes I et II CITES : Annexe II UICN : Préoccupation mineure

Nom commun et nom scientifique	Description de l'habitat et de l'aire de répartition	Statut de protection[1,2]
Globicéphale tropical (*Globicephala macrorhynchus*)	Les globicéphales tropicaux se trouvent dans les eaux tempérées à tropicales partout dans le monde, généralement dans des eaux offshore profondes; habituellement, ils ne sont pas présents au nord de 50° N ou au sud de 40° S.	CMS : Non inscrit CITES : Annexe II UICN : Données insuffisantes.
Globicéphale noir (*Globicephala melas*)	Les globicéphales noirs présents dans le nord de l'Atlantique ont une vaste aire de répartition et ont été observés au large de la côte est des États-Unis et du Canada, à l'autre bout de l'Atlantique à des endroits comme les Açores et les îles Féroé, ainsi que le long de la côte ouest de l'Europe jusqu'au détroit de Gilbraltar et au nord-ouest de l'Afrique.	CMS : Non inscrit CITES : Annexe II UICN : Données insuffisantes
Dauphin de Risso (*Grampus griseus*)	Espèce à vaste répartition qui vit principalement dans les eaux profondes du talus continental et du plateau externe (en particulier dans des topographies de planchers abrupts), des tropiques jusqu'aux régions tempérées des deux hémisphères; on trouve aussi des individus dans certaines régions océaniques, au-delà du talus continental.	CMS : Annexe II CITES : Annexe II UICN : Préoccupation mineure
Dauphin d'Électre (*Peponocephala electra*)	Répartition pantropicale; la répartition de cette espèce coïncide presque exactement avec celle des orques pygmées dans les eaux océaniques tropicales/subtropicales entre 40° N et 35° S environ. On considère que les quelques individus échoués à haute latitude sont extralimites, et on associe généralement ces échouements à ces incursions d'eau chaude.	CMS : Non inscrit CITES : Annexe II UICN : Préoccupation mineure
Lamantin d'Afrique (*Trichechus senegalensis*)	On trouve le lamantin d'Afrique dans la majeure partie des eaux marines côtières, des estuaires d'eaux saumâtres et des fleuves adjacents le long de la côte de l'Afrique de l'Ouest, du sud de la Mauritanie (16° N) à l'Angola (18° S); les lamantins d'Afrique remontent la plupart des grands fleuves au sein de leur aire de répartition, jusqu'à ce que des cataractes ou de l'eau peu profonde empêchent leur progression. On trouve des lamantins à 75 km au large des côtes, le long des plaines littorales et des criques de mangroves (qui se caractérisent par des herbiers abondants et de l'eau calme) de l'archipel des Bijagós de la Guinée-Bissau ainsi que de la région du Casamance (au Sénégal). Les lamantins vivent aussi tout au long du fleuve Gambie, entrant au Sénégal, où on a recensé des individus aussi loin en amont que le parc national de Niokola Koba. Les centres de la population de lamantins d'Afrique semblent être les suivants : la Guinée-Bissau, les lagunes de la Côte d'Ivoire, les parties inférieures du fleuve Niger (au Nigeria), le fleuve Sanaga (au Cameroun), les lagons côtiers du Gabon et les parties inférieures du fleuve Congo.	CMS : Annexes I et II CITES : Annexe I UICN : Vulnérable

Nom commun et nom scientifique	Description de l'habitat et de l'aire de répartition	Statut de protection[1,2]
Phoque-moine méditerranéen (*Monachus monachus*)	Les phoques-moines méditerranéens ont déjà été répartis, à grande échelle et de manière continue, dans la mer Méditerranée, la mer Noire et les mers adjacentes, ainsi que dans les eaux du nord de l'Atlantique du Maroc au Cap Blanc, y compris les îles Canaries, les îles de Madère et les Açores. Quelques individus, possiblement errants, ont été recensés au Sénégal, en Gambie et aux îles du Cap Vert — dans la partie sud de l'aire de répartition — ainsi qu'au Portugal et du côté atlantique de la France dans la partie nord de cette aire. Aujourd'hui, les phoques-moines sont largement distribués, mais cette distribution est fragmentée en un nombre inconnu, mais probablement assez élevé, de très petites sous-populations reproductrices. Les deux colonies survivantes dans la partie sud-est du nord de l'Atlantique se trouvent au Cap Blanc, à la frontière de la Mauritanie et du Sahara Occidental, et aux îles Desertas, qui font partie du groupe des îles de Madère. Des phoques-moines ont aussi été observés le long de la côte de la Langue-de-Barbarie au nord du Sénégal.	CMS : Annexes I et II CITES : Annexe I UICN : En danger

[1] Annexes de la CMS (CMS, 2015) — L'annexe I énumère les espèces migratoires menacées d'extinction. L'annexe II présente les espèces migratoires dont l'état de conservation est défavorable et pour lesquelles des ententes de conservation et de gestion internationales sont nécessaires, ainsi que celles dont l'état de conservation profiterait considérablement d'une coopération internationale, qui pourrait se concrétiser par l'entremise d'une entente internationale.

[2] Annexes de la CITES (CITES, 2017) — L'annexe I énumère les espèces les plus fortement menacées d'extinction parmi les animaux et les plantes inscrits dans la CITES (voir l'article II, alinéa 1 de la Convention). L'annexe II présente les espèces qui ne sont pas nécessairement menacées d'extinction à l'heure actuelle, mais pourraient le devenir si le commerce n'est pas étroitement contrôlé. L'annexe III présente une liste d'espèces incluses à la demande d'une partie prenante qui règlemente déjà le commerce pour ces espèces et qui a besoin de la collaboration d'autres pays pour prévenir l'exploitation non durable ou illégale de ces espèces.

Source : Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction [CITES], 2017; Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage [CMS], 205, 2017; UICN, 2017; Jefferson et al, 2015.

En 2004, Tulp et Leopold (2004) ont réalisé une étude des eaux océaniques dans le but d'examiner la pertinence de la combinaison d'un inventaire de mammifères marins et d'oiseaux de mer avec une diagraphie acoustique effectuée deux fois par année pour évaluer les stocks de poissons pélagiques. La zone d'étude se trouvait à des profondeurs de 20 à 500 m, entre la frontière du Sahara Occidental à 20°40' N et la frontière du Sénégal à une latitude de 16°10' N. Au total, 28 transects placés d'est en ouest à des intervalles de 10 milles marins ont été étudiés. Les cétacés n'ont été vus que très rarement pendant l'étude. Au total, 10 groupes ou individus solitaires ont été observés pendant 91,5 heures de décomptes. Les espèces observées comprennent deux mysticètes (un rorqual commun et une baleine à bosse), trois espèces d'odontocètes (orque, globicéphale non identifié et baleine à bec non identifiée), et deux espèces de dauphins (dauphin commun et grand dauphin).

Du début de février 2002 à la fin de juillet 2002, un vaste levé séismique marin en trois dimensions (3D) a été réalisé pour une grande étendue des eaux du large de la Mauritanie (Burton, 2003). Ce levé portait sur trois zones distinctes : une située le long du plateau et du talus supérieur de la Mauritanie, et deux autres situées le long du talus. Onze espèces de cétacés ont été identifiées pendant ce levé, à savoir trois dauphins (dauphin tacheté de l'Atlantique, grand dauphin et dauphin commun), deux globicéphales (un globicéphale tropical et un globicéphale commun), une orque et cinq mysticètes (baleine bleue, baleine à bosse, rorqual sei, rorqual commun et petit rorqual). Les dauphins représentent 90 % du nombre total d'individus observés pendant la période d'étude; en revanche, les mysticètes n'en représentent que 0,3 %. Les 8,2 % restants sont composés d'odontocètes de plus grande taille, principalement des globicéphales. D'un point de vue temporel, les observations de toutes les espèces ont augmenté en juin et juillet, et tous les mysticètes ont été vus en mai. D'un point de vue spatial, la distribution des observations par profondeur montre une valeur maximale certaine le long du talus continental, entre les contours de 500 m et de 1300 m.

Mammifères marins du Sénégal

Les espèces de mammifères marins du Sénégal sont présentées dans le tableau G-19.

Tableau G-19 Mammifères marins du Sénégal avec leur habitat, leur répartition et leur statut de protection

Nom commun et nom scientifique	Description de l'habitat et de l'aire de répartition	Statut de protection[1,2]
Petit rorqual de l'Atlantique Nord (*Balaenoptera acutorostrata*)	Espèce cosmopolite présente dans tous les océans et à presque toutes les latitudes, de 65° S à 80° N. Dans certaines parties de son aire de répartition, le petit rorqual de l'Atlantique Nord est très abondant; dans d'autres, beaucoup moins. Ses comportements de migration sont très peu connus. L'espèce se trouve dans le nord de l'Atlantique, dans le nord du Pacifique et dans l'hémisphère sud. Prédominants dans le nord de l'Atlantique, les petits rorquals sont aussi présents au sud de cette aire de répartition, dans le sud-est de l'Atlantique Nord, mais sans saisonnalité évidente; de plus, ils ne sont pas courants dans cette partie de l'Atlantique, à l'exception des îles Canaries, où ils semblent apparaître fréquemment toute l'année. Des individus ont été occasionnellement aperçus, parfois de manière isolée, au large de l'Espagne et du Portugal, du Sahara Occidental, de la Mauritanie et du Sénégal. Les petits rorquals sont rares dans les Açores et n'ont jamais été recensés à Madère.	CMS : Non inscrit CITES : Annexes I et II UICN : Préoccupation mineure
Rorqual sei *(Balaenoptera borealis)*	Espèce cosmopolite dont l'aire de répartition est principalement située offshore; on trouve les rorquals sei boréaux dans l'Atlantique Nord, le Pacifique Nord et l'hémisphère sud, occasionnellement dans la mer Méditerranée. Les rorquals sei migrent entre des latitudes tropicales et subtropicales en hiver, ainsi qu'entre des latitudes tempérées et subpolaires en été; ils restent principalement dans des eaux ayant une température de 8°C à 18°C, et ont tendance à ne pas se rendre à des latitudes aussi élevées que les autres espèces de rorquals. Leur répartition hivernale semble être largement dispersée et n'a pas été cartographiée en entier. Des rorquals sei ont été recensés en hiver aussi loin au sud que la mer des Caraïbes et que le Cap Blanc, en Mauritanie.	CMS : Annexes I et II CITES : Annexe I UICN : En danger
Rorqual tropical (*Balaenoptera edeni*)	Sous-espèce présente dans les océans Pacifique, Indien et Atlantique entre 40° N et 40° S ou dans des eaux plus chaudes que 16,3°C. Une migration des individus de la population du sud-est de l'Atlantique et de la population du nord-ouest du Pacifique vers les eaux équatoriales a été documentée en hiver. Les comportements migratoires des autres populations sont très peu connus. Dans le sud de l'Atlantique, une population de rorquals tropicaux passe l'été au large de la côte ouest de l'Afrique du Sud et migre vers les eaux équatoriales de l'Afrique de l'Ouest en hiver. Ailleurs dans l'océan Atlantique, la répartition des rorquals tropicaux est mal connue.	CMS : Annexe II CITES : Annexe I UICN : Données insuffisantes
Baleine bleue (*Balaenoptera musculus*)	Espèce cosmopolite présente dans tous les océans saut l'océan Arctique, mais absente de certaines mers régionales comme la Méditerranée, la mer d'Okhotsk et la mer de Béring. Dans le nord de l'océan Atlantique, la répartition des baleines bleues en été s'étend vers l'ouest, du plateau néo-écossais jusqu'au détroit de Davis. La répartition hivernale des individus est peu connue, mais il semble que par le passé, les baleines bleues étaient réparties à grande échelle dans la moitié sud de l'Atlantique Nord en hiver. Des baleines bleues ont été observées dans les eaux de la Mauritanie; une population ouest-atlantique a également été recensée en hiver aux îles du Cap Vert.	CMS : Annexe I CITES : Annexe I UICN : En danger
Rorqual commun (*Balaenoptera physalus*)	Espèce présente partout dans le monde, principalement, mais non exclusivement, dans les eaux offshore; rare dans les tropiques, sauf dans certaines zones d'eau froide (p. ex., au Pérou). Les individus de cette espèce vivent dans le nord de l'Atlantique, où leur répartition s'étend aussi loin que Svalbard (en Norvège) au nord-est, va jusqu'au détroit de Davis et la baie de Baffin (au Canada), et se rend jusqu'au Danemark et au Groenland au nord-ouest; vers le sud, l'aire de répartition se rend jusqu'au îles Canaries (Espagne) au sud-est et jusqu'aux Antilles au sud-ouest, mais on trouve rarement des individus dans les Caraïbes et dans le golfe du Mexique.	CMS : Annexes I et II CITES : Annexe I UICN : En danger

Nom commun et nom scientifique	Description de l'habitat et de l'aire de répartition	Statut de protection[1,2]
Baleine à bosse (*Megaptera novaeangliae*)	Espèce cosmopolite présente dans tous les grands bassins océaniques, et toutes les sous-populations sauf une (celle de la mer d'Arabie) migrent entre les lieux d'accouplement et les lieux de mise bas dans les eaux tropicales, habituellement près des lignes côtières continentales ou de groupes d'îles, et les eaux plus froides à production élevée à des latitudes tempérées et de hautes latitudes. L'été, les baleines à bosse de l'Atlantique Nord sont réparties du golfe du Maine (à l'ouest) à l'Irlande (à l'est); la partie nordique de la baleine à bosse comprend la mer de Barents, la mer du Groenland et le détroit de Davis. On trouve principalement les baleines à bosse dans des aires d'alimentation spécifiques. En hiver, la grande majorité des baleines migrent vers des territoires d'hivernage dans les Antilles, et un nombre apparemment peu élevé d'individus utilise des lieux de reproduction autour des îles du Cap Vert. Des baleines à bosse ont récemment été aperçues pendant les travaux de reconnaissance de l'hiver 2011-2012 entre Conkary, la Guinée et Dakar au Sénégal (van Waerebeek et al., 2013), mais n'ont pas été observées entre Dakar et Agadir au Maroc.	CMS : Annexe I CITES : Annexe I UICN : Préoccupation mineure
Marsouin commun (*Phocoena phocoena*)	On trouve les marsouins communs dans les eaux froides tempérées à subpolaires de l'hémisphère nord. Ils sont habituellement présents dans les eaux des plateaux continentaux, bien qu'à l'occasion, ils se déplacent dans des eaux offshore plus profondes. Dans l'Atlantique Nord, les marsouins communs sont répartis du sud-ouest des États-Unis jusqu'au sud de l'île de Baffin à l'ouest, ainsi que du Sénégal à la Nouvelle-Zambie à l'est.	CMS : Annexe II CITES : Annexe II UICN : Préoccupation mineure
Cachalot (*Physeter macrocephalus*)	Grande aire de répartition géographique. On peut apercevoir des cachalots dans presque toutes les régions marines, de l'équateur jusqu'aux latitudes hautes, mais on les trouve généralement sur le talus continental ou les eaux plus profondes; la répartition des cachalots s'étend aussi à de nombreuses mers intérieures ou partiellement intérieures.	CMS : Annexes I et II CITES : Annexe I UICN : Vulnérable
Cachalot pygmée (*Kogia breviceps*)	Les cachalots pygmées sont reconnus pour être présents dans des eaux profondes (partie externe du plateau continental et au-delà) dans des zones tropicales à tempérées chaudes de tous les océans. On connaît peu l'aire de répartition des individus de *Kogia breviceps*, bien que le manque de registres relatifs aux observations d'individus vivants puisse davantage découler de leur comportement discret que de leur rareté. La plupart des données proviennent des échouements (en particulier des femelles avec des baleineaux), ce qui pourrait fournir un portrait inexact de leur répartition réelle en mer.	CMS : Non inscrit CITES : Annexe II UICN : Données insuffisantes
Cachalot nain (*Kogia sima*)	Les cachalots nains sont répartis à grande échelle dans les eaux offshore de zones tropicales et tempérées chaudes, bien qu'ils semblent davantage privilégier les eaux chaudes et peut-être plus les eaux offshore.	CMS : Non inscrit CITES : Annexe II UICN : Données insuffisantes
Baleine à bec de Blainville (*Mesoplodon densirostris*)	On trouve cette espèce dans les eaux tempérées et tropicales de tous les océans. Les baleines à bec de Blainville présentent la répartition la plus étendue de toutes les espèces du genre *Mesoplodon* et sont aussi l'espèce la plus tropicale de ce genre. Des individus de cette espèce sont couramment observés autour de certains archipels océaniques, comme Hawaii (É.-U.) et les îles de la Société (Polynésie française). Elles sont également présentes dans de nombreuses mers intérieures.	CMS : Non inscrit CITES : Annexe II UICN : Données insuffisantes
Baleines à bec de Gervais (*Mesoplodon europaeus*)	Les baleines à bec de Gervais sont probablement réparties de manière continue dans les eaux profondes dans l'ensemble des zones tropicales et tempérées de l'océan Atlantique, à la fois au nord et au sud de l'équateur. La plupart des données enregistrées sur cette espèce proviennent de l'Amérique du Nord, de la côte est et de la côte du golfe du Mexique, soit entre New York et le Texas, mais on a également observé des baleines à bec de Gervais au large de plusieurs îles des Caraïbes. Les baleines à bec de Gervais sont celles qui s'échouent le plus couramment dans le sud-est des États-Unis. Dans l'est de l'Atlantique, on sait que ces baleines sont présentes de l'Irlande jusqu'à la Guinée-Bissau, en Afrique de l'Ouest.	CMS : Non inscrit CITES : Annexe II UICN : Données insuffisantes

Nom commun et nom scientifique	Description de l'habitat et de l'aire de répartition	Statut de protection[1,2]
Baleine de Cuvier (*Ziphius cavirostris*)	Les baleines de Cuvier présentent l'aire de répartition la plus étendue de toutes les espèces de baleines à bec. Elles sont largement distribuées dans les eaux offshore de tous les océans, des tropiques jusqu'aux régions polaires, et ce, dans les deux hémisphères. Leur aire de répartition comprend la plupart des eaux océaniques du monde, à l'exception des zones d'eau peu profonde et des régions polaires à latitude très haute. On les trouve également dans de nombreuses mers intérieures.	CMS : Non inscrit CITES : Annexes I et II UICN : Préoccupation mineure
Orque (*Orcinus orca*)	L'orque est l'espèce de cétacés la plus cosmopolite. On peut apercevoir des orques dans presque toutes les régions marines, de l'équateur jusqu'aux eaux polaires. Bien qu'elles soient généralement plus répandues dans les zones côtières et les zones à production élevée ou les régions à haute latitude, il ne semble y avoir aucune restriction relative à la température ou à la profondeur de l'eau dans l'aire de répartition des orques. La répartition de cette espèce s'étend à de nombreuses mers intérieures ou partiellement intérieures.	CMS : Annexe II CITES : Annexe II UICN : Données insuffisantes
Orque pygmée (*Feresa attenuata*)	Espèce tropicale/subtropicale qui habite les eaux océaniques partout dans le monde, généralement entre 40° N et 35° S. Habituellement, les orques pygmées ne s'approchent pas près des côtes, sauf dans certaines régions où des eaux claires et profondes se trouvent près de la côte.	CMS : Non inscrit CITES : Annexe II UICN : Données insuffisantes
Fausse orque (*Pseudorca crassidens*)	On trouve les fausses orques dans des zones tropicales à tempérées chaudes, généralement dans les eaux offshore relativement profondes des trois principaux océans. Habituellement, les fausses orques ne sont pas présentes à des latitudes plus hautes que 50° dans les deux hémisphères. Cependant, certains individus se déplacent à l'occasion vers des eaux à plus haute latitude. On trouve aussi des fausses orques dans de nombreuses mer semi-intérieures et baies.	CMS : Non inscrit CITES : Annexe II UICN : Données insuffisantes
Dauphin commun à bec court (*Delphinus delphis*)	Espèce océanique largement répartie dans les eaux tropicales à tempérées froides des océans Atlantique et Pacifique, des eaux côtières jusqu'à des milliers de kilomètres au large des côtes. On les trouve régulièrement dans certaines mers intérieures.	CMS : Annexes I et II CITES : Annexe II UICN : Préoccupation mineure
Dauphin de Fraser (*Lagenodelphis hosei*)	Répartition pantropicale, principalement entre 30° N et 30° S dans les trois principaux océans. Des individus échoués dans des zones tempérées pourraient être le signe d'incursions extralimites liées à des anomalies océanographiques temporaires.	CMS : Annexe II CITES : Annexe II UICN : Préoccupation mineure
Dauphin à bosse de l'Atlantique (*Sousa teuszii*)	Les dauphins à bosse de l'Atlantique sont présents le long de la côte de l'Afrique de l'Ouest, de la baie de Dakhla (23°54' N) au Maroc/Sahara Occidental jusqu'à Tombua (15°47' S), au sud de l'Angola. On distingue, de manière provisoire, six stocks de gestion contemporains pour cette espèce : la baie de Dakhla (Maroc/Sahara Occidental), le banc d'Arguin (Mauritanie), Saloum-Niumi (Sénégal), le canal de Gêne-Bijagos (Guinée-Bissau), le sud de la Guinée et l'Angola; deux stocks sont aujourd'hui disparus : celui du Cameroun et celui de l'estuaire du Gabon. On remarque des signes d'une migration probable du nord au sud, ainsi qu'un échange possible d'individus entre les centres de répartition des populations ou sous-populations connus (du nord au sud) : la baie de Dakhla (Sahara Occidental), le banc d'Arguin (Mauritanie), la Langue-de-Barbarie (Sénégal), le delta de Sine Saloum (Sénégal), la berge nord-ouest de l'entrée de l'estuaire du fleuve Gambie (Gambie) et l'archipel de la Guinée-Bissau.	CMS : Annexes I et II CITES : Annexe I UICN : Vulnérable

Nom commun et nom scientifique	Description de l'habitat et de l'aire de répartition	Statut de protection[1,2]
Dauphin tacheté pantropical (*Stenella attenuata*)	Répartition pantropicale; les individus de cette espèce sont présents dans tous les océans à environ 40° N et 40° S, bien qu'ils soient beaucoup plus abondants dans les parties à basse latitude de leur aire de répartition. L'aire de répartition comprend certaines mers intérieures.	CMS : Annexe II CITES : Annexe II UICN : Préoccupation mineure
Dauphin de Clymène (*Stenella clymene*)	On trouve seulement cette espèce dans les eaux tropicales et subtropicales de l'océan Atlantique, y compris dans la mer des Caraïbes et dans le golfe du Mexique. Cette espèce est reconnue pour préférer considérablement les eaux chaudes, bien que des individus aient été recensés aussi loin au nord que le New Jersey, sur la côte est américaine, et aussi loin au sud que le sud du Brésil. Les limites de l'aire de répartition sur la côte ouest de l'Afrique ne sont pas bien connues, mais vont au moins de l'équateur jusqu'au nord, en Mauritanie.	CMS : Annexe II CITES : Annexe II UICN : Données insuffisantes
Dauphin bleu et blanc (*Stenella coeruleoalba*)	Espèce à grande répartition, vivant dans les eaux tropicales et tempérées chaudes des océans Atlantique, Pacifique et Indien, ainsi que dans de nombreuses mers adjacentes à ces océans, notamment la mer Méditerranée. Les limites nord et sud de l'aire de répartition sont d'environ 50° N et 40° S, bien que des individus aient été recensés dans des régions extralimites.	CMS : Annexe II CITES : Annexe II UICN : Préoccupation mineure
Dauphin tacheté de l'Atlantique (*Stenella frontalis*)	Cette espèce ne vit que dans l'océan Atlantique, du sud du Brésil aux États-Unis (région de la Nouvelle-Angleterre) à l'ouest, jusqu'à la côte de l'Afrique à l'est; les limites exactes de l'aire de répartition au large de l'Afrique de l'ouest ne sont pas bien connues. On trouve une discontinuité dans l'aire de répartition de l'espèce dans le sud de l'océan Atlantique.	CMS : Non inscrit CITES : Annexe II UICN : Données insuffisantes
Dauphin à long bec (*Stenella longirostris*)	Cette espèce est répartie dans des zones tropicales et subtropicales des deux hémisphères. Les limites de l'aire de répartition des dauphins à long bec se situent à environ 40° N et 40° S. L'espèce *Stenella longirostris* est principalement présente autour des îles océaniques des régions tropicales de l'océan Atlantique, de l'océan Indien et des parties ouest et centrale de l'océan Pacifique, jusqu'à environ 145° O. Cependant, la distribution de l'espèce dans l'océan Atlantique n'est pas bien connue, en particulier pour les eaux de l'Amérique du Sud et de l'Afrique.	CMS : Annexe II CITES : Annexe II UICN : Données insuffisantes
Dauphin à bec étroit (*Steno bredanensis*)	Espèce tropicale à subtropicale, qui habite généralement les eaux océaniques profondes des trois grands océans; elle se retrouve rarement au nord du 40° N ou au sud du 35° S. Cependant, dans certaines régions (comme au large de la côte du Brésil et de l'Afrique de l'Ouest), les dauphins à bec étroit peuvent se trouver dans des eaux côtières moins profondes. On trouve aussi des dauphins à bec étroit dans de nombreuses étendues d'eau semi-intérieures.	CMS : Non inscrit CITES : Annexe II UICN : Préoccupation mineure
Grand dauphin (*Tursiops truncatus*)	Les grands dauphins sont présents partout dans le monde, dans les eaux tropicales et tempérées à l'intérieur des côtes et celles des plateaux, ainsi que dans les eaux tropicales et tempérées côtières et océaniques. Règle générale, les grands dauphins ne se déplacent pas vers les pôles au-delà de 45°, sauf au nord de l'Europe et au sud de la Nouvelle-Zélande.	CMS : Annexes I et II CITES : Annexe II UICN : Préoccupation mineure
Globicéphale tropical (*Globicephala macrorhynchus*)	Les globicéphales tropicaux se trouvent dans les eaux tempérées à tropicales partout dans le monde, généralement dans des eaux offshore profondes; habituellement, ils ne sont pas présents au nord de 50° N ou au sud de 40° S.	CMS : Non inscrit CITES : Annexe II UICN : Données insuffisantes

Nom commun et nom scientifique	Description de l'habitat et de l'aire de répartition	Statut de protection[1,2]
Dauphin de Risso (*Grampus griseus*)	Espèce à vaste répartition qui vit principalement dans les eaux profondes du talus continental et du plateau externe (en particulier dans des topographies de planchers abrupts), des tropiques jusqu'aux régions tempérées des deux hémisphères; on trouve aussi des individus dans certaines régions océaniques, au-delà du talus continental.	CMS : Annexe II CITES : Annexe II UICN : Préoccupation mineure
Dauphin d'Électre (*Peponocephala electra*)	Répartition pantropicale; la répartition de cette espèce coïncide presque exactement avec celle des orques pygmées dans les eaux océaniques tropicales/subtropicales entre 40° N et 35° S environ. On considère que les quelques individus échoués à haute latitude sont extralimites, et on associe généralement ces échouements à ces incursions d'eau chaude.	CMS : Non inscrit CITES : Annexe II UICN : Préoccupation mineure
Lamantin d'Afrique (*Trichechus senegalensis*)	On trouve le lamantin d'Afrique dans la majeure partie des eaux marines côtières, des estuaires d'eaux saumâtres et des fleuves adjacents le long de la côte de l'Afrique de l'Ouest, du sud de la Mauritanie (16° N) à l'Angola (18° S); les lamantins d'Afrique remontent la plupart des grands fleuves au sein de leur aire de répartition, jusqu'à ce que des cataractes ou de l'eau peu profonde empêchent leur progression. On trouve des lamantins à 75 km au large des côtes, le long des plaines littorales et des criques de mangroves (qui se caractérisent par des herbiers abondants et de l'eau calme) de l'archipel des Bijagós de la Guinée-Bissau ainsi que de la région du Casamance (au Sénégal). Les lamantins vivent aussi tout au long du fleuve Gambie, entrant au Sénégal, où on a recensé des individus aussi loin en amont que le parc national de Niokola Koba. Les centres de la population de lamantins d'Afrique semblent être les suivants : la Guinée-Bissau, les lagunes de la Côte d'Ivoire, les parties inférieures du fleuve Niger (au Nigeria), le fleuve Sanaga (au Cameroun), les lagons côtiers du Gabon et les parties inférieures du fleuve Congo.	CMS : Annexes I et II CITES : Annexe I UICN : Vulnérable
Phoque-moine méditerranéen (*Monachus monachus*)	Les phoques-moines méditerranéens ont déjà été répartis, à grande échelle et de manière continue, dans la mer Méditerranée, la mer Noire et les mers adjacentes, ainsi que dans les eaux du nord de l'Atlantique du Maroc au Cap Blanc, y compris les îles Canaries, les îles de Madère et les Açores. Quelques individus, possiblement errants, ont été recensés au Sénégal, en Gambie et aux îles du Cap Vert — dans la partie sud de l'aire de répartition — ainsi qu'au Portugal et du côté atlantique de la France dans la partie nord de cette aire. Aujourd'hui, les phoques-moines sont largement distribués, mais cette distribution est fragmentée en un nombre inconnu, mais probablement assez élevé, de très petites sous-populations reproductrices. Les deux colonies survivantes dans la partie sud-est du nord de l'Atlantique se trouvent au Cap Blanc, à la frontière de la Mauritanie et du Sahara Occidental, et aux îles Desertas, qui font partie du groupe des îles de Madère. Cette espèce a été observée le long de la ligne côtière du Parc national de la Langue-de-Barbarie.	CMS : Annexes I et II CITES : Annexe I UICN : En danger

[1] Annexes de la CMS (CMS, 2015) — L'annexe I énumère les espèces migratoires menacées d'extinction. L'annexe II présente les espèces migratoires dont l'état de conservation est défavorable et pour lesquelles des ententes de conservation et de gestion internationales sont nécessaires, ainsi que celles dont l'état de conservation profiterait considérablement d'une coopération internationale, qui pourrait se concrétiser par l'entremise d'une entente internationale.

[2] Annexes de la CITES (CITES, 2017) — L'annexe I énumère les espèces les plus fortement menacées d'extinction parmi les animaux et les plantes inscrits dans la CITES (voir l'article II, alinéa 1 de la Convention). L'annexe II présente les espèces qui ne sont pas nécessairement menacées d'extinction à l'heure actuelle, mais pourraient le devenir si le commerce n'est pas étroitement contrôlé. L'annexe III présente une liste d'espèces incluses à la demande d'une partie prenante qui règlemente déjà le commerce pour ces espèces et qui a besoin de la collaboration d'autres pays pour prévenir l'exploitation non durable ou illégale de ces espèces.

Source : Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction [CITES], 2017; Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage [CMS], 205, 2017; Union internationale pour la conservation de la nature [IUCN], 2017.

Observations régionales de mammifères marins

Le chapitre de l'EIES portant sur la situation de référence (chapitre 4) présente les données les plus récentes et les plus pertinentes relativement à l'observation des mammifères dans la zone du projet. D'autres travaux de reconnaissance régionaux ont été effectués; le sommaire ci-dessous résume les recherches régionales et/ou les résultats de travaux de reconnaissance pertinents qui étayent les données présentées dans le chapitre 4 de l'EIES.

Ndao (2006) a identifié les inventaires antérieurs des mammifères marins dans la région, en notant les observations obtenues lors d'une étude dans les eaux de l'Afrique du nord-ouest en décembre 2002, qui portaient sur les régions offshore de la Guinée, du Sénégal, de la Gambie et de la Guinée-Bissau. Pendant cette période, 3 538 mammifères marins ont été recensés. Huit taxa ont été observés, soit le grand dauphin, le dauphin tacheté de l'Atlantique, le dauphin tacheté pantropical, le dauphin commun, des dauphins non identifiés, des globicéphales tropicaux, des cachalots et des rorquals tropicaux. Selon ces observations, les trois principales espèces dominantes dans les eaux côtières du Sénégal étaient les dauphins communs (71 %), les globicéphales tropicaux (12 %) et des dauphins non identifiés (10 %). Les cachalots et les rorquals tropicaux sont peu recensés.

En Guinée-Bissau, on trouve plusieurs espèces de dauphins, notamment des grands dauphins (*Tursiops truncatus*) et des dauphins à bosse de l'Atlantique (*Souza teuszii*). Parmi les espèces de baleines et de dauphins présentes près des îles du Cap Vert, on trouve plusieurs espèces de mysticètes (des baleines bleues, *Balaenoptera musculus*; des baleines à bosse, *Megaptera novaeangliae*) et plusieurs espèces d'odontocètes (des grands dauphins, *Tursiops truncatus*; des dauphins tachetés, *Stenella frontalis*; des dauphins tachetés pantropicaux, *Stenella attenuata*; des dauphins communs, *Delphinus delphis*; des globicéphales noirs, *Globicephala melas*; des orques, *Orcinus orca*; des globicéphales tropicaux, *Globicephala macrorhynchus*; et des baleines à bec de Blainville, *Mesoplodon densirostris*).

Djiba et al. (2015) ont résumé les résultats des travaux de recherche des pêches régionales réalisées entre 2011 et 2013 dans les eaux du plateau continental et, dans une mesure restreinte, des eaux contiguës du talus. Ces études portaient sur les eaux au large de la Guinée, de la Guinée-Bissau, de la Mauritanie, du Maroc, du Sénégal, de la Gambie et du Sahara Occidental. Au total, 270 observations initiales ont été notées, et celles-ci ont permis de recenser 14 espèces différentes, notamment 10 taxa d'odontocètes et quatre espèces de mysticètes. Ces observations étaient dominées par des dauphins communs (plus de 71 % du nombre total d'individus observés), suivis par plusieurs autres espèces d'odontocètes : des grands dauphins, des globicéphales, des orques, des dauphins de Risso, des dauphins tachetés de l'Atlantique, des dauphins tachetés pantropicaux, des dauphins de Clymène, des dauphins bleus et blancs et des baleines à becs (ziphiidés). Parmi les mysticètes, la majeure partie des espèces observées étaient des baleines à bosse, suivies des rorquals tropicaux, des rorquals sei et des baleines bleues.

G-7 Tortues de mer

Tortue caouanne (Caretta caretta)

La tortue caouanne est l'espèce de tortue la plus répandue dans la région. Elle est une espèce de tortue de mer cheloniidée de grande taille : la carapace des adultes peut atteindre 1,1 m de longueur et leur poids, 181 kg (Márquez, 1990). Les tortues caouannes vivent dans les eaux côtières tropicales et subtropicales. Les adultes se nourrissent d'une grande variété d'espèces de la faune benthique, notamment des mollusques, des crabes, des oursins de mer, des éponges et des poissons. Les tortues en éclosion s'alimentent de méduses, d'algues *Sargassum*, de gastropodes et de crustacés (Márquez, 1990). La voie de migration des tortues caouannes en Afrique de l'Ouest n'est pas bien comprise. Des études de surveillance par satellite ont montré que les femelles caouannes adultes, et possiblement aussi les mâles (Cejudo et al., 2008) pourraient se déplacer près de la côte ouest de l'Afrique entre la Mauritanie et la Sierra Leone entre les saisons de nidification (Hawkes et al., 2006). La période de nidification des tortues caouannes se déroule de juillet à octobre, principalement le long des lignes côtières continentales.

Tortue luth (Dermochelys coriacea)

La tortue luth (Dermochelys coriacea) est la plus grande tortue de mer et l'un des plus gros reptiles; les adultes présentent une carapace pouvant atteindre une longueur de 1,8 m et peuvent peser jusqu'à 907 kg. Les tortues luth se distinguent facilement de toutes les autres espèces de tortues de mer de par leur grande carapace cuirassée, de forme fuselée et sans écailles, qui possède un ensemble de crêtes dorsales parallèles, aussi appelées « bréchets » (Márquez, 1990). La tortue luth est une espèce cosmopolite que l'on retrouve dans la mer Méditerranée et dans les océans Indien, Pacifique et Atlantique. Les tortues luths sont une espèce fortement pélagique qui s'approche des eaux côtières pendant les périodes de reproduction, bien que des individus aient été aperçus dans les eaux côtières à la recherche de proies. Les tortues luth se nourrissent principalement de méduses, de tuniciers et d'autres invertébrés épipélagiques à corps mou. On a peu de connaissances sur la voie que les tortues luths empruntent pendant leur migration, mais on sait que les membres de cette espèce se déplacent de manière erratique lorsqu'ils sont à la recherche de nourriture. On a signalé certaines activités de nidification des tortues luth en Mauritanie et au Sénégal (Maigret, 1978, 1983; Dupuy, 1986), mais on doit encore confirmer si la nidification des tortues luths est courante dans ces pays (Fretley et al., 2007).

Tortue verte (Chelonia mydas)

La tortue verte est la plus grande tortue chéloniidée. La carapace des adultes peut atteindre 0,91 m et leur poids varie entre 136 et 159 kg (Márquez, 1990). La tortue verte est une espèce circumglobale que l'on retrouve dans la mer Méditerranée et dans les océans Pacifique, Indien et Atlantique à des latitudes de 30° N à 30° S, et, dans une moindre mesure, dans des eaux tempérées (Márquez, 1990). Les données de marquage par satellite indiquent que les tortues vertes, un peu comme les autres tortues de mer, démontrent un comportement fortement migratoire; elles effectuent de vastes migrations côtières et transocéaniques de manière saisonnière et annuelle. Les tortues vertes adultes et juvéniles se retrouvent le long de la majeure partie de la ligne côtière de l'Afrique de l'Ouest, entre le Maroc et la Namibie; on trouve notamment d'importantes populations en cours de nidification et d'alimentation en Mauritanie, en Guinée-Bissau, en Guinée équatoriale, à Sao Tomé et au Gabon. Les grandes zones d'herbiers dans le Parc national du banc d'Arguin [PNBA] sont considérées comme offrant les zones d'alimentation les plus importantes des tortues vertes de l'Afrique de l'Ouest (Formia et Bruford, 2008). La nidification des tortues vertes a lieu de janvier à mars et de juillet à octobre.

Tortue imbriquée (Eretmochelys imbricata)

La tortue imbriquée est une tortue chéloniidée de taille moyenne. La tortue imbriquée est une espèce circumglobale qui vit dans les océans Pacifique, Indien et Atlantique à des latitudes de 30° N et 30° S (Márquez, 1990). Les tortues imbriquées présentent un comportement fortement migratoire : les données de marquage par satellite démontrent que ces tortues effectuent des migrations de courte et de longue durée entre les lieux de nidification et les zones d'alimentation (Blumenthal et al., 2009). Les tortues imbriquées nichent sur les plages de la Guinée et de la Mauritanie.

Tortue olivâtre (Lepidochelys olivacea)

La tortue olivâtre est l'une des plus petites espèces de tortues de mer (Márquez, 1990). La tortue olivâtre est une espèce pantropicale qui vit principalement dans l'hémisphère nord. Elle migre habituellement le long des plateaux continentaux et s'alimente dans les eaux peu profondes du plateau interne et dans les embouchures (Márquez, 1990). On aperçoit parfois cette espèce de tortue dans la région, mais on estime que ses visites à cet endroit sont rares.

Tortue de Kemp (Lepidochelys kempii)

La tortue olivâtre est la plus petite espèce de tortues de mer (Márquez, 1990). Son aire de répartition comprend le golfe du Mexique et l'ouest de l'Atlantique Nord (Márquez, 1990). Des individus égarés appartenant à cette espèce ont été recensés le long des côtes de la Mauritanie; cependant, la présence de la tortue de Kemp dans la région est considérée comme extralimite ou accidentelle.

G-8 Caractérisation des lignes côtières

CSA Ocean Sciences Inc. a effectué une étude de l'imagerie des cartes de base de l'ESRI, en combinaison avec l'application de la méthodologie de la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) pour la caractérisation des lignes côtières et l'indice de vulnérabilité environnemental (IVE) afin de déterminer les caractéristiques de la ligne côtière pour la zone d'étude restreinte. La méthodologie fondée sur l'IVE permet de délimiter 10 grands types de rivage (p. ex. : côte rocheuse; plage sablonneuse; etc.) et un total de 27 caractérisations différentes pour les lignes côtières (NOAA, 2013).

La délimitation des lignes côtières a été interprétée manuellement à l'aide d'une imagerie à haute résolution des cartes de base de l'ESRI. Cette imagerie a été numérisée à diverses échelles selon la complexité des différents types de lignes côtières. Cette approche a permis de simplifier le processus de numérisation sans nuire à la précision. L'échelle de chacune des lignes côtières qui ont été numérisées a été inscrite dans les attributs, de manière à garantir que le degré de précision de la ligne côtière soit documenté. Google Earth a également été utilisé pour faciliter la vérification au sol de la ligne côtière, en tirant parti des photos géolocalisées dans l'application pour inspecter la ligne côtière au niveau du sol (s'il y a lieu) et pour fournir un portrait plus clair de la ligne côtière lorsque les images de l'ESRI étaient entravées (p. ex. : en raison de la couverture nuageuse, de la poussière saharienne, etc.) Pendant cet examen de l'imagerie, le vaste environnement estuarien du fleuve Sénégal n'a pas été évalué.

Au total, six types prédéterminés de rivages ont été utilisés pour la caractérisation de la ligne côtière :

- Falaise rocheuse exposée avec base du talus de blocs rocheux (catégorie 1A de l'IVE)
- Côte rocheuse exposée (catégorie 1C de l'IVE)
- Plage sablonneuse (catégorie 4 de l'IVE)
- Enrochement artificiel et ouvrage de protection (blocs rocheux, galets, cloisons) (catégorie 6B de l'IVE)
- Côte rocheuse protégéw (catégorie 8 de l'IVE)
- Milieux humides (catégorie 10 de l'IVE)

Les types de rivage ont été déterminés à l'avance et consolidés en raison du fait qu'aucun des travaux de vérification au sol n'a été concluant.

La ligne côtière de la zone d'étude restreinte, qui va de Nouadhibou, en Mauritanie, jusqu'à Dakar, au Sénégal, est formée de six types de rivages, comme définies par les catégories d'IVE (NOAA, 2013). Le type prédominant de rivage dans cette zone est la plage sablonneuse, avec des quantités variables, mais limitées, de côtes rocheuses exposées, de falaises rocheuses exposées avec base du talus de blocs rocheux, d'enrochement artificiels et d'ouvrages de protection, de côtes rocheuses protégées et de milieux humides. Les types de rivage, leur mesure linéaire et leur pourcentage par rapport à la longueur totale de ligne côtière au sein de la zone d'étude restreinte de la Mauritanie et du Sénégal sont résumés dans le tableau G-20.

Tableau G-20 Sommaire des types de rivages présents le long de la côte de la zone d'étude restreinte

Type de rivagee	Description	Sénégal		Mauritanie	
		Longueur (km)	Pourcentage de la ligne côtière	Longueur (km)	Pourcentage de la ligne côtière
1A	Côte rocheuse exposée	19,41	7,69	27,93	2,21
1C	Falaise rocheuse exposée avec base du talus de blocs rocheux	11,43	4,53	9,24	0,73
4	Plage sablonneuse	199,66	79,08	1 181,67	93,48
6B	Enrochement artificiels et ouvrage de protection (blocs rocheux, galets, cloisons)	21,37	8,47	6,53	0,52
8	Côte rocheuse protégée	0,61	0,24	0,00	0,00
10	Milieux humides	0,00	0,00	38,71	3,06
**Longueur totale de la ligne côtière*		*252,47*		*1 264,08*	

Note : Calculs effectués à l'aide du système de coordonnées suivant : WGS 1984 UTM Zone 28N; Unité(s) : mètres; type de ligne rivages selon NOAA (2013).

Les figures G-7 et G-8 illustrent les types de rivages pour l'EIES et leur distribution le long des parties mauritanienne et sénégalaise de la zone d'étude restreinte, respectivement.

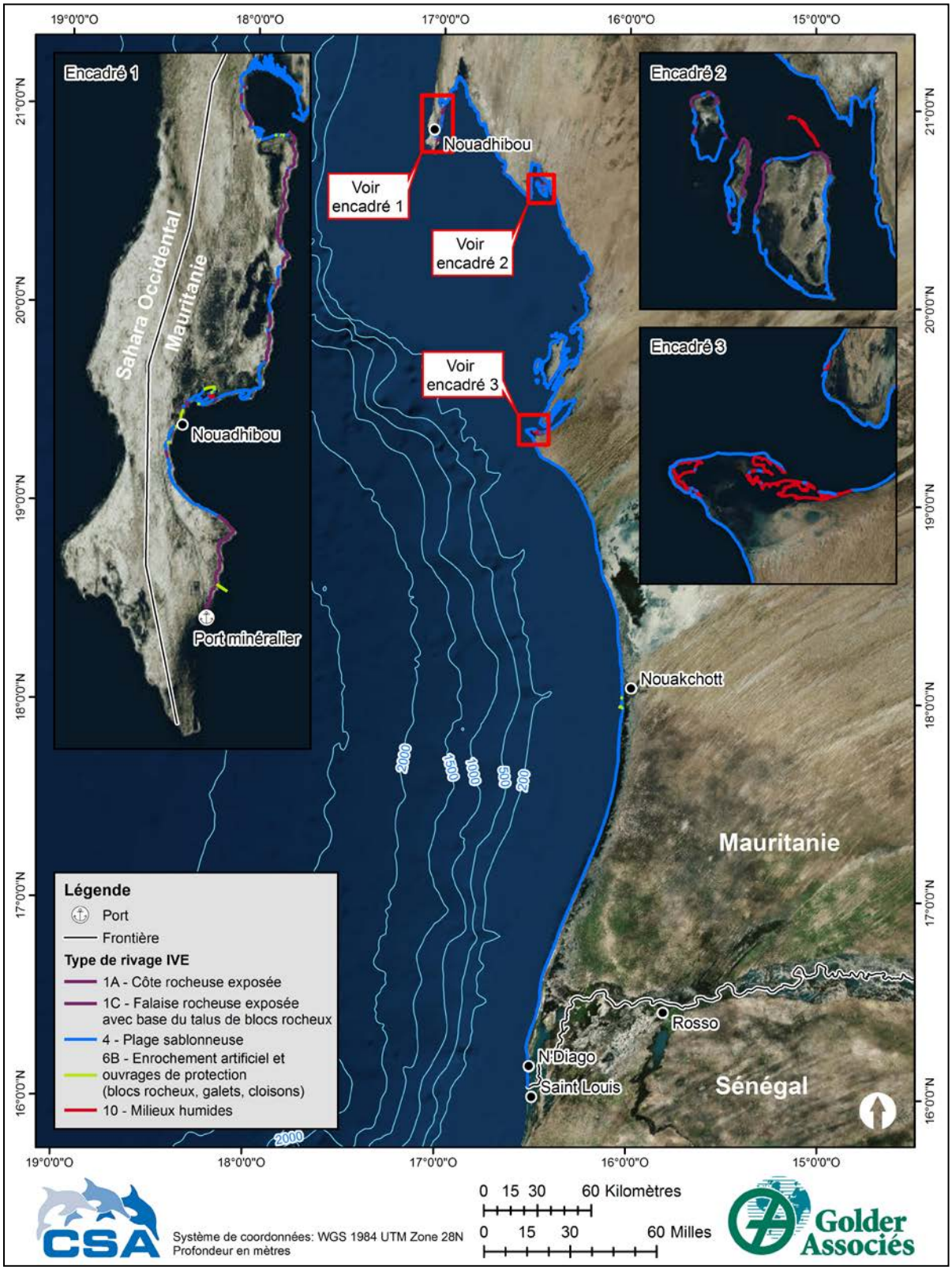


Figure G-7 Caractérisation de la ligne côtière le long de la partie mauritanienne de la zone d'étude restreinte

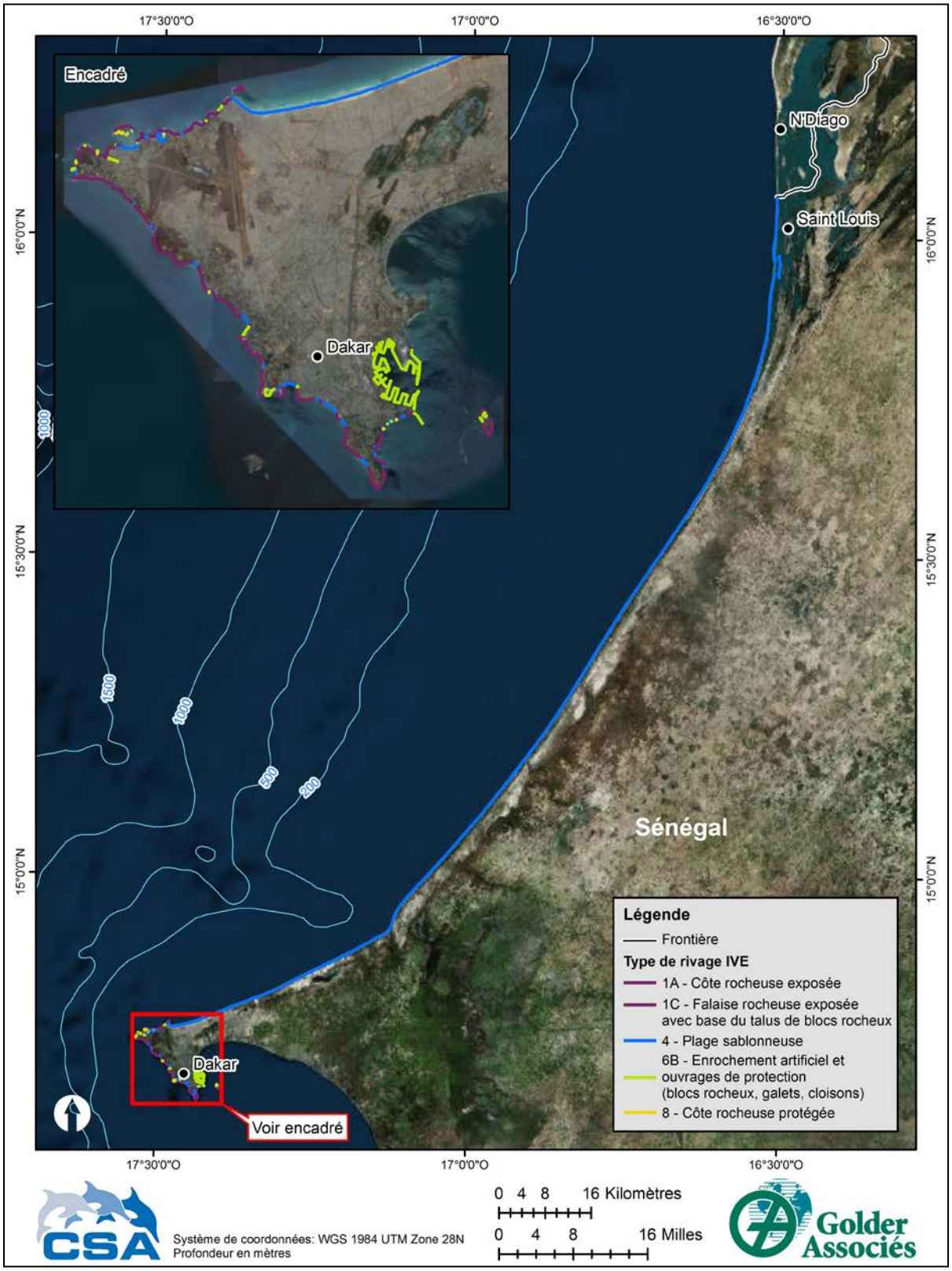


Figure G-8 Caractérisation de la ligne côtière le long de la partie sénégalaise de la zone d'étude restreinte

G-9 Mammifères marins, tortues de mer et son anthropique

Information de base sur les mammifères marins et le son anthropique

Les sons naturels ou anthropiques peuvent avoir des effets défavorables sur les mammifères marins. Quatre zones d'influence de sons anthropiques ont été proposées par Richardson et al. (1995) :

- Zone d'audibilité — zone dans laquelle les sons anthropiques sont supérieurs au seuil d'audition de l'animal et sont détectables au-dessus des niveaux sonores ambiants;
- Zone de son masquant — zone dans laquelle les sons anthropiques peuvent masquer des sons d'importance biologique;
- Zone de réactivité — zone dans laquelle les réactions comportementales aux sons anthropiques surviennent; et
- Zone de perte d'audition, d'inconfort ou de blessure — zone dans laquelle le niveau de son anthropique est suffisamment élevé pour causer une modification des seuils d'audition ou des dommages auditifs.

Ces zones d'influence peuvent être utilisées pour décrire de manière générale la nature des réactions et des impacts possibles liés à l'exposition acoustique.

Southall (2014) a identifié au moins sept niveaux de réactions chez les mammifères marins exposés à des sons anthropiques (en ordre croissant de gravité et en ordre décroissant de probabilité) : aucune réaction observable, vigilance accrue, réactions comportementales mineures (p. ex., modifications vocales associées au masquage), interruption de l'alimentation ou des interactions sociales, comportement d'évitement temporaire, modification de la structure de groupe ou de l'état d'activité et abandon de l'habitat (voir *Stress, perturbation et réactions comportementales* et le tableau G-22). Si un mammifère marin réagit à un son sous-marin en modifiant son comportement ou en se déplaçant pour éviter une source sonore, les impacts de ce changement pourraient ne pas être importants pour l'individu, le stock ou l'espèce. Cependant, si une source sonore déplace des mammifères marins d'une zone importante d'alimentation ou de reproduction pendant une période prolongée, les impacts sur les individus et la population pourraient être considérables.

Mortalité et effets physiologiques non auditifs

Les blessures corporelles directes, qui pourraient conduire à la mortalité, pourraient se produire à proximité d'une source sonore en raison de l'exposition à des événements acoustiques se caractérisant par une durée d'accroissement rapide et une amplitude élevée, notamment les explosions sous-marines, les canons à air ou le fonçage de pieux (p. ex., Ketten, 1995; Landsberg, 2000). Cependant, il est à noter qu'aucune mortalité ni blessure fatale découlant de l'exposition au son de sources de canons à air n'a été documentée chez les mammifères marins. Un animal devrait être très proche de la grappe de bulleurs pendant une longue période pour être soumis à un niveau d'exposition sonore monoimpulsion (SEL_{ss}) qui pourrait causer des blessures ou de la mortalité. Compte tenu des mesures d'atténuation éventuelles qui pourraient être mises en place, il est très peu probable que des mammifères marins soient exposés à des niveaux sonores suffisamment élevés pour entraîner leur mortalité.

Effets auditifs — modification du seuil d'audition

Le niveau sonore minimal qu'un animal peut entendre à une fréquence donnée est appelé le « seuil d'audition ». Une exposition trop importante à une certaine amplitude et à une fréquence précise peut entraîner la modification du seuil d'audition d'un animal. Les modifications du seuil d'audition peuvent être réversibles (c.-à-d. Un déplacement temporaire de seuil [TTS]) ou irréversibles (déplacement permanent du seuil [PTS]) et se définissent comme suit (Finneran et al., 2005; Southall et al., 2007) :

PTS - augmentation permanente du seuil d'audition; aucune donnée n'est actuellement disponible sur les niveaux sonores qui peuvent entraîner un PTS chez les mammifères marins. Le PTS est attribué aux sons qui se caractérisent par des pressions acoustiques de crête et de courtes

durées d'accroissement, ou à des expositions prolongées ou répétées à des niveaux acoustiques suffisamment importants pour provoquer un TTS extrêmement important et, au final, une certaine proportion de mort des cellules ciliées auditives.

TTS – forme moins grave de déficience auditive; l'exposition à des sons d'amplitude élevée conduit à une hausse temporaire (réversible) du seuil d'audition, ce qui signifie que les sons sont plus difficiles à entendre pendant une certaine période. Le TTS peut durer de quelques minutes à quelques heures, voire quelques jours; l'ampleur du TTS dépend notamment du niveau et de la durée de l'exposition sonore.

Plusieurs facteurs importants sont associés au type et à l'importance de la perte d'audition, notamment le niveau d'exposition, l'accumulation d'énergie acoustique, le contenu fréquentiel, la durée et le schéma temporel de l'exposition. Divers effets mécaniques et processus métaboliques au sein du système auditif sous-tendent le TTS et le PTS. Les effets mécaniques peuvent conduire à un stress ou à des dommages dans la structure cellulaire de soutien et à de la fatigue, et les processus métaboliques comprennent le métabolisme des cellules ciliées de l'oreille interne, notamment la production d'énergie, la synthèse de protéines et le transport d'ions. La pression acoustique de crête minimale (L_{pk}) ou SEL qui causerait un PTS est supérieure aux niveaux qui provoquent un TTS, bien que les données disponibles soient insuffisantes pour déterminer la différence exacte entre les deux.

Southall et al. ont résumé des résultats d'expositions sonores et offert un ensemble d'approches pour déterminer les impacts sonores à l'aide de différentes mesures doubles d'acoustiques (p. ex., SPL crête et SEL) pour les mammifères marins qui ont été choisies, puis mises à jour par les directives acoustiques du National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, 2016). Le tableau G-21 présente les mammifères marins triés en groupes d'audition précis et les espèces de chaque groupe qui devraient être présentes autour des activités du projet proposé.

Tableau G-21 Groupes d'audition des mammifères marins, largeur de bande auditive correspondante, et espèces de mammifères marins présentes dans la zone du projet (tiré de : National Oceanic and Atmospheric Administration, 2016).

Groupe d'audition de mammifères marins	Largeur de bande auditive approximative	Espèces de mammifères marins possiblement présentes dans la zone du projet
Cétacés à audition de basse fréquence	7 Hz à 35 kHz	Mysticètes
Cétacés à audition de moyenne fréquence	150 Hz à 160 kHz	Cachalots, baleines à bec, dauphins de l'espèce *Stenella,* grands dauphins, orques, orques pygmées, faux-orques, dauphins de Risso, globicéphales tropicaux, dauphins d'Électre, dauphins de Fraser, sténos
Cétacés à audition de haute fréquence	275 Hz à 160 kHz	Cachalots nains et pygmées
Pinnipèdes en plongée	75 Hz à 75 kHz	Phoques-moine méditerranéens
Pinnipèdes hors de l'eau	75 Hz à 30 kHz	

Hz = hertz; kHz = kilohertz.

Les sources de son sont généralement catégorisées en fonction des caractéristiques de leurs signaux acoustiques et de leurs propriétés temporelles. Deux types de sons sont examinés dans la présente évaluation : les sons par impulsion (cannons à air) et les sons continus (navires). L'évaluation a démontré que le SEL le plus faible reçu émis par impulsion qui pourrait causer un léger TTS était de 198 décibels, par rapport à 1 micropascal seconde carrée (dB p/r 1 $\mu Pa^2 \cdot s$) chez les cétacés. Les odontocètes exposés à des sons par impulsion ont développé un TTS avec un SEL de 183 dB p/r à 1 $\mu Pa^2 \cdot s$. Southall et al. (2007) ont conclu que la réception d'un L_{pk} non pondéré supérieur à 230 dB p/r à 1 µPa par les cétacés pourrait conduire à des blessures auditives, même si les critères de SEL mentionnés précédemment n'étaient pas dépassés.

Les données indiquent que le déclenchement d'un TTS chez les mammifères marins est plus étroitement lié au SEL cumulatif (SEL_{cum}) et devrait être considéré comme une mesure principale des impacts possibles, pas seulement l'impulsion unique la plus forte (L_{pk}) (National Science Foundation [NSF] et U.S. Geological Survey [USGS], 2011). Les seuils acoustiques de déclenchement d'un PTS pour les mammifères marins n'ont pas été directement mesurés et doivent être extrapolés à partir des mesures disponibles en matière de déclenchement d'un TTS et des hypothèses associées à la relation entre la croissance du TTS tirées des études portant sur des mammifères non marins (NOAA, 2016). L'utilisation de doubles mesures (c.-à-d. L_{pk} et SEL_{cum}), comme proposé par Southall et al. (2007), a été le fondement de la publication initiale des seuils acoustiques provisoires proposés par la NOAA (2013), principalement par rapport à leur relation avec le PTS, mais aussi par rapport aux limites d'exposition liées au TTS, ainsi que le fondement des mises à jour et révisions subséquentes (NOAA, 2015, 2016). Aux fins de la présente analyse, les critères de 2016 de la NOAA sont présentés. Ces critères comprennent les seuils acoustiques les plus récents pour le déclenchement d'une modification permanente du seuil d'audition (PTS) et d'une modification temporaire du seuil d'audition (TTS) chez les mammifères marins pour toutes les sources sonores. Ils sont conçus pour être utilisés par les analystes et les gestionnaires de la NOAA, d'autres organismes gouvernementaux et d'autres groupes/parties prenantes afin de mieux prédire comment l'ouïe d'un mammifère répondra à l'exposition sonore. Cependant, en raison de la complexité et du caractère variable des réactions comportementales des mammifères marins, la NOAA continuera, au cours des prochaines années, à développer des lignes directrices supplémentaires relativement aux effets du son anthropique sur le comportement des mammifères marins.

La mesure du SEL_{cum} intègre l'énergie sonore totale reçue au fil du temps; elle représente l'accumulation d'énergie acoustique. Le SEL se définit comme le SPL au carré intégré dans le temps, pour lequel la durée doit être définie (ISO18405:2017). L'utilisation d'une mesure du SEL est avantageuse, parce qu'elle tient compte de l'exposition sonore cumulative, des sons de durées différentes, et des différents types de signaux sonores. Elle permet aussi de comparer les différentes expositions sonores en fonction de l'énergie totale. Cette approche suppose l'absence de récupération de l'audition entre les expositions répétées; cependant, les critères actuels considèrent une exposition sonore pendant des périodes de 24 heures (NOAA, 2016).

Masquage auditif

Le masquage auditif se produit lorsque la perception d'un son donné (signal sonore) est touchée par la présence d'un autre son (son ou bruit masquant). Ce son peut avoir une incidence sur l'ouïe et partiellement ou complètement diminuer la capacité d'un individu à communiquer efficacement; à détecter un prédateur, des proies et/ou des signaux de congénères importants; et à repérer des particularités environnementales importantes associées à l'orientation spatiale (Clark et al., 2009). Le chevauchement spectral, temporel et spatial entre un son masquant et un signal à détecter par l'expéditeur/le destinataire détermine l'étendue de l'interférence; plus le chevauchement spectral et temporel est important, plus le potentiel de masquage est élevé.

Comme l'ont remarqué Wood et al. (2012), les résultats de recherche qui démontrent les effets de masquage du son anthropique sur les mammifères marins caractérisent généralement les impacts liés au masquage par l'entremise de l'identification de diverses stratégies de compensation (c.-à-d., des mécanismes selon lesquels les mammifères marins surmontent les effets de masquage des sons autres que ceux qui présentent un intérêt pour ces mammifères). Voici quelques exemples de stratégies de compensation : une durée accrue des cris (p. ex., celui des baleines à bosse [Miller et al., 2000]), la modification de la hauteur tonale ou de la fréquence du cri (p. ex., comme le font les baleines noires de l'Atlantique Nord et les baleines franches australes (*Eubalaena glacialis* et *E. australis*, respectivement) [Parks et al., 2007], ainsi que par les grands dauphins [Heiler et al., 2016]); la modification de la fréquence des cris (p. ex., comme le font les baleines bleues [Di Lorio et Clark, 2010]; les baleines grises (*Eschrichtius robustus*) [Dahlheim et Castellote, 2016] et les dauphins Costero (*Sotalia guianensis*) [Bittencourt et al., 2017]); et augmenter l'amplitude ou l'intensité des cris (p. ex., comme le font les orques [Holt et al., 2009]). Bien que les effets du masquage aient été documentés chez certaines espèces, il est difficile de quantifier les conséquences sur la survie ou la reproduction du masquage sur un individu ou sur la population (Wood et al., 2012). En général, un manque de réactions observées ne signifie pas l'absence de coûts d'adaptation comme le stress

physiologique et la diminution de la reproduction, la survie ou la réussite de l'alimentation (p. ex., Wright et al., 2007, 2011; Aguilar de Soto et Kight, 2016).

Les sons ambiants naturellement présents dans l'environnement proviennent de diverses sources, notamment le vent, les vagues, la pluie et les autres animaux, ainsi que (à des fréquences supérieures à 30 kilohertz [kHz]), des sons thermiques qui découlent de l'agitation moléculaire (Richardson et al., 1995). Les sons ambiants peuvent aussi comprendre des sons provenant d'activités humaines distantes (p. ex., activités maritimes), en particulier dans les zones qui se caractérisent par une importante circulation maritime. Le son ambiant peut produire du masquage, qui, dans les faits, nuit à la capacité d'un animal à détecter un signal sonore qu'il pourrait autrement entendre. Le masquage empêche une partie ou la totalité d'un signal sonore d'être entendue. Le masquage supplémentaire des sons naturels peut survenir lorsque des activités humaines produisent des niveaux élevés de sons ambiants. Comme le son ambiant varie grandement sur les plateaux continentaux (Desharnais et al., 1999), il existe un degré élevé de variation dans la portée à laquelle les mammifères marins peuvent détecter les sons anthropiques.

Les sources sonores utilisées pendant l'étude ou les études de PSV proposée(s) pourraient masquer la communication entre les mammifères marins et la surveillance de l'environnement qui les entoure si un individu est présent dans la zone d'étude et que son acuité auditive coïncide avec la fréquence et la nature intermittente de la source sonore utilisée. En supposant que cette activité sera d'une durée relativement courte et que la source sonore sera de nature intermittente pendant l'étude de PSV, le masquage est peu probable, et, par conséquent, n'est pas considéré comme étant un problème important pour les mammifères marins pendant le projet. De plus, les mesures d'atténuation disponibles pourraient être utilisées pour diminuer le risque qu'un mammifère marin, quel qu'il soit, se trouve dans la zone d'exclusion de l'ensemble sismologique en fonction, ce qui diminue les risques de masquage dans un rayon de 500 m autour de la source sonore.

Stress, perturbation et réactions comportementales

Le stress chez les mammifères marins qui découle de l'exposition sonore touche généralement le système nerveux sympathique. Romano et al. (2004) ont indiqué qu'aucune approche quantitative permettant d'estimer les changements dans la mortalité ou la fécondité des mammifères marins n'a été identifiée, et que les effets qualitatifs peuvent comprendre une susceptibilité accrue aux maladies et une interruption précoce de la gestation.

Wright et Kuczaj (2007) précisent qu'il existe de grandes lacunes en matière de données relativement aux effets physiologiques précis que l'exposition chronique, répétitive ou même aiguë aux sons anthropiques peut avoir sur les cétacés et les autres mammifères marins, en faisant référence aux efforts antérieurs visant à résumer les études liées au stress (p. ex. : Fair et Becker, 2000; Nowacek et al., 2007).

Rolland et al. (2012) ont déterminé que les sons à faible fréquence provenant des navires peuvent être associés à du stress chronique (p. ex. : niveaux élevés d'hormones de stress et de métabolites connexes) chez les baleines noires de l'Atlantique Nord, avec des conséquences pour tous les mysticètes se trouvant dans la zone à circulation maritime dense.

La perturbation est l'un des principaux problèmes associés aux impacts possibles du son anthropique sur les mammifères marins. Les réactions comportementales des mammifères marins à l'exposition aux sons anthropique ont été examinées à plusieurs reprises au cours de la dernière décennie (p. ex. : (p. ex., Nowacek et al., 2007; Southall et al., 2007; NSF et USGS, 2011; Gomez et al., 2016). Southall et al. (2007) ont classé la gravité des réactions comportementales afin de repérer les comportements relativement mineurs ou brefs et ceux qui risquent davantage d'avoir une incidence sur ces animaux (tableau G-22).

Une conclusion commune à ces analyses est que les réactions comportementales, même au sein d'une espèce donnée, varient grandement en fonction de paramètres biologiques et environnementaux. Wartzok et al. (2003) ont classé ces paramètres biologiques et environnementaux dans les catégories suivantes : 1) des facteurs internes propres à chaque animal qui ont une incidence sur la réaction de l'individu aux sons anthropiques; et 2) des facteurs externes associés au contexte de l'exposition qui ont une incidence sur la probabilité associée à divers types de réactions comportementales. Comme l'ont résumé Wood et al. (2012), les facteurs internes comprennent ce qui suit :

- L'acuité auditive de l'individu, ses tendances en matière d'activité, et l'état de ses motivations et de son comportement au moment de l'exposition;
- L'exposition antérieure de l'animal au son anthropique, qui pourrait avoir mené à une accoutumance ou à une sensibilisation;
- La tolérance de l'individu aux expositions sonores; et
- Des facteurs démographiques (p. ex. : âge, sexe et présence de progéniture dépendante).

Les facteurs externes comprennent ce qui suit :

- Les caractéristiques non acoustiques de la source sonore (p. ex., source stationnaire ou en déplacement);
- Les facteurs environnementaux qui ont une incidence sur la transmission du son;
- Les caractéristiques de l'habitat (p. ex., exposition dans un endroit confiné); et
- L'emplacement (p. ex., proximité de l'animal par rapport à une ligne côtière).

Ces facteurs internes et externes étayent le calcul de seuils distincts pour la perturbation du comportement des cétacés et des pinnipèdes. Ellision et al. (2011) ont affirmé que plusieurs facteurs (p. ex., des facteurs environnementaux et biologiques et des influences opérationnelles) pourraient avoir une incidence à la fois sur la perception des sons reçus et sur les réactions comportementales complexes qui pourraient en découler. Une telle approche diffère des critères américains actuels en matière d'exposition sonore, fondée sur les seuils d'audition, pour la perturbation comportementale, soit un SPL_{rms} de 160 dB p/r à 1 µPa pour les sons produits par impulsion (NOAA, 2018). Le déclenchement d'un TTS et les réactions comportementales sont considérés comme des impacts défavorables, mais non préjudiciables. Il n'existe aucun consensus sur les mesures d'exposition sonore appropriées ou sur les critères de seuils d'audition pour évaluer les réactions comportementales (Southall et al., 2007). Bien que des critères liés au seuil pour les comportements soient disponibles, compte tenu du caractère variable des réactions aux sons, ces critères peuvent être utilisés comme fondement à une évaluation plutôt que d'être considérés comme un signe absolu que des impacts se concrétiseront.

Tableau G-22 Échelle de gravité pour la classification des réactions comportementales observées chez les mammifères marins en liberté à divers types de sons anthropiques (tiré de : Southall et al., 2007).

Pointage de la réaction	Comportements correspondants
0	Aucune réaction observable
1	Réaction d'orientation brève (recherche/orientation visuelle)
2	Plusieurs comportements d'orientation ou comportement d'orientation modéré Interruption ou modification brève ou mineure du comportement vocal Changement bref ou mineur de la fréquence respiratoire
3	Comportement d'orientation prolongé Comportement de vigilance individuel Changements mineurs dans la vitesse de déplacement, dans le sens de déplacement, et/ou dans le profil de plongée, mais sans évitement de la source sonore Changement modéré de la fréquence respiratoire Interruption ou modification mineures du comportement vocal (durée < durée de fonctionnement de la source), y compris l'effet Lombard
4	Changements modérés dans la vitesse de déplacement, dans le sens de déplacement, et/ou dans le profil de plongée, mais sans évitement de la source sonore Modification brève et mineure de la répartition du groupe Interruption ou modification modérées du comportement vocal (durée ~ durée de fonctionnement de la source)
5	Changements considérables ou prolongés dans la vitesse de déplacement, dans le sens de déplacement, et/ou dans le profil de plongée, mais sans évitement de la source sonore Modification modérée de la répartition du groupe Changement de la distance entre les animaux et/ou dans la taille du groupe (rapprochement ou dispersion) Interruption ou modification prolongées du comportement vocal (durée > durée de fonctionnement de la source)
6	Évitement mineur ou modéré de la source sonore par l'individu ou le groupe Séparation brève ou mineur des femelles et de leur progéniture dépendante Comportement agressif associé à l'exposition au bruit (p. ex. : claquement de queue/de nageoires, présentation de la nageoire caudale, claquement des mâchoires/grincements de dents, mouvement soudain dirigé, nuages de bulles) Interruption ou modification prolongées du comportement vocal Réaction de sursaut visible Interruption brève du comportement de reproduction
7	Comportement agressif considérable ou prolongé Séparation modérée des femelles et de leur progéniture dépendante Réaction anti-prédateurs claire Évitement grave et/ou prolongé de la source sonore Interruption modérée du comportement de reproduction

Pointage de la réaction	Comportements correspondants
8	Aversion évidente et/ou sensibilisation progressive Séparation prolongée ou considérable des femelles et de leur progéniture dépendante, avec perturbation des mécanismes acoustiques de rassemblement Évitement à long terme de la région (> fonctionnement de la source) Interruption prolongée du comportement de reproduction
9	Panique franche, fuite, ruée, attaque des congénères, ou événements d'échouements Comportement d'évitement associé à la détection de prédateurs

Ellision et al. (2011) ont indiqué que « l'accent mis exclusivement sur l'amplitude du son reçu ignore un ensemble diversifié de facteurs environnementaux, biologiques et opérationnels (c.-à-d., le contexte) qui pourraient avoir une incidence à la fois sur la perception des sons reçus et sur les réactions comportementales complexes que ces sons pourraient provoquer. » Ils citent également des preuves démontrant que divers facteurs peuvent « déterminer la forme, la probabilité et l'ampleur de la réaction d'un animal envers le son. »

Il existe une quantité considérable de documents portant sur les effets du son provenant des activités anthropiques sur les mammifères marins. Une mise en garde sur les documents cités ci-dessous est que la mesure spécifique du SPL n'a pas été définie; par exemple, l'amplitude quadratique moyenne du bruit, la différence crête à crête, la valeur zéro à crête, ou l'amplitude quadratique moyenne à crête. Malheureusement, les unités de SPL dans ce contexte, lorsque l'information est incluse, n'ont pas pu être précisées. Par conséquent, toute comparaison entre les valeurs et avec les valeurs de seuil se limite à étayer la discussion plutôt que d'indiquer de manière absolue la probabilité que l'impact se concrétise.

Bien qu'il soit difficile de prédire des réactions comportementales découlant des SPL reçus en raison de l'incohérence des données, Richardson et al. (1995) signalent que la plupart des odontocètes de petite et de moyenne tailles exposés à des sons sous-marins prolongés ou répétés sont peu susceptibles de se déplacer, à moins que le SPL total reçu soit d'au moins 140 dB p/r à 1 µPa. Bain et Dahlheim (1994) ont observé des changements de comportement chez un orque en captivité qui était exposé à un SPL de 135 dB p/r à 1 µPa (sous 5 kHz), et Bain (1995) a utilisé efficacement un signal avec un SPL reçu d'environ 135 dB p/r à 1 µPa (à 300 Hz) comme moyen de dissuasion. Williams et al. (2002a, b, 2009) ont déterminé que les orques présentaient des changements comportementaux en présence d'un seul navire produisant un SPL d'environ 105 à 110 dB p/r à 1 µPa. Holt et al. (2009) ont démontré que les orques augmentaient l'amplitude de leur cri de 1 dB pour chaque augmentation de 1 dB des niveaux sonores ambiants.

Olesiuk et al. (2002) ont déterminé que les marsouins communs évitaient le son provenant d'appareils de harcèlement acoustique produisant un niveau de SPL de 195 dB p/r à 1 µPa m dans un rayon de 3 km, une distance à laquelle les SPL reçus avaient une valeur approximative de 135 dB p/r à 1 µPa. Les marsouins évitent les bouées acoustiques actives présentant des sources de SPL d'environ 130 dB p/r à re 1 µPa m jusqu'à des distances de 100 à 1 000 m, selon l'expérience et le contexte environnemental (Gearin et al., 1996, 2000; Kraus et al., 1997; Laake et al., 1997, 1998; Barlow et Cameron, 1999; Cameron, 1999; Cox et al., 2001; Bain, 2002).

Les cachalots exposés à un sonar actif à faible fréquence (1 à 2 kHz) passent à un état où ils ne s'alimentent pas et ne se reposent pas lorsque les SPL reçus varient entre 131 et 165 dB p/r à 1 µPa (Isojunno et al., 2016). Une étude de Miller et al. (2009) suggère que les cachalots ne présentent pas de réactions d'évitement à la suite du déclenchement de canons à air à des distances de 7 à 13 km (4,3 à 8 miles), ou à la suite d'expositions à des ensembles complets à des distances de 1 à 13 km (0,6 à 8 miles); cependant, ils pourraient avoir subi d'autres effets, comme le report ou l'évitement des comportements de recherche de nourriture (plongée en eau profonde) en raison des hauts niveaux sonores présents sous une grappe de bulleurs située à proximité. Des données disponibles limitées indiquent que les cachalots sont parfois plus réactifs au son anthropique que les autres odontocètes (Miller et al., 2009)

Des changements dans les clics d'écholocalisation des marsouins communs (*Phocoena phocoena*) ont été remarqués par Pirotta et al. (2014) à la suite d'une exposition à des sons de source séismique. Ils ont observé une diminution de 15 % de la fréquence des clics de « bourdonnement » pendant les travaux actifs de reconnaissance. De plus, une interruption des clics de recherche de nourriture a été observée chez les baleines à bec boréales (*Hyperoodon ampullatus*) pendant leur exposition à des signaux de sonar navals (Miller et al., 2015). Les baleines à bec de Cuvier ont réagi à un sonar actif de fréquence moyenne avec des SPL reçus de 89 à 127 dB p/r à 1 µPa en interrompant leur levée de nageoires et leur écholocalisation, deux comportements normaux, en s'éloignant rapidement et silencieusement, et en prolongeant la durée de leurs plongées et de l'intervalle non ravageur subséquent (DeRuiter et al., 2013). Aucune réaction n'a été provoquée par des sources de sonar distantes (SPL reçus de 78 à 106 dB p/r à 1 µPa), ce qui laisse penser que le contexte peut modérer les réactions.

Les données existantes suggèrent que les mysticètes ont une acuité auditive supérieure à celle des odontocètes à de faibles fréquences, et plusieurs études indiquent que les mysticètes évitent les sources sonores présentant des SPL reçus d'environ 120 dB p/r à 1 µPa pendant la migration (c.-à-d. qu'une probabilité de 0,5 d'évitement par les baleines grises d'une source de sa constante a été observée par Malme et al. (1988]). Goldbogen et al. (2013) ont démontré que les sonars à fréquence moyenne (1 à 10 kHz) avaient une incidence considérable sur les comportements d'alimentation des baleines bleues, malgré l'utilisation de niveaux de sources sonores d'ordres de grandeur inférieurs à ceux de certains systèmes d'opérations militaires. Lorsque des réactions comportementales se sont produites, elles comprenaient l'interruption des activités d'alimentation, l'augmentation de la vitesse de nage et un déplacement dirigé qui éloignait l'animal de la source sonore. Les baleines noires de l'Atlantique nord présentaient des changements dans leur comportement de plongée lorsqu'elles étaient exposées à des SPL inférieurs à 135 dB p/r à 1 µPa (Nowacek et al., 2004). Des résultats semblables ont été démontrés pour les baleines boréales. Robertson et al. (2013) ont indiqué que des changements se produisaient dans le comportement de plongée des baleines boréales (*Balaena mysticetus*) en présence d'opérations séismiques, mais que ces changements dépendaient du contexte (p. ex., de l'activité de la baleine). Dans cette étude, la distance entre les sources séismiques et les baleines variait entre 6 et 99 km.

Selon les observations, les baleines bleues et les rorquals communs exposés à des sons par impulsion produits lors de levés séismiques cessaient d'émettre des chants redondants (McDonald et al., 1995; Clark et Gagnon, 2004). En revanche, Di Lorio et Clark (2010) ont observé une augmentation des cris éphémères des baleines pendant les opérations d'un étinceleur séismique, ce qui laisse croire que les baleines bleues réagissent aux interférences acoustiques selon le contexte et le signal produit. Les baleines noires de l'Atlantique Nord exposées à des niveaux sonores élevés provenant des activités maritimes ont augmenté la fréquence de leurs cris (Parks et al., 2007), et certaines baleines à bosse ont réagi à des lecteurs de sonars actifs à basse fréquence en augmentant la longueur de leurs chants (Miller et al., 2000; Fristrup et al., 2003). Les baleines grises ont modifié la fréquence de leurs cris en présence de grands et de petits navires (Dahlheim et Castellote, 2016).

Les réactions acoustiques des cétacés lors de levés séismiques comprennent la diminution des fréquences de vocalisation (Goold, 1996) ou l'interruption des chants (McDonald et al, 1995). Les autres modifications vocales à court terme observées chez les taxa exposés à des niveaux élevés de sons ambiants comprennent le changement de fréquence des cris, l'augmentation de l'amplitude ou de la durée des cris, et l'interruption des cris (Nowacek et al., 2007).

Information de base sur les tortues de mer et le son anthropique

Peu d'études ont examiné le rôle des signaux acoustiques dans l'écologie des tortues de mer (Mrosovsky, 1972; Samuel et al., 2005; Nunny et al., 2008). Certaines données démontrent que les tortues de mer peuvent utiliser des sons pour communiquer, mais les quelques vocalisations décrites pour les tortues de mer sont restreintes aux « grognements » des femelles en nidification (Mrosovsky, 1972). Ces sons présentent une faible fréquence et sont relativement forts, ce qui permet de poser l'hypothèse que les femelles en nidification utilisent des sons pour communiquer avec leurs congénères (Mrosovsky, 1972). Il existe bien peu de connaissances sur la mesure dans laquelle les tortues de mer utilisent leur environnement acoustique. L'environnement acoustique des tortues de mer change avec chaque modification de l'habitat ontogénétique. Dans l'environnement côtier où les tortues de mer juvéniles et adultes vivent en général, les niveaux de son ambiant sont habituellement supérieurs à ceux de l'environnement en haute mer des tortues nouveau-nées; cet environnement côtier est dominé par les sons de basse fréquence (Hawkins et Myrberg, 1983) et, dans les zones à trafic élevé, les sons de basse fréquence quasi constants provenant des activités maritimes et de la navigation de plaisance (Hildebrand, 2009).

La majeure partie des recherches sur l'acuité auditive des tortues de mer se limite à des dissections morphologiques brutes (Wever, 1978; Lenhardt et al., 1985). Selon la morphologie fonctionnelle de l'oreille, il semble que les tortues de mer reçoivent le son par l'entremise d'un canal d'oreille moyenne standard doté d'un tympan et d'osselets. La tortue de mer semble mal recevoir les sons aériens, mais est bien adaptée à la détection des sons sous-marins. La couche adipeuse dense située sous le tympan agit comme canal de basse impédance pour les sons sous-marins. De plus, la rétention d'air

dans l'oreille moyenne de ces tortues de mer suggère qu'elles sont capables de détecter des pressions acoustiques.

Des études électrophysiologiques sur l'ouïe ont été réalisées sur des tortues vertes juvéniles (Ridgway et al., 1969; Bartol et Ketten, 2006), des tortues de Kemp juvéniles (Bartol et Ketten, 2006), et des tortues caouannes juvéniles (Bartol et al., 1999; Lavender et al., 2010, 2012). Les réactions électrophysiologiques, plus précisément les potentiels évoqués auditifs (PEA), sont la technique la plus largement reconnue pour mesurer l'audition dans des situations où les essais comportementaux normaux sont irréalisables. La plupart des recherches sur les PEA se sont concentrées sur les réactions survenant dans les 10 millisecondes (ms) suivant la présentation d'un clic ou d'une brève tonalité, qui a été appelée la « réaction évoquée auditive du tronc cérébral » (en anglais, *ABR*).

Ridgway et al. (1969) ont mesuré les PEA de tortues vertes à l'aide de stimulus aériens et vibratoires. Les tortues vertes détectent une plage limitée de fréquences (200-700 Hz) avec une acuité optimale dans la plage tonale basse d'environ 400 Hz. Bien que cette étude ait examiné deux modes distincts de réception des sons (c.-à-d., la conduction aérienne et la conduction osseuse), les courbes d'acuité étaient relativement semblables, ce qui suggère que l'oreille interne est la structure principale pour déterminer la sensibilité aux fréquences. Pour mesurer les réactions électrophysiologiques aux stimuli sonores, Bartol et al. (1999) ont recueilli des *ABR* chez des tortues caouannes juvéniles. Des seuils ont été consignés pour les stimulus de tonalités et de clics. L'acuité la plus élevée a été trouvée dans la plage de basses fréquences de 250-1 000 Hz. La diminution d'acuité était rapide au-dessus de 1 000 Hz, et le seuil testé où l'acuité était la plus élevée était de 250 Hz. Plus récemment, Bartol et Ketten (2006) ont recueilli des ABR sous-marins de tortues caouannes nouveau-nées et juvéniles et de tortues vertes juveniles à l'aide de haut-parleurs suspendus dans les airs pendant que le tympan des tortues restait submergé. Toutes les tortues analysées ont réagi aux sons de la plage de basses fréquences, à partir de 100 Hz (fréquence la plus basse testée) et jusqu'à un maximum de 900 Hz. Les plus petites tortues testées, soit les tortues caouannes nouveau-nées, avaient la plage d'acuité la plus importante (100-900 Hz), alors que les tortues juvéniles les plus grandes réagissaient à une plage beaucoup plus étroite (100-400 Hz). L'acuité auditive des tortues vertes variait également en fonction de leur taille; les plus petites tortues vertes présentaient une plus grande plage d'acuité auditive (100 -800 Hz) que celle détectée chez les sujets de plus grande taille (100-500 Hz). En utilisant des haut-parleurs sous-marins comme source sonore, Lavender et al. (2010, 2012) ont mesurés les PEA sous-marins de tortues caouannes — de l'âge d'un an jusqu'à l'âge de prépreproduction — et ont détecté des réactions aux fréquences entre 50 et 1 000 Hz.

Effets auditifs — modification du seuil d'audition

Selon l'information disponible, on suppose que des impacts auditifs comme le TTS ou le PTS pourraient se produire chez des tortues de mer. Cependant, contrairement aux mammifères marins, aucun critère propre aux tortues de mer n'a été défini pour ces effets, principalement parce qu'en raison de la faible quantité de données existantes sur les tortues de mer, des critères associés à d'autres composantes aquatiques, comme les poissons, ont été utilisés pour les tortues de mer (Popper et al., 2014). Par définition, le TTS est une atteinte temporaire et récupérable aux structures de l'ouïe (cellules ciliées sensorielles) et peut varier en intensité et en durée. Pour les individus qui subissent un TTS, les capacités auditives normales reviennent avec le temps; cependant, les animaux pourraient ne pas avoir la capacité de détecter des proies et des prédateurs et d'évaluer leur environnement pendant leur période de récupération. En revanche, le PTS conduit à une perte d'audition permanente, mais d'intensité variable, en raison de la perte de cellules ciliées sensorielles (Clark, 1991). Peu d'études ont analysé les dommages aux cellules ciliées chez les reptiles, et ces études n'indiquent pas avec précision si les tortues de mer sont en mesure de régénérer les cellules ciliées sensorielles endommagées (Warchol, 2011).

Comme mentionné précédemment, il n'existe aucun critère d'audition pour les tortues de mer, et le NMFS applique généralement les critères aux mammifères marins de basse fréquence afin d'évaluer les risques d'impacts semblables. Les critères actuels du NMFS pour le déclenchement du PTS chez les cétacés de basse fréquence sont un niveau reçu d'exposition sonore cumulatif (SEL_{cum}) de 183 dB pour des sons produits parimpulsion. Les critères actuels pour la réaction comportementale/le déclenchement du TTS pour les cétacés de basse fréquence est une pression sonore reçue (SPL) de 160 dB_{rms}. Popper et al. (2014) ont fourni des seuils acoustiques pour la mortalité et les blessures

potentiellement mortelles chez les tortues de mer pour des sons impulsifs (fonçage de pieux [210 dB SEL_{cum} ou >207 dB_{peak}] et canons à air séismiques [210 dB SEL_{cum} or >207 dB_{peak}]). Les seuils de dommages auditifs (blessures guérissables, TTS, masquage, et réaction comportementale) n'ont pas été fournis.

Masquage auditif

Les niveaux sonores inférieurs aux seuils de déclenchement du TTS et du PTS ont le potentiel de masquer les sons pertinents dans l'environnement ou provoquer des changements comportementaux simples chez les tortues de mer, notamment des manœuvres d'évitement (p. ex., plongée ou changements dans la direction et/ou la vitesse de nage). Les sons de masquage peuvent nuire à l'acquisition de proies ou de compagnons de reproduction, l'évitement de prédateurs et, dans le cas des tortues de mer, l'identification d'un site de nidification approprié (Nunny et al., 2008). Ces sons de masquage pourraient avoir des origines diverses, qu'il s'agisse de sons naturels ou de sons anthropiques (Hildebrand, 2009). Comme les tortues de mer semblent être des spécialistes des basses fréquences, les sons de masquage éventuels se situeraient dans la plage de 50-1 000 Hz. Il n'existe aucune donnée quantitative démontrant les effets de masquage chez les tortues de mer. Les changements comportementaux qui pourraient découler des sons de masquage pourraient avoir des conséquences écologiques pour les tortues de mer, bien qu'aucune donnée quantitative ne démontre ces effets.

Réactions comportementales

Peu de données existent sur les niveaux sonores qui pourraient provoquer des changements comportementaux chez les tortues de mer. Des réactions d'évitement aux signaux séismiques ont été observées à des niveaux entre 166 et 179 dB p/r à 1 µPa rms (Moein et al., 1995; McCauley et al., 2000a); cependant, ces deux études ont été réalisées dans un environnement où les tortues étaient en cage, alors l'ampleur de l'évitement n'a pas pu être évaluée. Dans les études qui ont tenté d'utiliser des canons à air pour repousser les tortues pendant des travaux de dragage, Moein et al. (1995) ont observé un effet d'accoutumance aux sons provenant des canons à air; les animaux ont cessé de réagir au signal après qu'il ait été émis trois fois. Selon ces résultats, il n'était pas clair si ce manque de réaction comportementale était un résultat d'accoutumance comportementale, ou des effets physiques du TTS ou du PTS.

G-10 Paramètres d'échantillonnage de l'eau de mer et des sédiments

L'échantillonnage et les analyses pour la qualité de l'eau de mer et la qualité des sédiments sont présentés dans l'étude de référence environnementale océanographique à l'annexe D.

Le tableau G-23 ci-dessous présente la liste des paramètres analysés lors de l'étude de référence environnementale océanographique du projet ainsi que leur justification.

Tableau G-23 Justification des paramètres pour l'échantillonnage de l'eau de mer et des sédiments

Analyte(s)	Justification
Profils de la colonne d'eau	
Conductivité/salinité	Paramètres généraux de caractérisation de la masse d'eau
Température	Paramètres généraux de caractérisation de la masse d'eau
pH	Paramètres généraux de caractérisation de la masse d'eau
Oxygène dissous (O.D.)	Indicateur des processus de production primaire, de respiration et de minéralisation au sein de la colonne d'eau
Chlorophylle *a*	Indicateur de la productivité relative de la colonne d'eau
Turbidité	Indicateur des particules solides en suspension dans la colonne d'eau; permet d'évaluer la clarté de l'eau
Eau de mer	
Matières en suspension	Indicateur de la qualité de l'eau relativement à la présence de particules dans la colonne d'eau; les matières en suspension sont considérées comme un polluant classique dans le Clean Water Act des États-Unis
Métaux totaux (As, Ba, Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, V, Zn)	Les analytes comprennent certains métaux considérés comme des polluants prioritaires par l'USEPA et des métaux habituellement inclus dans les programmes environnementaux liés au pétrole et au gaz naturel
Métaux dissous (As, Ba, Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, V, Zn)	Les analytes comprennent certains métaux considérés comme des polluants prioritaires et des métaux habituellement inclus dans les programmes environnementaux liés au pétrole et au gaz naturel
Mercure (Hg) total	Polluant prioritaire défini par l'USEPA
Mercure (Hg) dissous	Polluant prioritaire défini par l'USEPA
Hydrocarbures pétroliers totaux (HPT)	Documente la présence ou l'absence d'hydrocarbures dans l'eau
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	Précisera davantage la cause d'une teneur considérablement élevée d'HPT si une telle teneur est observée
Sédiments	
Analyse de la distribution de la taille des grains par taille de particule	Caractéristique physique des sédiments utile pour interpréter divers paramètres chimiques et biologiques
Carbone organique total (COT)	Indicateur de la charge organique des sédiments; utile pour interpréter divers paramètres chimiques et biologiques
Métaux totaux (Al, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Hg, Ni, V, Zn)	Le Ba est un traceur important des fluides de forage. Les fluides de forages et les barytes provenant des boues de forage commerciales peuvent contenir plusieurs métaux, notamment le Cd, le Cr, le Cu, le Hg, le Pb et le Zn qui, en plus de l'As et du Ni, sont tous considérés comme des polluants prioritaires par l'USEPA. Le Ni et le V peuvent être associés au pétrole brut. L'Al et le Fe sont utiles pour l'interprétation des concentrations de métaux, puisqu'ils sont de bons indicateurs du type de minéral sédimentaire
HPT	Documente la présence ou l'absence d'hydrocarbures dans les sédiments
HAP	Précisera davantage la cause d'une teneur considérablement élevée d'HPT si une telle teneur est observée
Macroendofaune	État de référence de l'environnement benthique

Notes :
Métaux : Al = aluminium; As = arsenic; Ba = baryum; Cd = cadmium; Cr = chrome; Cu = cuivre; Fe = fer; Hg = mercure; Ni= nickel; Pb = plomb; V = vanadium; Zn = zinc.
HAP prioritaires du USEPA : Naphtalène; 1,2-dihydroacénaphtylène; Acénaphtylène; Fluorène; Anthracène; Phénanthrène; Fluoranthène; Pyrène; Benzo[a]anthracène; Chrysène/triphénylène; Benzo[b]fluoranthène; Benzo[k,j]fluoranthène; Benzo[a]pyrène; Dibenz[a,h]anthracène; Benzo[ghi]pérylène; Indéno[1,2,3-c,d]pyrène.

G-11 Références

BirdLife International. 2015. Profil de pays : Sénégal. Accessible au : http://www.birdlife.org/datazone/country/senegal. Dernière consultation : 6 mars 2015.

Blumenthal, J.M., F.A. Abreu-Grobois, T.J. Austin, A.C. Broderick, M.W. Bruford, M.S. Coyne, G. Ebanks-Petrie, A. Formia, P.A. Meylan, A.B. Meylan et B.J. Godley. 2009. Turtle groups or turtle soup: dispersal patterns of hawksbill turtles in the Caribbean. Molecular Ecology 18(23):4841-4853.

Braham, C.-B. et A. Corten. 2015. Pelagic fish stocks and their response to fisheries and environmental variation in the Canary Current Large Marine Ecosystem. Chapitre 5. Tiré de : Valdés, L. et Déniz-González, I. (réd.). 2015. Oceanographic and biological features in the Canary Current Large Marine Ecosystem. IOC-UNESCO,Paris. IOC Technical Series, No. 115. 383 pp.

Burton, C. 2003. Compilation and analysis of marine mammal sightings from the El Mourabitin 3D seismic survey in Mauritanian waters, by Woodside Energy, février à juillet 2002. Rapport préparé pour Woodside Energy Pty Ltd. 34 pp.

Camphuysen, C.J. 2003. Seabirds and marine mammals off West Africa. Responses 2000 cruise report, Netherlands Institute for Sea Research, Texel, Pays-Bas, janvier 2003.

Camphuysen, C.J., S. Kloff et M. A. Jiyid ould Taleb. 2015. Ship-based seabird and marine mammal surveys off Mauritania, 4-14 septembre 2015- rapport de navigation. Royal Netherlands Institute for Sea Research. 104 pp.

Cejudo, D., N. Varo, O. López et L.F. López Jurado. 2008. Satellite tracking of adult loggerheads (*Caretta*) around waters of Cape Verde archipelago (western Africa), pp. 189. Tiré de : Proceedings of the Twenty-Fourth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFSSEFSC-567.

Chavance, P., Y. Loktionov et M. Mahfoud. 1991. Importance des saisons de transition hydrologique et impact des anomalies climatiques sur l'activité d'une flottille industrielle pélagique en ZEE mauritanienne, pp. 246-258 Tiré de : P. Cury et C. Roy (réd.). Pêcheries ouest-africaines : variabilité, instabilité et changement. ORSTOM, Paris.

Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES) 2017. Annexes I, II et III, en vigueur à partir du 4 avril 2017. Accessible au : http://www.cites.org/eng/app/appendices.php. Dernière consultation : juillet 2017.

Convention sur la protection des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage. 2015. Annexes I et II de la Convention sur la protection des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage, mis à jour par la Conférence des parties en 1985, 1988, 1991, 1994, 1997, 1999, 2002, 2005, 2008, 2011 et 2014. Date d'entrée en vigueur : 8 février 2015. 12 pp.

Convention sur la protection des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage. 2017. Baleines et dauphins. Rapports sur les espèces. Accessible au : http://www.cms.int/. Dernière consultation : juillet 2017.

CSA Ocean Sciences Inc., 2017. Rapport d'étude environnementale de base sur le terrain pour le projet Amheyim/Guembeul de production de gaz. Novembre 2017. Version finale. Préparé par CSA Ocean Sciences Inc. pour Kosmos Energy LLC, Dallas (Texas). 95 pp.

Djiba, A., I.L. Bamy, A. Samba Ould Bilal et K. Van Waerebeek. 2015. Biodiversity of cetaceans in coastal waters of northwest Africa: New Insights through platform-of-opportunity visual surveying in 2011-2013, pp. 283-297. Tiré de : Valdés, L. et Déniz-González, I. (réd.). 2015. Oceanographic and biological features in the Canary Current Large Marine Ecosystem. IOC-UNESCO, Paris. IOC Technical Series, No. 115. 383 pp.

Dupuy, A.R. 1986. The status of marine turtles in Senegal. Marine Turtle Newsletter 39:4-7.

Fernandez-Peralta, L. et A. Sidibe. 2015. 5,2 : Demersal fish in the Canary Current Large Marine Ecosystem, pp. 215-229. Tiré de : Intergovernmental Oceanographic Commission, Technical Series 115. IOC-UNESCO, Paris.

Formia, A. et M.W. Bruford. 1988. Spatio-temporal structure in a green turtle feeding ground in the Gulf of Guinea: Searching for genetic evidence, p. 18. Tiré de : Kalb, H., A.S. Rohde, K. Gayheart, et K. Shanker (compilateurs), 25th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. Savannah (Géorgie), États-Unis. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-582.

Fretey, J., A. Billes et M. Tiwari. 2007. Leatherback, *Dermochelys coriacea*, nesting along the Atlantic coast of Africa. Chelonian Conservation and Biology 6(1):126-129.

Godley, B.J., A. Almeida, C. Barbosa, A.C. Broderick, P.X. Catry, G.C. Hays et B. Indjai. 2003. Using satellite telemetry to determine post-nesting migratory corridors and foraging grounds of green turtles nesting at Poilao, Guinea Bissau: Report to project donors. Unpublished Report, Marine Turtle Research Group, School of Biological Sciences, University of Wales Swansea, Swansea SA2 8PP, R.-U. Accessible au : http://www.seaturtle.org/mtrg. Dernière consultation : septembre 2016.

Godley, B.J., C. Barbosa, M. Bruford, A.C. Broderick, P. Catry, M.S. Coyne, A. Formia, G.C. Hays et M.J. Witt. 2010. Unravelling migratory connectivity in marine turtles using multiple methods. J. Appl. Ecol. 47 769-778.

Godley, B.J., J.M. Blumenthal, A.C. Broderick, M.S. Coyne, M.H. Godfrey, L.A. Hawkes et M.J. Witt. 2008. Satellite tracking of sea turtles: where have we been and where do we go next? Endanger Species Res 4(1-2):3-22. doi:10.3354/esr00060.

Hawkes, L. A., A.C. Broderick, M.S. Coyne, M.H. Godfrey, L.F. Lopez-Jurado, P. Lopez-Suarez, S.E. Merino, N.Varo-Cruz et B.J. Godley. 2006. Phenotypically linked dichotomy in sea turtle foraging requires multiple conservation approaches. Current Biology 16:990-995.

Horizon Marine, Inc. (HMI). 2015. Historical Analysis of Oceanographic Conditions for Kosmos Energy Offshore Senegal. Rapport préparé pour Kosmos Energy LLC, Dallas. 20 février 2015. 49 pp.

Horwood, J. 1987. The sei whale: Population biology, ecology & management. Croom Helm, Londres. 375 pp.

Horwood, J. 2002. Sei whales. Tiré de : Perrin, W.F., B. Würsig et J.G.M. Thewissen, (réd.). Encyclopedia of Marine Mammals. Academic Press, San Diego (Californie).

Union internationale pour la conservation de la nature (UICN). 2017. Liste rouge des espèces menacées de l'UICN. Accessible au : http://www.iucnredlist.org/ Dernière consultation : Juin 2017.

Jaquet, N., S. Dawson et E. Slooten. 1998. Diving behaviour of male sperm whales: foraging implications. International Whaling Commission, document du comité scientifique. SC/50/CAWS 38, 20 pp.

Jefferson, T.A., M.A. Webber et R.L. Pitman. 2015. Marine Mammals of the World, A Comprehensive Guide to Their Identification - Second Edition. Elsevier/Academic Press. 616 pp.

Johnson, W.M. et D.M. Lavigne. 1999. Monk seals in antiquity. The Mediterranean monk seal (*Monachus*) in ancient history and literature. Mededelingen 35:1-101. The Netherlands Commission for International Nature Protection, Leiden.

Johnson, W.M. 2004. Monk seals in post-classical history. The role of the Mediterranean monk seal (*Monachus*) in European history and culture, from the fall of Rome to the 20th century. Mededelingen 39:1-91. The Netherlands Commission for International Nature Protection, Leiden.

Kenyon, K.W. 1981. Monk seals, pp. 203-220. Tiré de : Ridgeway, S.H. et R.J. Harrison (réd.). Handbook of Marine Mammals. Academic Press, Londres.

Kidé, S.O., C. Manté, L. Dubroca, H. Demarcq and B. Mérigot. 2015. Spatio-Temporal Dynamics of Exploited Groundfish Species Assemblages Faced to Environmental and Fishing Forcings: Insights from the Mauritanian Exclusive Economic Zone. Plos ONE. Accessible au : http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0141566. Dernière consultation : septembre 2016.

Leopold, M. F. 1993. Seabirds in the shelf edge waters bordering the Banc d'Arguin, Mauritania, in May. Hydrobiologia 258:197-210.

Machu, E., O. Ettahiri, S. Kifani, A. Benazzouz, A. Makaoui et H. Demarcq. 2009. Environmental control of the recruitment of sardines (*Sardina pilchardus*) over the western Saharan shelf between 1995 and 2002: a coupled physical/biogeochemical modelling experiment, Fish. Oceanogr., 18, 287–300.

Maigret, J. 1983. Répartition des tortues de mer sur les côtes ouest-africaines. Bulletin de la Société Herpétologique de France 28:22-34.

Maigret, J. et B. Ly. 1986. Les poissons de mer de Mauritanie. Science Nat., Compiègne. 213 pp. DOI, http://dx.doi.org/.

Márquez, R. 1990. Sea Turtles of the World. An annotated and illustrated catalogue of the sea turtle species known to date. FAO Fisheries Synopsis No. 125, Vol. 11. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome. 81 pp.

Marr, T. et R. Porter. 1992. Spring seabird passage off Senegal. Birding World 5:391-394.

Marr, T., R. Newell et R. Porter. 1998. Seabirds off Senegal, West Africa. ABC (African Bird Club) Bulletin 5.1, mars 1998, pp. 22-29.

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 2013. NOAA Shoreline Assessment Manual. 4e édition. Préparé par le U.S. Department of Commerce, NOAA, Washington, DC. Août 2013. 154 pp.

Ndao, I. 2006. Bio-Ecologie des Cétacés et Enjeux de Leur Conservation Pour Les Etats Côtiers Africains Comme Le Sénégal. Thèse, Docteur En Médecine Vétérinaire (Diplôme d'Etat), Universit. Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD). 132 pp.

Notarbartolo-di-Sciara, G., E. Politi, A. Bayed, P-C. Beaubrun et A. Knowlton. 1998. A winter cetacean survey off southern Morocco, with a special emphasis on right whales. Rep. Int. Whal. Commn. 48:547-551.

Powell, J., et A. Kouadio. 2008. *Trichechus senegalensis*. Liste rouge des espèces menacées de l'UICN. Version 2011.2. Union internationale pour la conservation de la nature (UICN). Accessible au : http://www.iucnredlist.org. Dernière consultation : 1er avril 2015.

Powell, J.A. 1990. Manatees in the Bijagos archipelago: Recommendations for conservation. A technical Report for IUCN, Wetland program.

Reeves, R.R., T.D. Smith, E.A. Josephson, P.J. Clapham et G. Woolmer. 2004. Historical observations of humpback and blue whales in the North Atlantic Ocean: clues to migratory routes and possibly additional feeding grounds. Marine Mammal Science 20:774-786.

Rice, D.W. 1998. Marine mammals of the world: systematics and distribution. Marine Mammal Science, Special Publication 4.

Ross, G.J.B. 2002. Humpback dolphins. Tiré de : Perrin, W.F., B. Würsig et J.G.M. Thewissen (réd.). Encyclopedia of Marine Mammals. Academic Press, Londres.

Seabird Osteology. 2016. *Callinectris* Shearwaters. Accessible au : http://www.shearwater.nl/index.php?file=kop65.php. Dernière consultation : septembre 2016.

Sergeant, D., K. Ronald, J. Boulva et F. Berkes. 1978. The recent status of *Monachus*, the Mediterranean Monk Seal. Biol. Cons. 14:259287.

Tulp, I., et M.F. Leopold. 2004. Marine mammals and seabirds in Mauritanian waters – pilot study, avril 2004. Numéro de rapport interne : 04.020. RIVO-Netherlands Institute for Fisheries Research, Animal Sciences Group, Wageningen UR. 42 pp.

Van Waerebeek, K., L. Barnett, A. Camara, A. Cham, M. Diallo, A. Djiba, A.O. Jallow, E. Ndiaye, A.O. Bilal, O. Samba et I.L. Bamy. 2004. Distribution, status, and biology of the Atlantic Humpback Dolphin, *Sousa teuszii* (Kukenthal, 1892). Aquatic Mammals 30(1):56-83.

Van Waerebeek, K., A. Djiba, J.-O. Krakstad, A. Samba Ould Bilal, A. Almeida et E. Mass Mbye. 2013. New evidence for a South Atlantic stock of humpback whales wintering on the Northwest African continental shelf. African Zoology 48(1):177-186.

Western Whale Research and CSR Consultancy. 2003. Chinguetti Development Marine Fauna Survey, mars 2003. Rapport préparé pour Woodside Energy Ltd. par Western Whale Research and CSR Consultancy, décembre 2003.

Wynn, R.B. et B. Knefelkamp. 2004. Seabird distribution and oceanic upwelling off northwest Africa. British Birds 97:323-335.

ANNEXE H : DONNÉES COMPLÉMENTAIRES À L'ÉTAT DE RÉFÉRENCE DU MILIEU SOCIAL

Annexe H
Données complémentaires à l'état de référence du milieu social

CONTENU DE L'ANNEXE

Cette annexe fournit des renseignements supplémentaires permettant d'étayer le chapitre 4 du rapport d'EIES, qui est consacré à la description du milieu récepteur.

La section 4.6 présente un profil de l'environnement social de la Mauritanie, alors que la section 4.7 fournit le profil de l'environnement social du Sénégal. Pendant le processus de collecte des données pour ces deux sections, certains renseignements recueillis étaient trop détaillés pour les besoins des sections 4.6 ou 4.7 ou pour respecter l'équilibre requis entre les deux sections. Par conséquent, ces renseignements n'ont pas été inclus dans le chapitre 4. Ils sont fournis dans l'annexe H à titre d'information complémentaire sur l'état de référence du milieu social.

L'annexe H regroupe un ensemble de tableaux et de figures. L'ordre de ces tableaux et figures reflète l'ordre dans lequel on y fait référence dans les sections 4.6 et 4.7.

- Tableau H-1 : Liste des villages situés dans le Parc National du Diawling et ses environs — section de la Mauritanie
- Tableau H-2 : Utilisation des ressources naturelles par les populations du territoire du Parc National de Diawling — section de la Mauritanie
- Figure H-1 : Occupation du territoire dans la baie du Lévrier (Nouadhibou) — section de la Mauritanie
- Figure H-2 : Blocs sous licence au large de la côte de la Mauritanie en 2017
- Tableau H-3 : Estimation du nombre d'habitants dans les villages situés dans la zone d'étude élargie — section du Sénégal
- Tableau H-4 : Situation scolaire sur la Langue de Barbarie
- Tableau H-5 : Services et infrastructures publics dans les communautés de la zone d'étude restreinte et de la zone d'étude élargie — section du Sénégal
- Figure H-3 : Blocs sous licence au large de la côte du Sénégal en 2017

Tableau H-1 Liste des villages situés dans le Parc National du Diawling et ses environs — section de la Mauritanie

	Nom du site	***Moughataa***	***Commune***
1	Bneinadji	Keur Macene	M'Balal
2	Mbell villaje	Keur Macene	Keur Macene
3	Ebden	Keur Macene	N'Diago
4	Ghahra	Keur Macene	N'Diago
5	Dar Rahman	Keur Macene	N'Diago
6	Moïdina	Keur Macene	N'Diago
7	Meftah El Kheir	Keur Macene	N'Diago
8	Diemer	Keur Macene	N'Diago
9	Arafat	Keur Macene	N'Diago
10	Dar es Salam	Keur Macene	M'Balal
11	Hassi Achra	Keur Macene	N'Diago
12	Sbeikha Bariel	Keur Macene	N'Diago
13	Khaya	Keur Macene	N'Diago
14	Meimakh	Keur Macene	N'Diago
15	Berbar	Keur Macene	N'Diago
16	Voum Lebha	Keur Macene	N'Diago
17	Zire Taghridient	Keur Macene	N'Diago
18	Ziré Sbeikha	Keur Macene	N'Diago
19	Bouhajra	Keur Macene	N'Diago
20	Afdjedjir	Keur Macene	N'Diago
21	Birette	Keur Macene	N'Diago
22	Diahos 2	Keur Macene	N'Diago
23	Diahos 1	Keur Macene	N'Diago
24	Gad M'Barek	Keur Macene	N'Diago
25	Lorma (Hel Daouda)	Keur Macene	N'Diago
26	M'Boyo 2	Keur Macene	N'Diago
27	M'Boyo 1	Keur Macene	N'Diago
28	Keur Macene	Keur Macene	Keur Macene
29	N'Diago	Keur Macene	N'Diago
30	Birette 2	Keur Macene	N'Diago
31	Ziré Bouhoubeini	Keur Macene	N'Diago
32	Thionk	Keur Macene	N'Diago

Source : PND, cité par Ecodev, 2017b.

Tableau H-2 Utilisation des ressources naturelles par les populations du territoire du Parc National du Diawling — section de la Mauritanie

Zones	Principales utilisations du territoire
Bassin de Diawling-Tichilitt	Zone d'élevage et d'approvisionnement en eau et, dans une moindre mesure, zone de pêche dans le bassin de dissipation de la structure Cheyal et de la structure Berbar.
Bassin de Bell	Zone d'élevage et de pêche devant Lemer Bell 1 et 2
Bassin de N'thillakh	Zone d'élevage et de pêche
Bassin de Gambar	Zone de culture maraîchère le long du bassin
Lac N'tok	Zone de pêche à la crevette selon les années
Lac N'ter	Principale zone de pêche à la crevette
Dune de Zire	Zone d'élevage comprenant 10 villages
Dune de Birette	Zone d'élevage peu habitée (3 villages)
Dune côtière	Zone d'élevage peuplée qui comprend plus de 16 villages Présence de sites touristiques : Maure Bleu (Ghahara), MKH (Mouly).
Chatt Tboul	Site de pêche
Aftout Es Sahli	Zone comprenant plusieurs îles, située entre la dune côtière et les dunes rouges de Trarza

Source : PND, cité par Ecodev, 2017b.

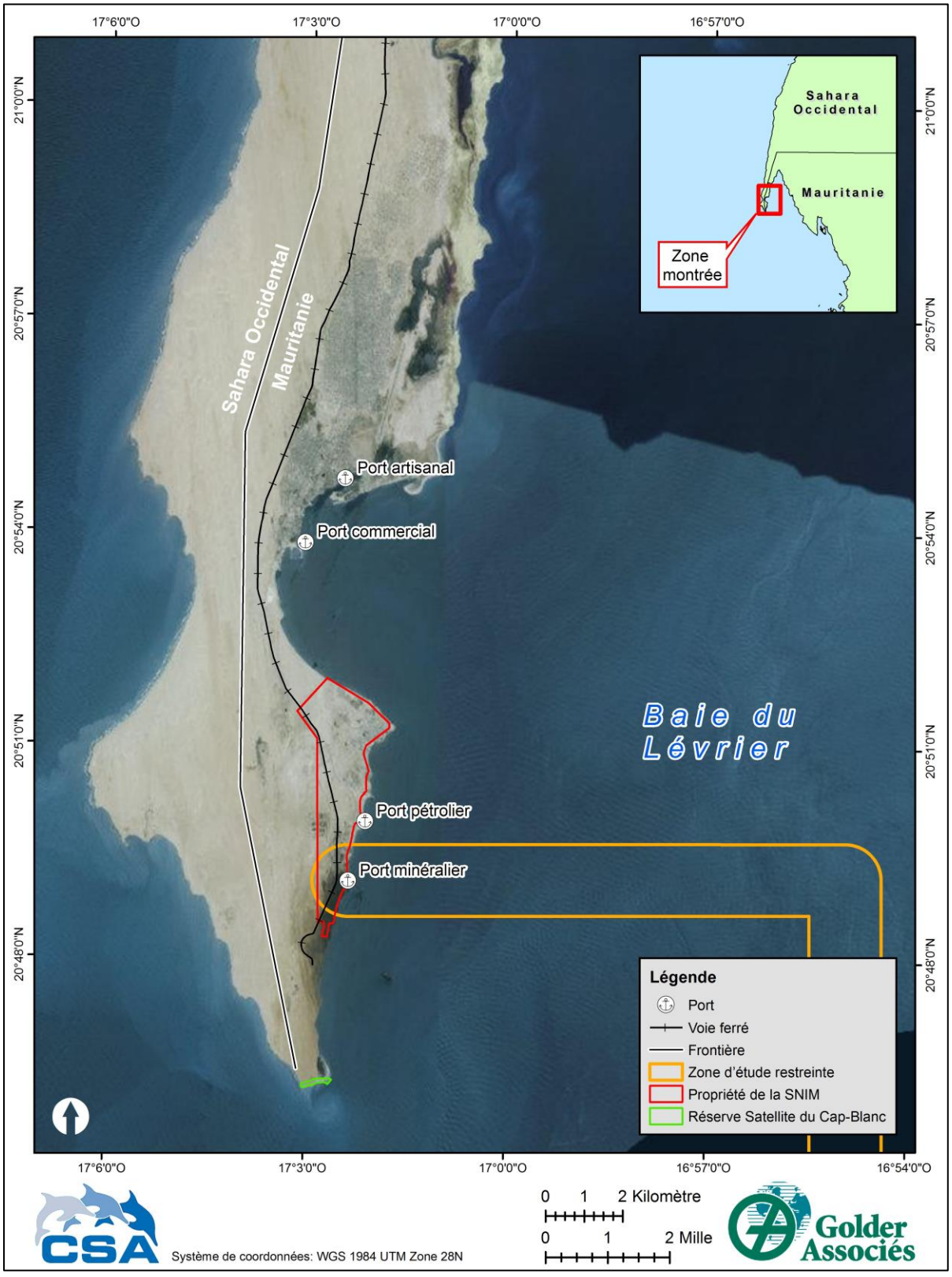
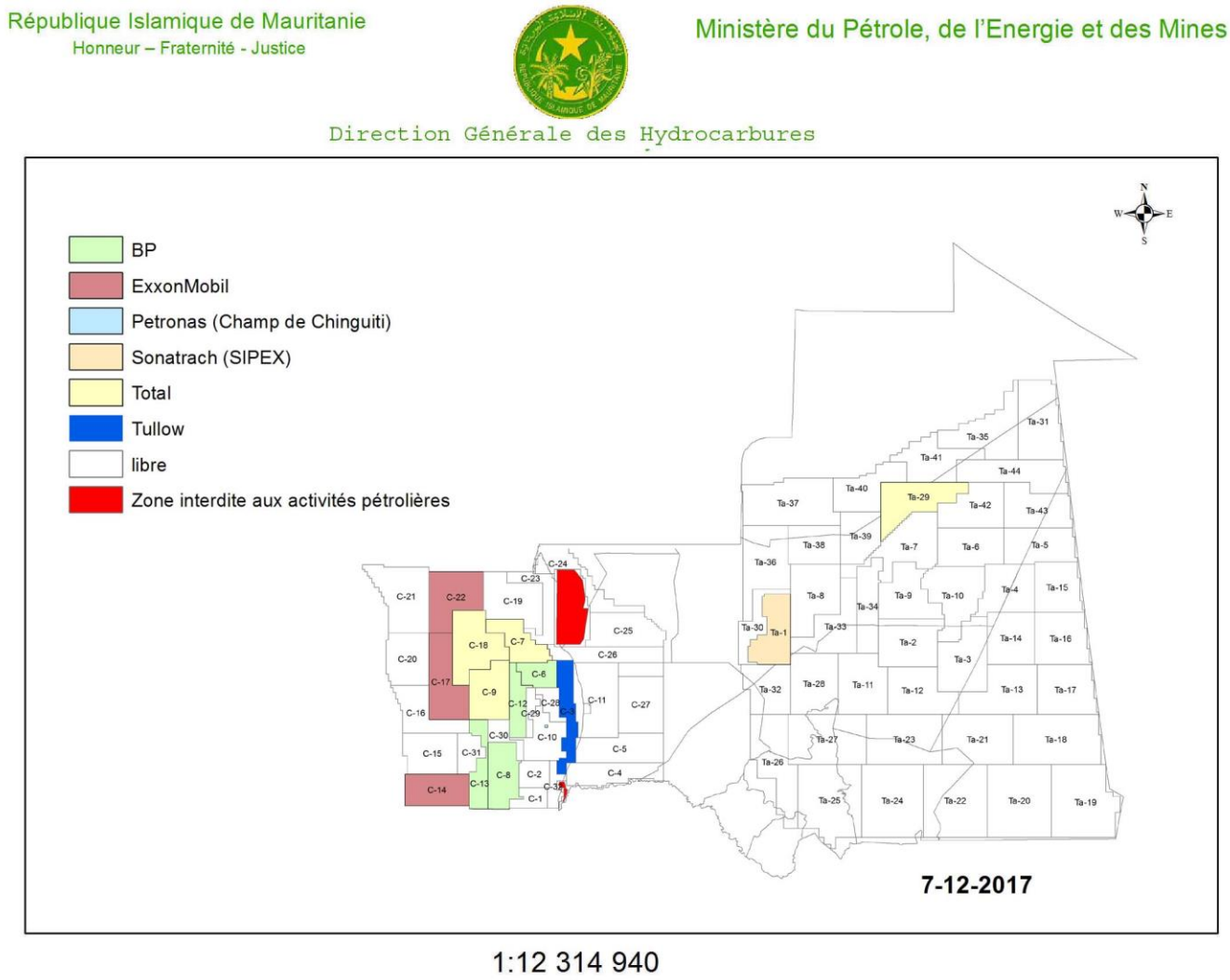


Figure H-1 : Occupation du territoire dans la baie du Lévrier (Nouadhibou) — section de la Mauritanie



(Obtenue de la SMHPM)

Figure H-2 : Blocs sous licence au large de la côte de la Mauritanie en 2017

Tableau H-3 Estimation du nombre d'habitants dans les villages situés dans la zone d'étude élargie — section du Sénégal

	Villes et villages	Population
1	Darou Mbou Baye	761
2	Mbou Mbaye	398
3	Mouit	1 786
4	Tassinère	1 032
5	Ndiébène	2 785
6	Pilote Bare	1 060
7	Dieule Mbane	Données non disponibles
8	Doune Baba Dièye	336
9	Kalassane	270
10	Gantour	890
11	Gouye Reine	466
12	Ndoye Diagne	161
13	Ndoye Fédior	29
14	Guinguie	122
15	Bountou Ndour	Données non disponibles
16	Gueunbeug	55
17	Foté	Données non disponibles
18	Ndeugette	105
19	Pélour 1	627
20	Pélour 2	78
21	Keur Barka	492
22	Mbabara	Données non disponibles
23	Keur Bernard	26
24	Ndiol Gandiol	399
25	Deggou Niey	320
26	Lakhrar	448
27	Gnéling Mbao	233
28	Ndeugou	Données non disponibles
29	Taré Banda	Données non disponibles
30	Thignore	202
31	Ricotte	603
32	Toug Peulh	178
33	Toug Wolof	211
34	Rimbakh	347
35	Begnane	Données non disponibles
36	Bopp Thior	800
37	Diama	35 915
Total[1]		51 135

Source : Tropica, 2017d.

[1] Les populations de certains villages comme ceux de Dieule Mbane, Bountou Ndour, Fte, Mbabara, Ndeugou, Taré Banda et Begnane ne font pas partie de ce total, étant donné qu'il n'a pas été possible d'obtenir des données à leur sujet.

Tableau H-4 Situation scolaire sur la Langue de Barbarie

École	Nombre d'élèves	Nombre de classes	Nombre d'enseignants
École primaire Goxxu Mbacc 2	500	7	8
École franco-arabe Goxxu Mbacc	325	6	9
École Youssou Ndiaye de Ndar Toute	471	10	12
École primaire de Maour Diallo Ndar Toute	489	15 (y compris 3 non fonctionnelles)	15
École primaire d'Abdoulaye Mbengue KHALY Guet Ndar	635	13 (y compris 4 en construction)	16
École primaire d'Hydrobase	500	8	10
Commission scolaire de quartier de Samba Ndiémé SOW Ndar Toute	270	7 (et 3 édifices administratifs)	12

Source : ONG LE PARTENARIAT, juin 2016, cité par Tropica, 2017d

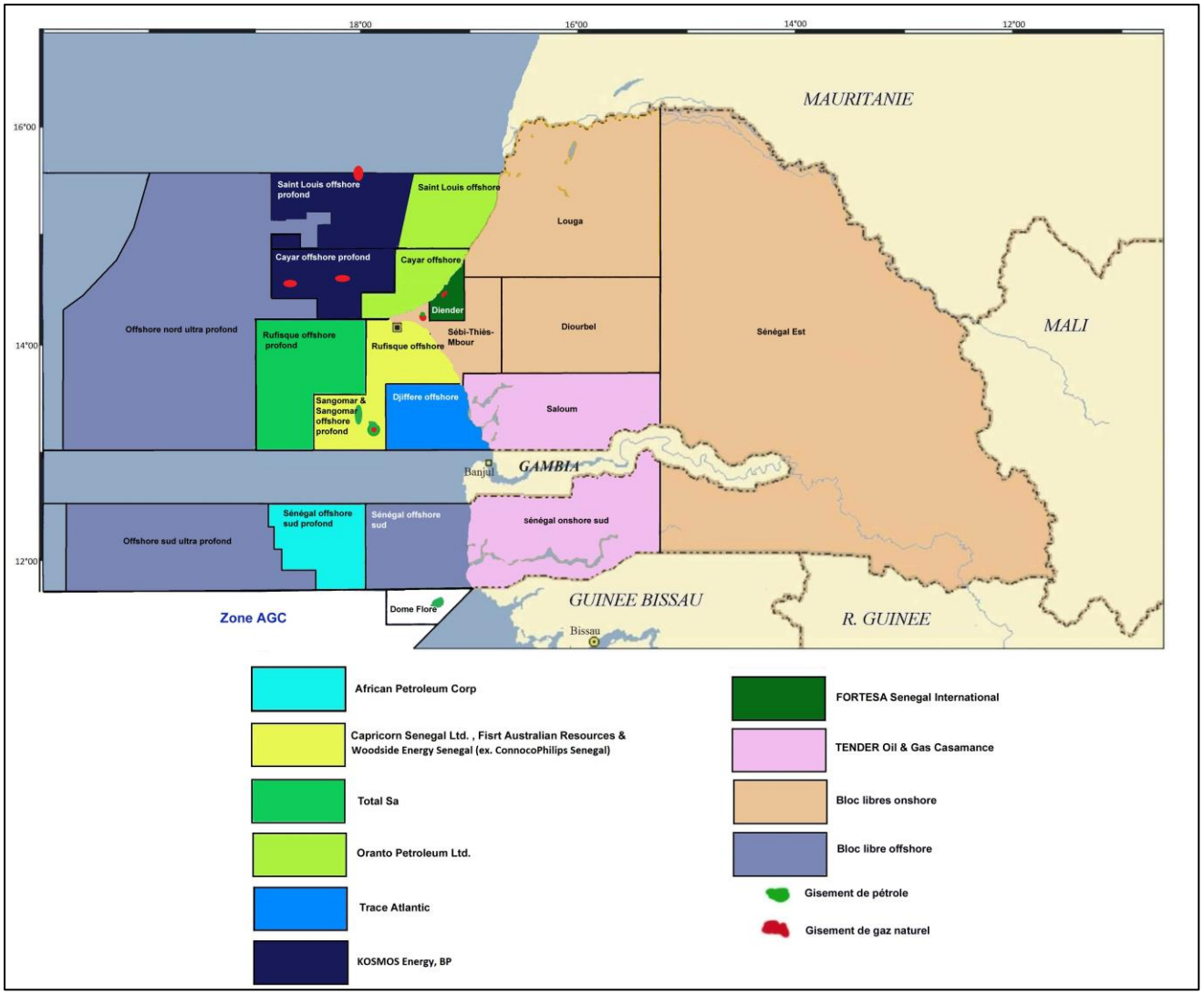
Tableau H-5 Services et infrastructures publics dans les communautés de la zone d'étude restreinte et de la zone d'étude élargie — section du Sénégal

Localité	Eau potable	Électricité	École primaire	École secondaire	Infirmerie	Couver-ture de téléphonie cellulaire	Réseau de transport
Dakar	+	+	+	+	+	+	Routes
Saint-Louis	+	+	+	+	+	+	Routes
Niayam	-	-/+	+	+	+	+	Routes et chemins de terre
Lompoul-sur-Mer	-	+	+	+	+	+	Routes
Fass Boye	-	+	+	-	+	+	Routes et chemins
Mboro Ndeundekat	-	-	+	-	-	+	Chemins
Cayar	-	+	+	+	+	+	Routes
Villages du Gandiolais bordant le fleuve Sénégal[2]	+ pour 7 villages et – pour 2 villages	Données non disponibles	+ pour 7 villages et – pour 2 villages	Données non disponibles	+ pour 2 villages et – pour 7 villages	+	Chemins
Bopp Thior	-	-	+	-	+ (mais non fonction-nels)	+	
Diama		+	+	+	+	Routes	Routes

+ : Infrastructures existantes
- : Aucune infrastructure

Source : Tropica, 2017d.

[2] Neuf villages se trouvent sur le littoral : Pilote Bar, Tassinère, Mouit, Darou Mbou Baye, Mbou Baye, Deggou Niey, Lakhrar, Gneling Mbao et Taré Banda.



(Obtenue de PETROSEN par Kosmos)

Figure H-3 : Blocs sous licence au large de la côte du Sénégal en 2017

ANNEXE I : RAPPORTS SUR LA SITUATION DE RÉFÉRENCE ET LA MODÉLISATION DES PROCESSUS HYDRODYNAMIQUES (ÉROSION CÔTIÈRE)

Annexe I
Rapports sur la situation de référence et la modélisation des processus hydrodynamiques (érosion côtière)

CONTENU DE L'ANNEXE

La présente annexe fournit des données sur la situation de référence et sur la modélisation des processus hydrodynamiques (érosion côtière).

I-1 Rapport de caractérisation régionale des processus côtiers

I-2 Rapport de modélisation de la ligne côtière – modélisation initiale effectuée lors de la sélection de site du brise-lames

I-3 Rapport de modélisation de la ligne côtière pour le scénario de référence – modélisation mise à jour pour répondre à certaines incertitudes de l'étude précédente

ANNEXE I-1 : RAPPORT DE CARACTÉRISATION RÉGIONALE DES PROCESSUS CÔTIERS

Projet de développement Tortue,
Analyse technique de génie côtier,
caractérisation régionale des processus côtiers

11 décembre 2017

HUMISTON & MOORE ENGINEERS
COASTAL ENGINEERING AND PERMITTING
"Restoring Beaches as Natural Coastal Systems"

PROJET A/G DE GNL

ANALYSE TECHNIQUE DE GÉNIE CÔTIER

Caractérisation régionale des processus côtiers

01 ASPECTS GÉNÉRAUX

BP et Kosmos Energy étudient le développement d'un champ de gaz naturel offshore au large des côtes de la Mauritanie et du Sénégal. L'entreprise Humiston & Moore Engineers a été mandatée par CSA Ocean Sciences (Inc.) pour évaluer le projet. La principale tâche comprend l'élaboration d'une évaluation régionale des processus côtiers présents dans la zone du projet.

Cette tâche a pour objectif de fournir une description générale des processus côtiers dans la région représentée par une bande de 250 miles (402 km) de ligne côtière entre son extrémité nord, soit Nouakchott, en Mauritanie, et son extrémité sud, soit Dakar, au Sénégal. L'analyse est fondée sur un examen des données disponibles, notamment les données bathymétriques, des photographies aériennes historiques, des registres de vagues et de la documentation et des études existantes. L'entreprise a compilé et analysé l'information afin de décrire le climat des vagues et des courants et les changements et tendances relatifs à la morphologie côtière régionale au cours des trois dernières décennies.

02 DESCRIPTION RÉGIONALE

La portée de la zone d'étude regroupe deux pays : la Mauritanie et le Sénégal, séparés par le fleuve Sénégal, sur la côte ouest de l'Afrique. Faisant partie du désert du Sahara, la ligne côtière de la Mauritanie est principalement sablonneuse au sud de Nouakchott. Le fleuve Sénégal se jette dans l'océan Atlantique près de Saint-Louis, au Sénégal. Le delta du fleuve s'étend sur environ 60 miles (97 km), mais l'embouchuredu fleuve se situe au sud de Saint-Louis. La ligne côtière entre Saint-Louis et Dakar est principalement composée de sédiments non consolidés et de quelques affleurements de roche dure.

Les données bathymétriques régionales ont été obtenues à partir d'une synthèse des données de topographie mondiale multirésolution (Global Multi-Resolution Topography, *GMRT*). La figure 1 montre une carte hypsométrique superposée à une photographie satellite. Les contours sont représentés à l'aide d'un code de couleur afin de représenter les différentes caractéristiques morphologiques; les couleurs jaune à orange indiquent une altitude de 0 mètre (m) à -50 m, celles de marron à verte indiquent une altitude de -50 m à -100 m, et la couleur bleue représente une altitude de plus de -500 m. Cette figure présente également la forme régionale du plateau continental, qui est indiqué dans la zone en vert.

Les courbes isobathes montrent une descente abrupte entre le plateau continental et l'océan profond; le plateau continental présente sa largeur la moins importante

près de Dakar et la plus importante près de Nouakchott. De plus, on trouve plusieurs canyons sous-marins en eau profonde dans la région, plus précisément près de Dakar, au nord de Saint-Louis et aux environs de Nouakchott. Ces canyons sont habituellement orientés du plateau continental vers l'océan profond et pourraient jouer un rôle dans les événements d'upwelling connus dans la région.

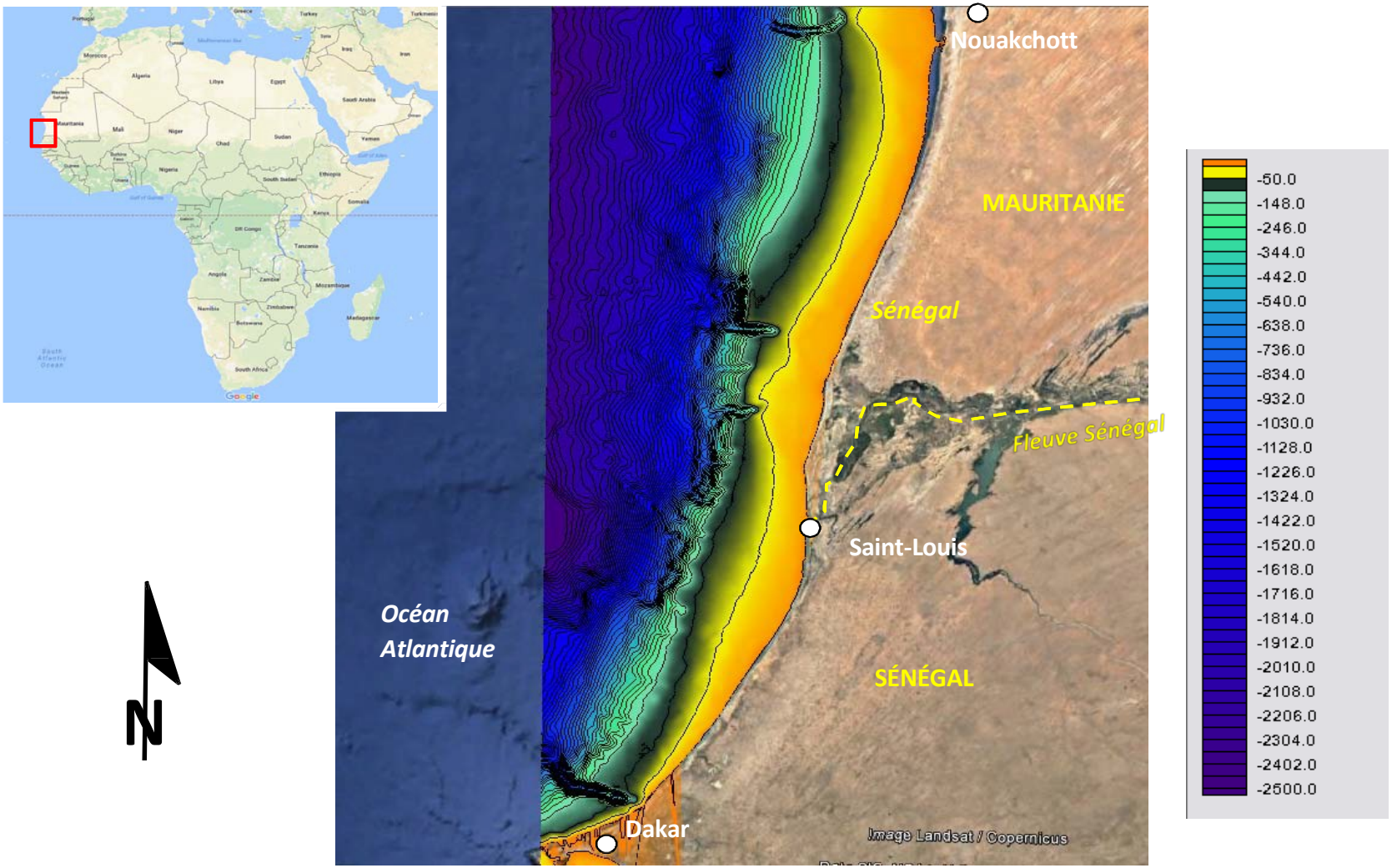


Figure 1. Carte de l'emplacement de la zone d'étude et bathymétrie

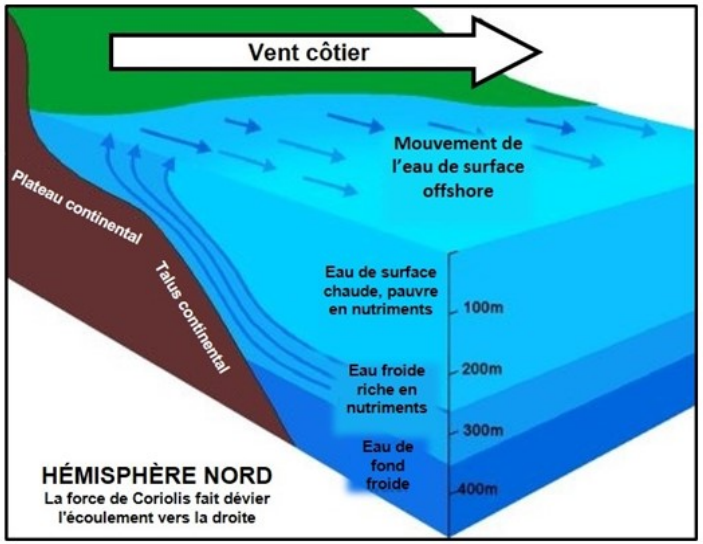
03 COURANTS

La région se caractérise par la récurrence d'événements d'upwelling, soit de l'eau froide profonde qui converge près de la surface le long de la côte et de l'eau de surface plus chaude qui est poussée au large des côtes (figure 2). Les alizés et la zone de convergence intertropicale (ZCIT) produisent de fortes circulations d'Ekman divergentes, qui forcent la création, dans l'hémisphère nord, du système d'upwelling tropical qui s'étend continuellement du Maroc jusqu'à l'embouchure du golfe de Guinée, ainsi que des côtes de l'Afrique vers le milieu et l'ouest de l'Atlantique, selon la saison. Examiné à l'échelle d'un bassin, ce système entraîne une circulation cyclonique, le tourbillon de Guinée, dont le dôme de Guinée et les upwellings côtiers ouest-africains forment les parties les plus à l'est (figure 2). Dans cette figure, la partie hachurée en gris pâle représente la zone d'upwelling et les flèches gris foncé représentent les courants permanents; les courants saisonniers de l'hiver et du printemps sont représentés en vert, et les autres courants saisonniers de l'été et de l'automne sont représentés en bleu. Les traits pointillés correspondent aux courants qui n'ont pas été démontrés par les mesures *in situ*, mais dont la circulation est visible selon les données altimétriques.

Le schéma général dressé par Saliou Faye et al. à la figure 2, qui montre les principaux courants de la région, est présenté dans un article intitulé *A model study of the seasonality of sea surface temperature in the North-Eastern Tropical Upwelling System* (« Un modèle scientifique du caractère saisonnier de la température à la surface de l'océan dans le système nord-est tropical d'upwelling ») (publié en septembre 2015). Le schéma de circulation horizontale des courants est décrit plus en détail ci-dessous :

> *À l'ouest, le courant Nord équatorial (CNE) et le courant des îles Canaries (CIC) forment la frontière est du tourbillon tropical du nord de l'Atlantique. Près des côtes, un fort système d'upwelling côtier entraîné par les vents est actif; son ampleur dépend de la saison, et un front de densité se développe et produit le jet côtier, aussi appelé le « courant d'upwelling des îles Canaries » (CUIC). Cependant, les observations sont insuffisantes et son étendue latitudinale vers le sud est incertaine; certains modèles scientifiques indiquent qu'il va jusqu'à la péninsule du Cap Vert (voir la flèche verte en pointillé de la figure 2). Au sud de la région, la circulation est dominée par le contre-courant Nord équatorial (CCNE), qui a un grand cycle saisonnier. Ce courant se situe près de 5 °N l'hiver et atteint 10 °N l'été. Pendant cette saison, il se prolonge au nord pour devenir le courant mauritanien (CM), qui s'écoule vers le nord jusqu'à environ 20 °N. En région offshore, le dôme de Guinée (DG) est une autre caractéristique physique importante de la région; il se définit par un dôme des isothermes et une faible pression interstitielle. Son centre est situé au sud-est de l'archipel du Cap Vert, et il s'intensifie à l'été, à environ 12 °N et 22-23 °O. Il est produit par des forces de succion d'Ekman entraînées par la convergence des alizés et fait partie du tourbillon de Guinée, formé par le CNE et le CCNE en surface. Il existe un lien entre le DG et la circulation méridionale de l'Atlantique (CMA), qui*

est associé à la migration méridionale de la zone de convergence intertropicale (ZCIT).



Source : http://www.seos-project.eu/modules/oceancurrents/oceancurrents-c04-s01-p01.html

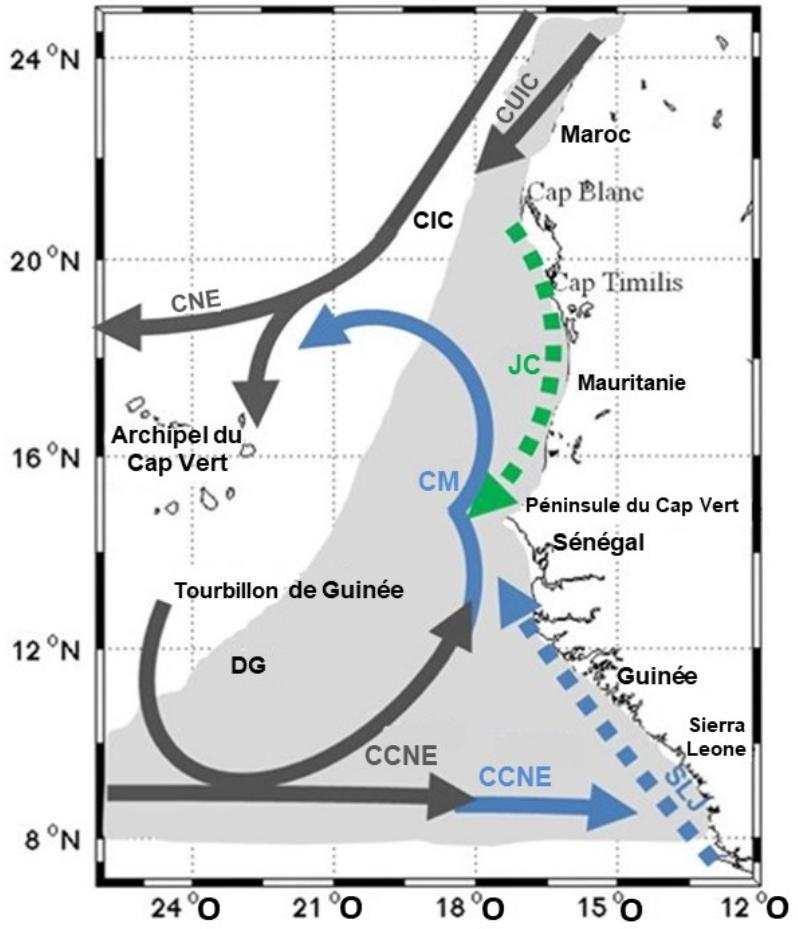


Figure 2. Carte schématique de la circulation de surface dans le système d'upwelling tropical du nord-est de l'Atlantique (Saliou Faye et al., 2015).

La variabilité saisonnière des courants de surface et des événements d'upwelling a été décrite par M. Menna et al. (2016), dans l'article *Upwelling features off the coast of north-western Africa in 2009-2013* (« Caractéristiques des mouvements d'upwelling au large de la côte du nord-ouest de l'Afrique de 2009 à 2013 »). Cet article analyse les trajectoires des organismes dérivants pour une période semblable de mars-avril pendant quatre (4) années consécutives : de 2010 à 2013. Les résultats de cette analyse sont présentés aux figures 3 à 6. Chacune des figures représente une année précise de l'étude; les figures sont séparées en quadrants et chacun de ces quadrants illustre une cartographie de 8 jours des changements de température à la surface de l'océan, ainsi que la trajectoire enregistrée de plusieurs organismes dérivants pendant cette période. Les organismes dérivants sont représentés à l'aide d'une ligne blanche et d'un point noir. De manière générale, les figures montrent à quel point les courants peuvent varier d'une saison à l'autre ainsi que d'une année à l'autre. Dans la figure 3 (février 2010), les organismes dérivants ont quitté le Cap Vert, à Dakar, et se sont déplacés vers le sud-ouest; dans la figure 6, en mars 2013, les organismes dérivants se sont initialement déplacés du Cap Vert vers le nord, en direction de la Mauritanie, avant de rebrousser chemin et de se déplacer vers le sud. L'étude a aussi permis de remarquer que les vitesses des organismes dérivants pouvaient atteindre jusqu'à 20 et 40 cm/s (0,6 à 1 nœud).

L'emplacement proposé pour le brise-lames est en cours d'étude pour diverses distances offshore. Les courants océaniques régionaux ne font peut-être pas partie des principaux facteurs ayant une incidence sur la morphologie côtière, mais ils pourraient mériter d'être pris en compte à l'avenir dans le programme de surveillance, du design du projet proposé jusqu'à sa mise en œuvre. Habituellement, la circulation de l'eau de mer et les courants offshore n'entraînent pas le déplacement de sédiments en eau profonde. Cependant, dans les endroits où les courants sont près des côtes, certains événements d'ondes de tempête pourraient agiter les sédiments sur le plancher océanique et mettre des particules en suspension dans la colonne d'eau; dans ce cas, les courants océaniques offshore peuvent transporter ces sédiments. Il est recommandé de mettre en place, une fois qu'un design définitif pour le brise-lames proposé sera choisi, un programme de surveillance active qui comprendra les données d'un profileur de courant à effet Doppler (PCED) et des fonctionnalités de mesure de la hauteur des vagues au site proposé pour le projet, afin de repérer les courants partout dans la colonne d'eau et de déterminer les mesures directionnelles des vagues. Les données recueillies avant la construction devraient servir de référence pour le programme de surveillance post-construction et être utilisées pour la mise à jour de l'analyse des impacts possibles, si nécessaire.

04 VAGUES

04.01 SÉRIE CHRONOLOGIQUE

Les données relatives aux vagues pour la région ont été obtenues à partir du modèle WAVEWATCH III (WWIII) de la NOAA. Ce modèle utilise les données mesurées à partir de bouées offshore dispersées partout dans le monde et extrapole ces données à l'aide d'un modèle de prévision *a posteriori* pour les représenter dans un canevas. Le modèle WWIII résout l'équation d'équilibre de densité spectrale en phase aléatoire pour les spectres de nombres et d'orientation des vagues. Cette équation est fondée sur l'hypothèse implicite que les propriétés du médium (profondeur de l'eau et courant) et celles de la vague proprement dite varient dans des échelles spatio-temporelles beaucoup plus grandes que les échelles de variation d'une seule vague.

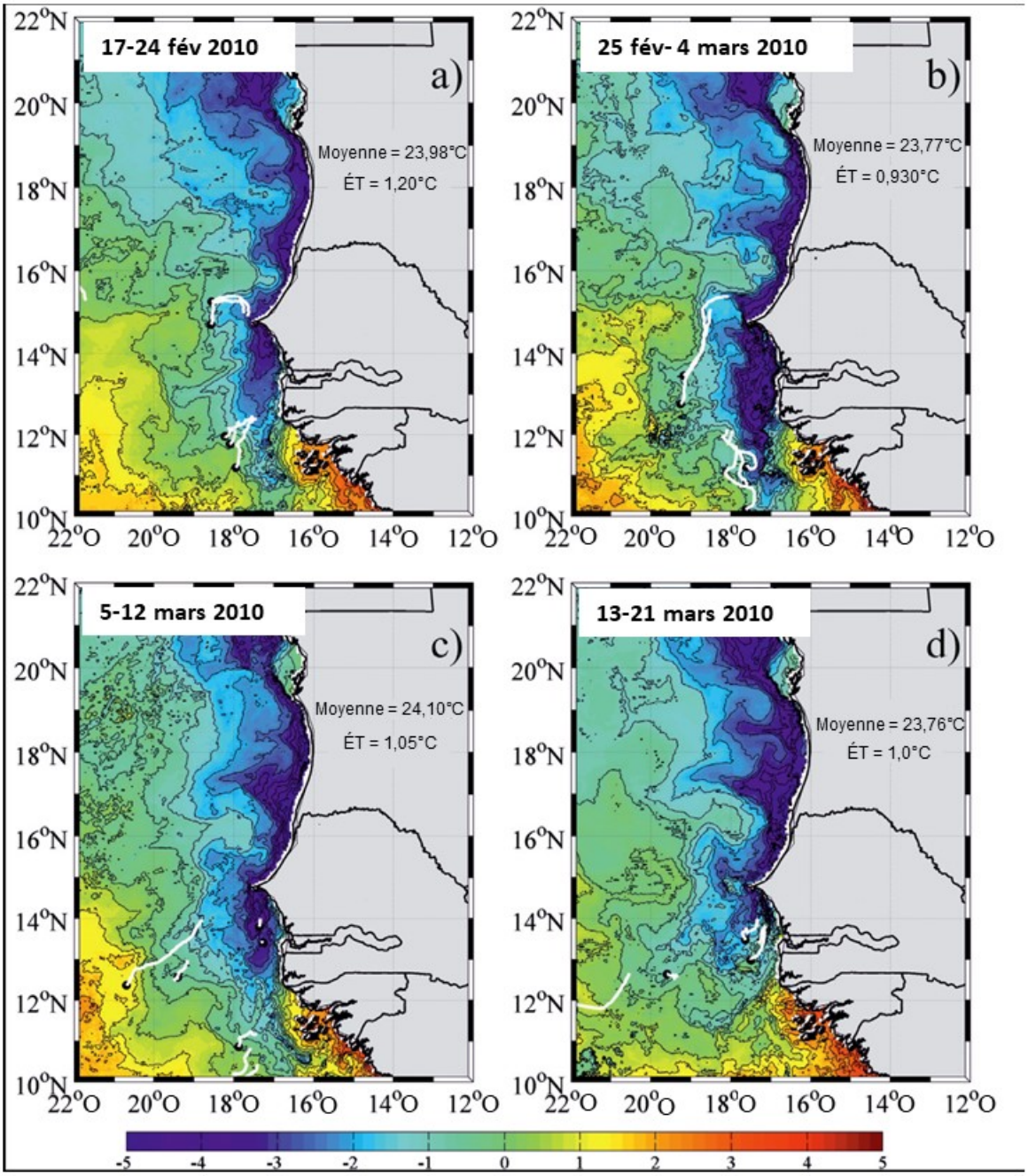


Figure 3. Carte des anomalies des températures à la surface de l'océan, 2010 (M. Menna et al., 2016)

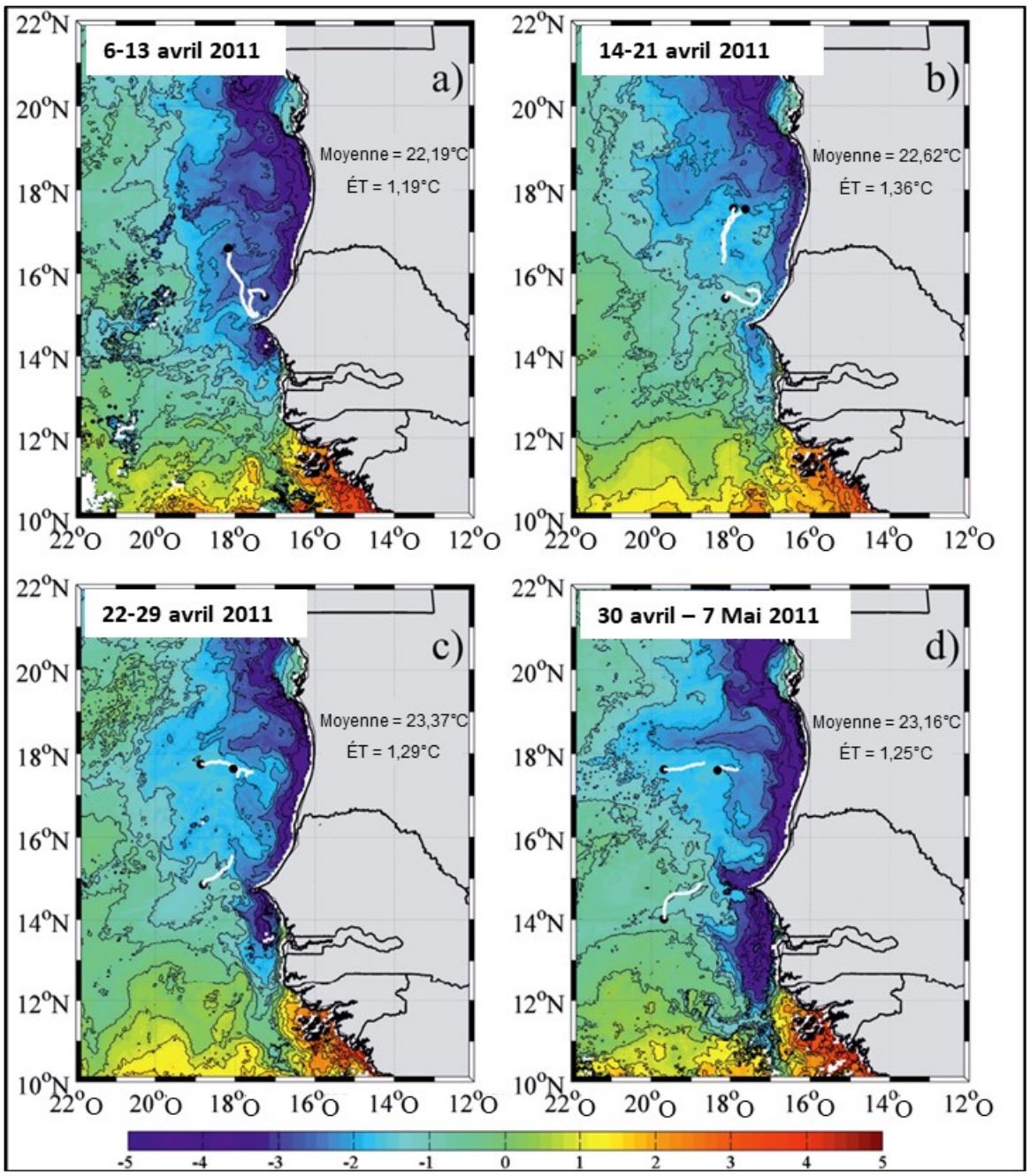


Figure 4. Carte des anomalies des températures à la surface de l'océan, 2011 (M. Menna et al., 2016)

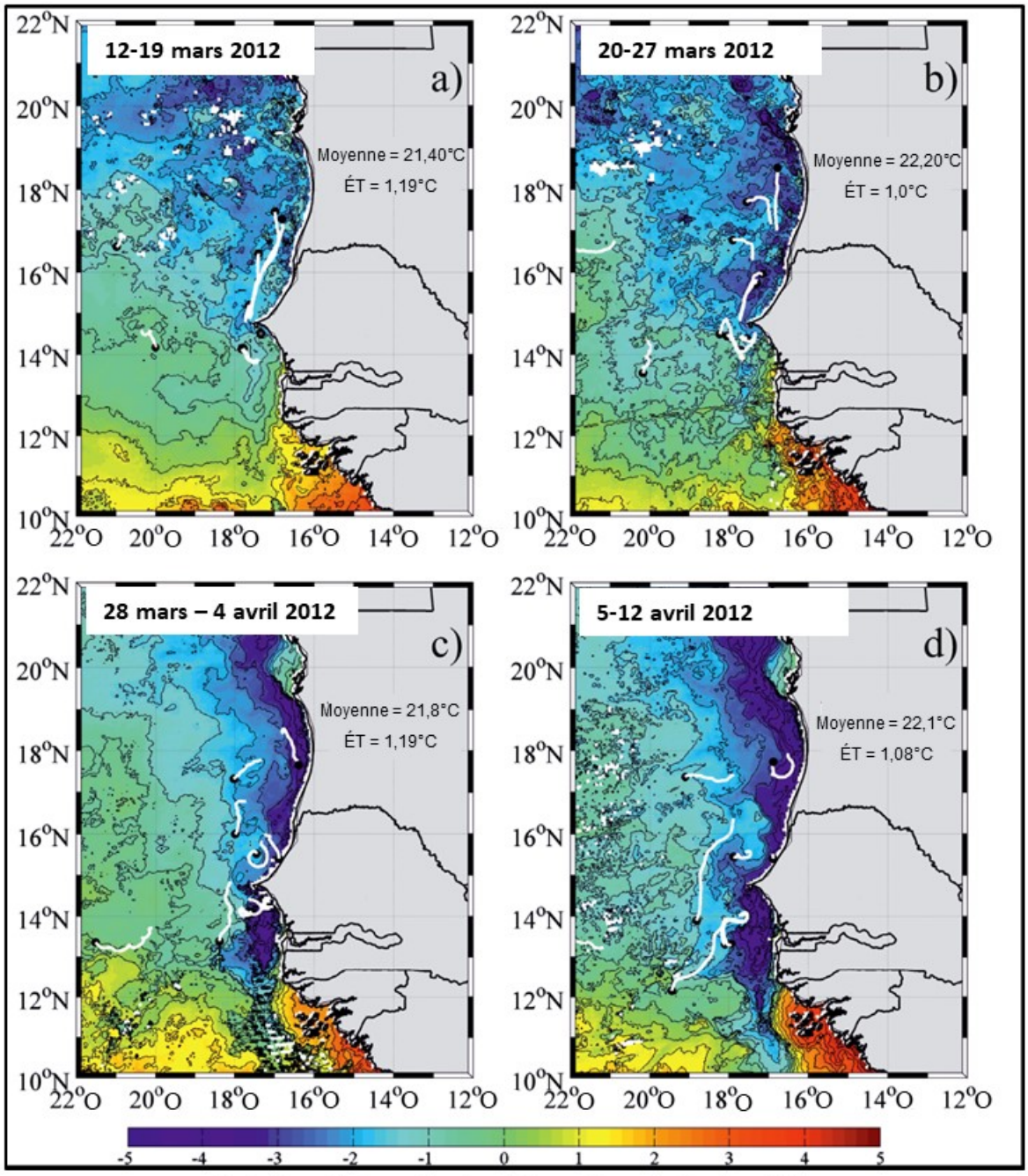
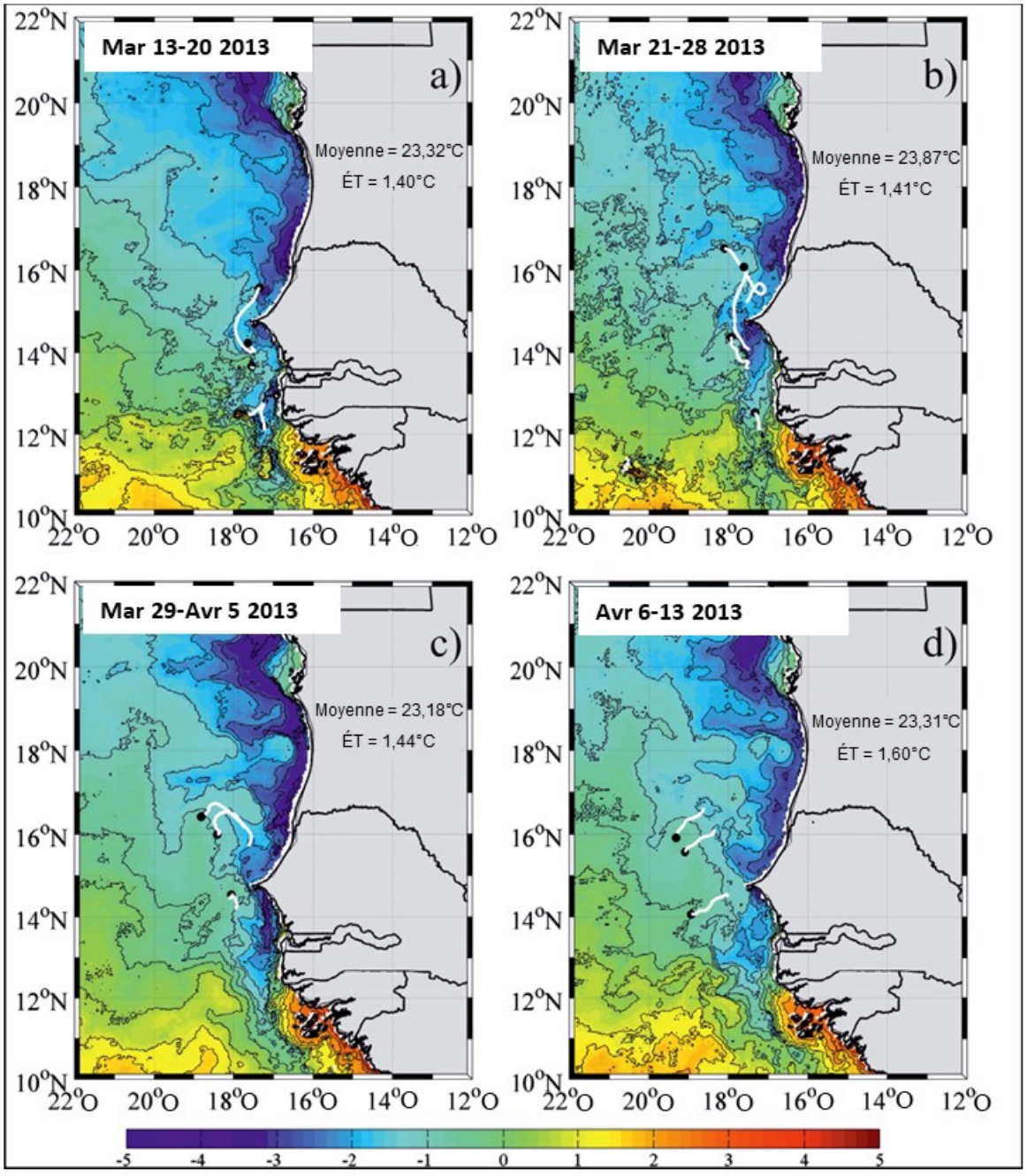


Figure 5. Carte des anomalies des températures à la surface de l'océan, 2012 (M. Menna et al., 2016)



Variation de température à la surface de l'océan (°C)

Figure 6. Carte des anomalies des températures à la surface de l'océan, 2013 (M. Menna et al., 2016)

Les données relatives aux vagues pour l'année 2016 ont été extraites à des fins de comparaison pour trois endroits le long de la région : l'extrémité nord de la zone d'étude, près de Nouakchott (station 1 : 16.5 °O, 16 °N), les environs de Saint-Louis (station 2 : 16 °N, 17 °O) et l'extrémité sud de la zone d'étude, près de Dakar (station 3 : 15 °N, 18 °O). Les séries chronologiques sont présentées à la figure 7; la station de Nouakchott est représentée en bleu, celle de Saint-Louis, en rouge, et celle de Dakar, en vert. Les données montrent qu'il existe de petites variations entre les trois endroits pour les hauteurs significatives des vagues, de périodes de pic des vagues et de direction de pic des vagues. Aux fins de cette tâche, la station de Saint-Louis sera utilisée pour le reste de l'analyse. Des données supplémentaires ont été extraites de la base de données du modèle WWIII pour une période d'onze ans, soit de 2006 à 2016, à la station de Saint-Louis. Les séries chronologiques annuelles sont présentées à l'annexe A; on y trouve également les séries chronologiques de la vitesse et de la direction du vent.

Des statistiques relatives au vent et aux vagues ont été préparées pour la période d'analyse de 11 ans à l'aide de probabilités conjointes. Les registres de directions ont d'abord été triés par bandes directionnelles de 22,5 °, puis le pourcentage de fréquence a été calculé pour plusieurs groupes de données relatives à la vitesse. Pour les vagues enregistrées, chacune des bandes directionnelles a été divisée en 3 groupes, selon la période dans laquelle la vague s'est produite, afin afin de definir les conditions de vague et le pourcentage d'occurrence représentatifs. La rose des vents associée à la probabilité conjointe est présentée à la figure 8 et à la figure 9 pour les vagues de l'ensemble de la série chronologique (2006-2016).

De manière générale, les données montrent que les vents proviennent en prédominance du nord (25 %) et que les vents d'est-sud-ouest sont presque inexistants. Les données relatives aux vagues indiquent que plus de 80 % des vagues provenaient du NNO et du NO et que 48 % des vagues avaient une hauteur de plus de 1,8 m sur une période de plus de 12 secondes.

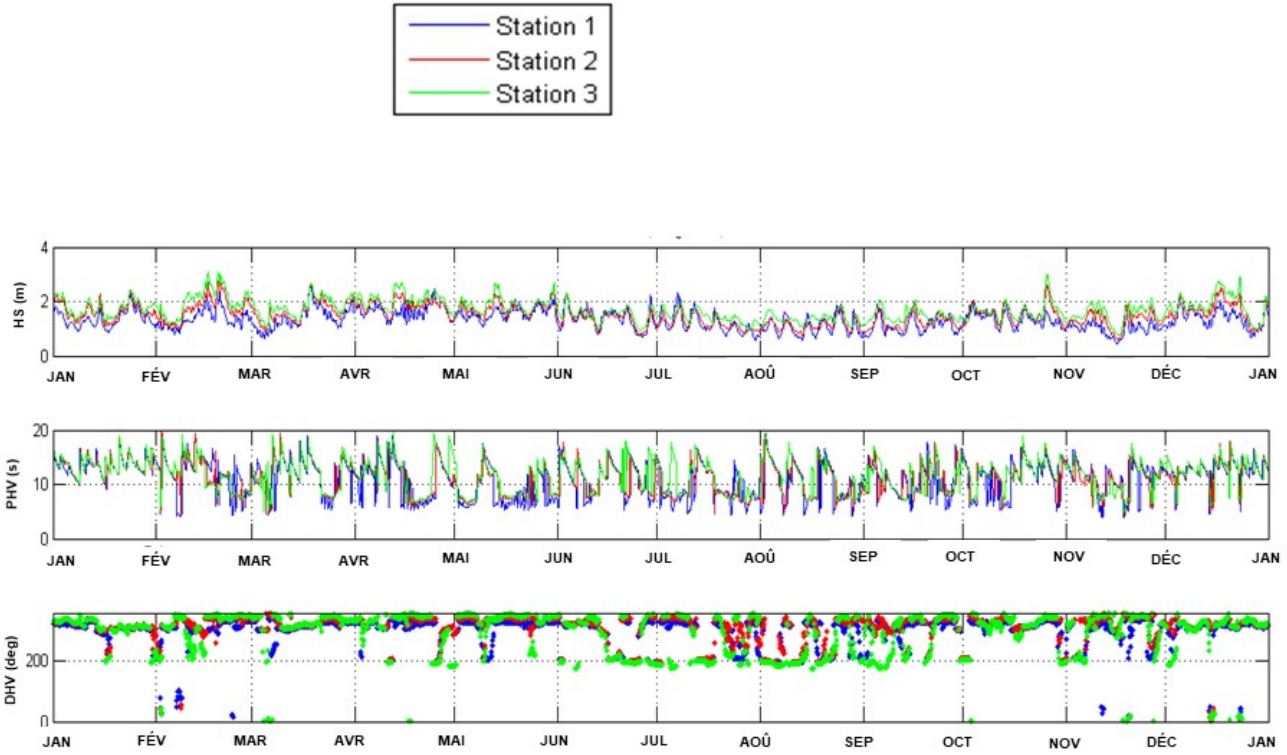


Figure 7. Comparaison des données du modèle Wave Watch I I I près de Nouakchott, Saint-Louis et Dakar (2016)

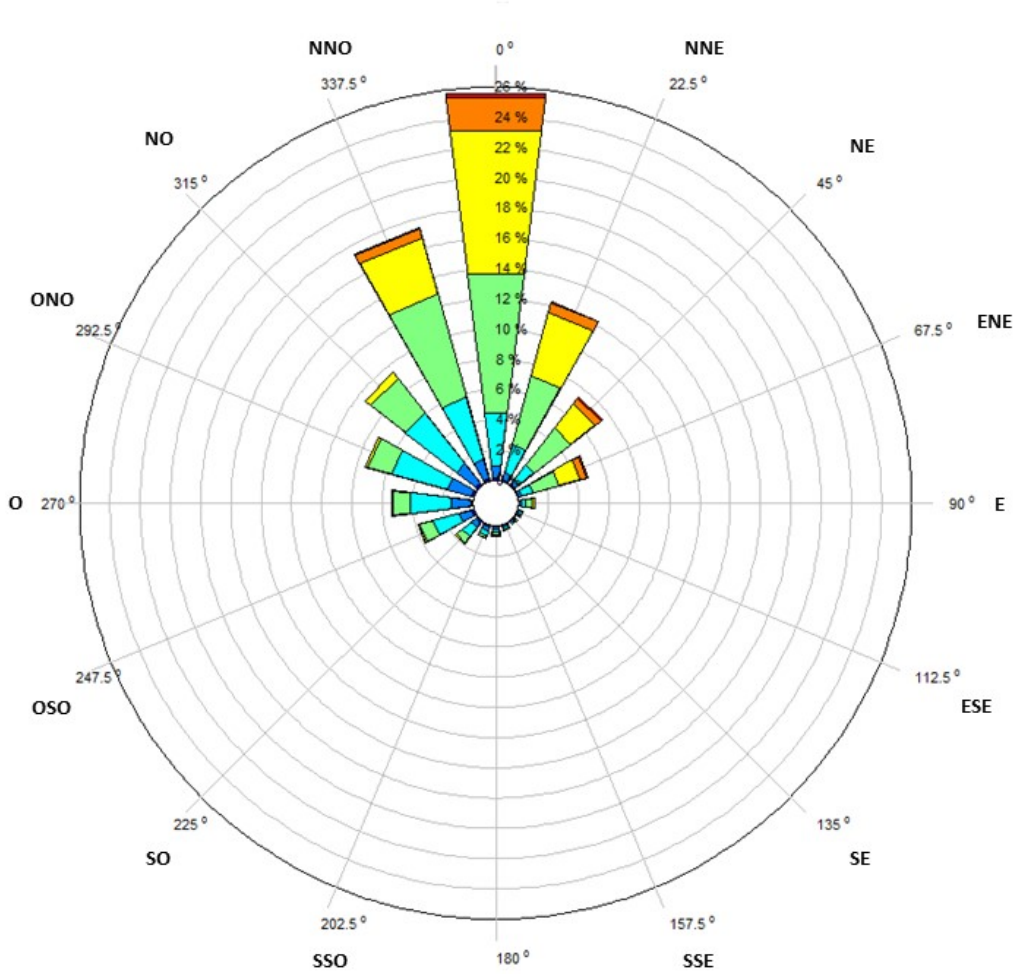


Figure 8. Roses des vents associées à la probabilité conjointe (2006 -2016))

Direction		Conditions de vague			SOMME
		Période (s)	Hauteur significative des vagues (m)	Probabilité d'occurrence	
180	S	0,00	0,00	0,00%	0,1%
		0,00	0,00	0,00%	
		14,22	0,97	0,08%	
202,5	SSO	4,38	1,13	0,01%	4,9%
		0,00	0,00	0,00%	
		14,00	1,16	4,85%	
225	SO	4,33	1,16	0,01%	0,9%
		7,84	1,22	0,27%	
		12,90	1,15	0,64%	
247,5	OSO	5,98	1,11	0,01%	0,8%
		7,58	1,11	0,46%	
		12,79	1,22	0,36%	
270	O	4,85	1,35	0,03%	0,8%
		7,53	1,01	0,33%	
		12,43	1,28	0,46%	
292,5	ONO	4,66	1,21	0,06%	3,5%
		8,13	1,10	0,68%	
		12,43	1,54	2,79%	
315	NO	5,00	1,30	0,16%	32,0%
		9,00	1,24	4,29%	
		12,48	1,85	27,54%	
337,5	NNO	5,43	1,36	2,13%	53,9%
		7,77	1,61	30,17%	
		12,69	1,82	21,60%	
360	N	5,29	1,46	1,12%	2,8%
		6,87	1,84	0,58%	
		13,77	1,54	1,10%	

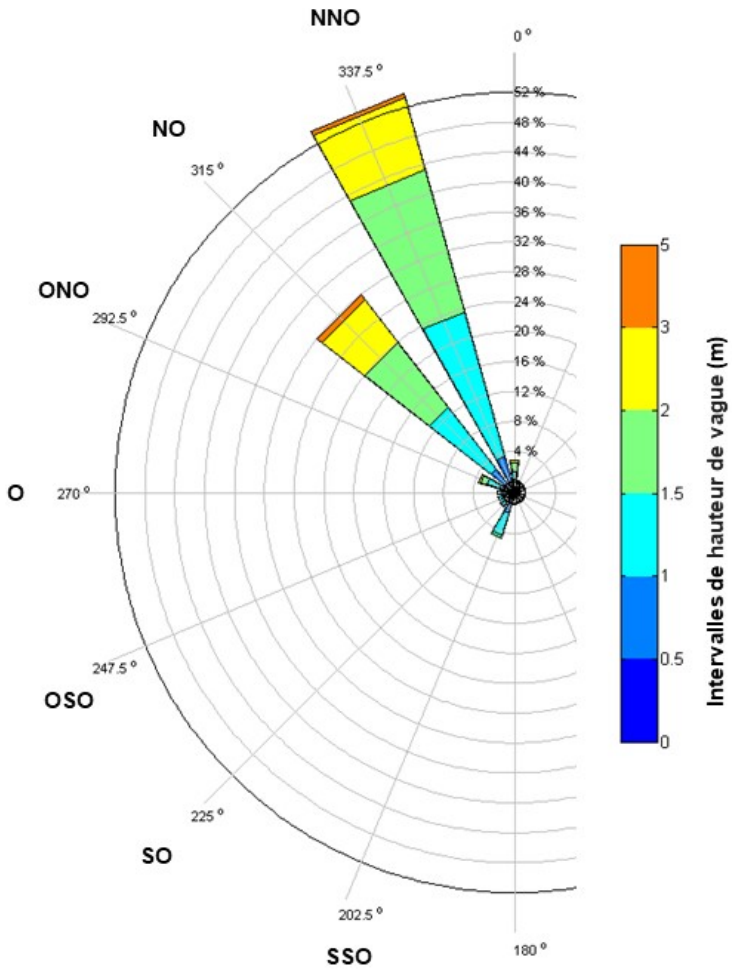


Figure 9. Roses des vagues associées à la probabilité conjointe (2006 -2016)

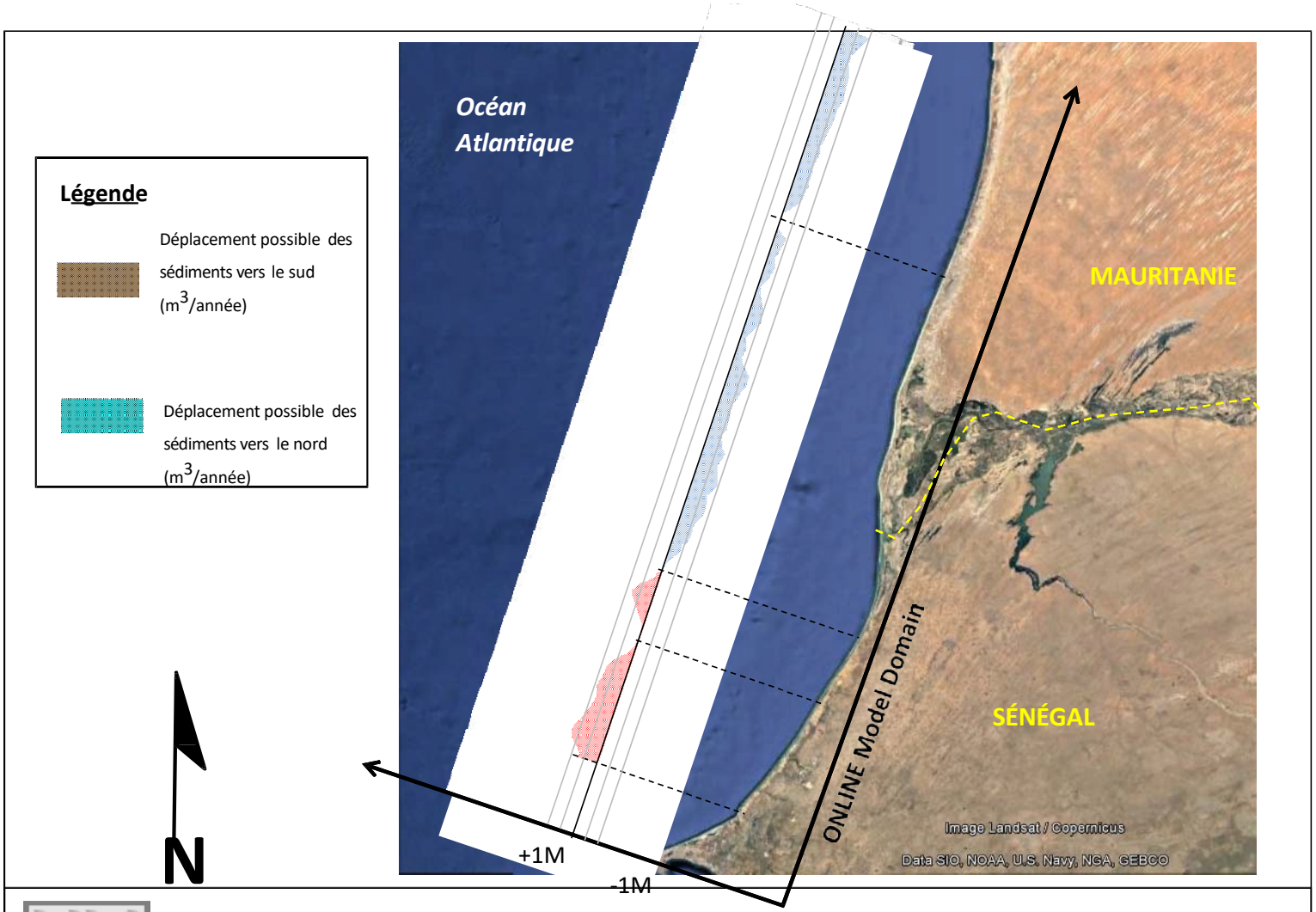


Figure 10. Résultats du domaine du modèle ONELINE et déplacement possible de sédiments

04.02 DÉPLACEMENT POSSIBLE DE SÉDIMENTS

Le déplacement régional possible de sédiments a été évalué à l'aide du modèle ONELINE de changement des lignes côtières (Dabees et Kamphuis, 1998). Le modèle a été utilisé pour simuler la transformation régionale des vagues vers les côtes et le calcul du déplacement possible des sédiments le long de la région étudiée par le modèle. Le déplacement possible de sédiments par le courant littoral représente le flux éventuel de sédiments découlant de l'action des vagues entrantes. L'angle d'approche de la vague déferlante, sa période et son amplitude déterminent le niveau de déplacement de sédiments pour un pas de calcul donné. En raison de la grande superficie de la zone d'étude et de la portée limitée du modèle, la quantité possible de sédiments transportée par le courant littoral calculée ici est présentée à titre d'indication des tendances en matière d'amplitude et de direction, et ces valeurs n'ont pas pu être vérifiées. Ces valeurs devraient toutefois fournir une idée générale de l'amplitude et des tendances en matière de déplacement des sédiments. Le domaine du modèle ONELINE est présenté à la figure 10; il intègre la ligne côtière entre Nouakchott et Dakar, avec une orientation de près de 93 ° par rapport à une droite parallèle à la côte; l'origine du modèle se trouve à proximité de Dakar. Les données des registres annuels des vagues ont été traitées à l'aide de ce modèle et le déplacement possible moyen de sédiments a été calculé pour le domaine et pour chacune des années, afin de déterminer une moyenne du déplacement possible à long terme.

Les résultats du modèle sont présentés à la figure 10; le déplacement négatif de sédiments (en bleu) représente la probabilité que les sédiments se déplacent vers le sud, et le déplacement possible positif des sédiments (montré en rouge) représente la probabilité que les sédiments se déplacent vers le nord. Bien que ces tendances varient selon les saisons et les tempêtes, elles fournissent une indication générale de l'amplitude annuelle nette du déplacement des sédiments et de la direction habituelle de ce déplacement. Les résultats indiquent des valeurs élevées de déplacement probable des sédiments, qui atteignent plus d'un million de m^3/année vers le sud pour la majeure partie de la région, ainsi qu'une inversion du déplacement vers le nord aux environs de Dakar.

05 ÉVOLUTION DE LA LIGNE CÔTIÈRE

L'évolution de la ligne côtière dans la zone d'étude restreinte a été évaluée grâce à l'examen des photographies aériennes historiques par satellite prises entre 1984 et 2016 et par une revue des publications disponibles. La zone d'étude peut être divisée en trois régions de lignes côtières présentant des comportements semblables : la première est la région du sud de la Mauritanie, qui va de Nouakchott jusqu'à l'extrémité nord du delta du fleuve Sénégal; la seconde est le delta du fleuve Sénégal, qui comprend la ville de Saint-Louis; et la troisième est la région du nord du Sénégal, qui commence à l'extrémité sud du delta du fleuve Sénégal.

05.01 RÉGION DU SUD DE LA MAURITANIE

À l'extrémité nord de cette région se trouve Nouakchott, la plus grande ville de la Mauritanie. Ahmed Ould Elmoustaph et al. (2007) ont décrit cette région côtière comme étant formée d'une plage linéaire sèche et venteuse associée à une dune de 5 à 10 m de hauteur qui délimite et protège de vastes dépressions salines en contrebas. Le profil de la plage, en légère pente, atteint -9 m d'altitude à environ 400 m du large, alors que la plage en haute terre présente des dunes étroites qui peuvent être inondées en périodes de fortes remontées.

L'étude traite d'un port côtier libre construit à l'extrémité sud de Nouakchott, le « port de l'Amitié », une importante structure érigée en 1986 et formée d'une paroi imperméable perpendiculaire à la côte. Depuis la construction de ce port, la ligne côtière a subi des changements radicaux en raison de l'accumulation de sédiments à l'extrémité nord de la structure et de l'érosion à l'extrémité sud. La figure 11 illustre une comparaison de l'état de la côte entre 1984 et 2016. En trois décennies, la ligne côtière s'est accrétée d'environ 2 500 pieds (762 m) du côté nord et érodée d'environ 3 000 pieds (914 m) du côté sud. Les répercussions de la dérive sont observables jusqu'à 5 miles (8 km) au sud des structures. Ces observations confirment que le déplacement prédominant des sédiments par le courant littoral s'effectue du nord au sud dans la région. Cette conclusion est conforme aux résultats du modèle ONELINE présentés ci-dessus. De plus, l'étude réalisée par Ahmed Ould Elmoustaph et al. (2007) quantifie les taux de déplacement des sédiments et les situent à environ 1 million m^3/année, ce qui est également conforme aux valeurs calculées dans le présent document.

Les observations effectuées à l'aide d'images satellites de 1984 à aujourd'hui pour la région de la Mauritanie située au sud du port de l'Amitié indiquent que la ligne côtière est principalement restée stable pendant cette période. Cependant, les images historiques démontrent également que la ligne de végétation côtière/dunaire régresse constamment vers le sud-est. Ce recul pourrait découler d'un franchissement pendant les événements de forte houle, comme décrit par Elmoustapha et al. (2007) ou du déplacement de sable éolien. La présence de végétation côtière témoigne habituellement d'un environnement stable. Le recul observé donne à croire que la ligne côtière dans cette région pourrait ne pas rester aussi stable à l'avenir si le retrait de la végétation se poursuit. La figure 12 montre un exemple de régression de la végétation côtière; des observations semblables ont été faites d'un bout à l'autre de la région du sud de la Mauritanie.

05.02 RÉGION DU DELTA DU FLEUVE SÉNÉGAL

Le delta du fleuve Sénégal s'étend sur environ 60 miles (97 km); il se caractérise par une ligne côtière sablonneuse, principalement sous forme de langue de sable continue couverte de végétation. Le fleuve Sénégal a son embouchure dans l'océan Atlantique; elle se situe à l'extrémité sud de son delta, près de Saint-Louis, la plus grande ville de la région. La ligne côtière, de manière générale, est restée relativement stable au nord de cette embouchure depuis 1984, avec un recul de la ligne de végétation semblable à celui observé dans le reste du sud de la Mauritanie, à l'exception de quelques vagues de sable qui se sont frayé un chemin

le long de la côte. La ligne de retrait de la végétation se fait aussi selon une tendance sud-sud-est, conformément à la dérive littorale vers le sud. D'autre part, la zone comprenant l'embouchure du canal et la partie située au sud de l'embouchure a subi des changements considérables au cours des trois dernières décennies, fort probablement les changements les plus importants au sein de la zone d'étude.

Cette zone côtière très dynamique est décrite de manière fort détaillée dans un ouvrage publié par Boubou Aldiouma Sy (2015) (« Brèche ouverte sur la langue de Barbarie à Saint Louis, Esquisse de bilan d'un aménagement précipité »). Cette publication décrit les changements qui se sont produits dans la région en raison d'activités anthropiques. La figure 13 présente l'évolution régionale de la ligne côtière entre 1984 et 2016. En 1984, l'embouchure du fleuve Sénégal était située à l'extrémité sud du delta (emplacement encerclé en jaune dans la figure). Comme le système du delta est naturel, l'embouchure du canal est dynamique et soumise à une migration vers le sud en raison des vagues atlantiques entrantes et de la force des courants du fleuve. La figure montre qu'en 1992, l'embouchure s'était déplacée de plusieurs miles (km) vers le sud, et qu'en 2004, elle avait poursuivi sa migration vers le sud en se déplaçant de quelques miles supplémentaires, et une autre embouchure a été créée à l'extrémité nord, juste au sud de Saint-Louis. Boubou Aldiouma explique qu'au fur et à mesure que l'embouchure a migré vers le sud, en raison de la pression croissante à l'extrémité nord, le gouvernement local a décidé d'ouvrir une petite brèche au sud de Saint-Louis pour éviter que la ville ne soit inondée ou qu'une brèche naturelle ne se forme à l'extrémité nord de Saint-Louis, ce qui aurait eu des conséquences potentiellement catastrophiques. Bien que la brèche ait eu initialement une largeur de 3 m et qu'elle ait été conçue pour réduire l'excédent d'eau dans l'estuaire, l'ouverture s'est rapidement élargie et, en quelques années, elle est passée des 3 m initiaux à près de 4 miles (6,4 km) (mesure de 2016). Au cours de ce processus, plusieurs villages de la baie ont été exposés aux vagues de la haute mer, et une érosion considérable à l'échelle locale a forcé l'évacuation de ces villages. Cela a notamment été le cas de Keur Bernard et de Doune Baba-Dieye, qui ont été anéantis en quelques années. La figure 14 montre une vue rapprochée de l'emplacement de la brèche et des villages environnants touchés par cette brèche, sous forme de succession de photographies aériennes.

La ville de Saint-Louis subit également des fluctuations le long de sa ligne côtière, particulièrement à N'Dar Toute. La figure 15 montre plusieurs vues rapprochées de la ligne côtière entre 2003 et 2016. Les fluctuations semblent découler d'épisodes d'érosion suivis d'épisodes de rétablissement sous forme de vagues de sable se déplaçant le long de la ligne côtière, comme le révèle la figure en 2014. Cependant, il semble qu'au cours des dernières années, la tendance a surtout été de nature érosive, et les résidents locaux ont mis en place des blocs de béton pour aider à protéger les propriétés des hautes terres. La photo aérienne de 2016 montre de façon plus évidente les endroits où la plage est quasi inexistante (indiqués par des flèches rouges).

05.03 RÉGION DU NORD DU SÉNÉGAL

La région du nord du Sénégal s'étend de l'extrémité sud du delta du fleuve Sénégal jusqu'à Dakar. La ligne côtière de cette région semble être stable dans l'ensemble. Contrairement à la végétation côtière le long du littoral de la Mauritanie, dans la région du nord du Sénégal, la végétation semble s'être progressivement accrue et est devenue plus établie. Ces caractéristiques indiquent que la ligne côtière présente un certain niveau de stabilité. Les figures 16 et 17 présentent quelques exemples démontrant que la végétation côtière est florissante depuis 1984. Dans ces figures, des photos prises en 1984 et 2016 sont comparées et les zones couvertes de végétation sont encerclées en jaune à des fins de comparaison.

L'extrémité sud de la région se démarque par la présence du canyon de Dakar, qui est une partie de la côte présentant un plateau continental très étroit. La figure 17 montre l'endroit où le canyon en eau profonde est le plus près de la côte à Kayar. L'orientation inégale de la ligne côtière à cet endroit est une indication de la présence possible d'un substrat rocheux, ce qui expliquerait la stabilité de cette partie de la côte. Comme Dakar est principalement une péninsule rocheuse, la présence d'un substrat rocheux à Kayar ne serait pas étonnante, étant donné que Kayar se trouve à la base de la péninsule de Dakar.

Cite Keur Salam, qui se situe au sud-ouest de Kayar, est la région qui a subi l'érosion la plus importante dans les trois dernières décennies. Cette région s'est initialement érodée jusqu'au début de l'année 2008, pour commencer à s'accréter de nouveau jusqu'à aujourd'hui (2016). Ces changements pourraient être liés au développement de Cite Keur Salam, qui s'est produit vers la fin de cette période. La figure 18 montre une succession d'images satellites de 1984 à 2016 qui illustrent ce phénomène.

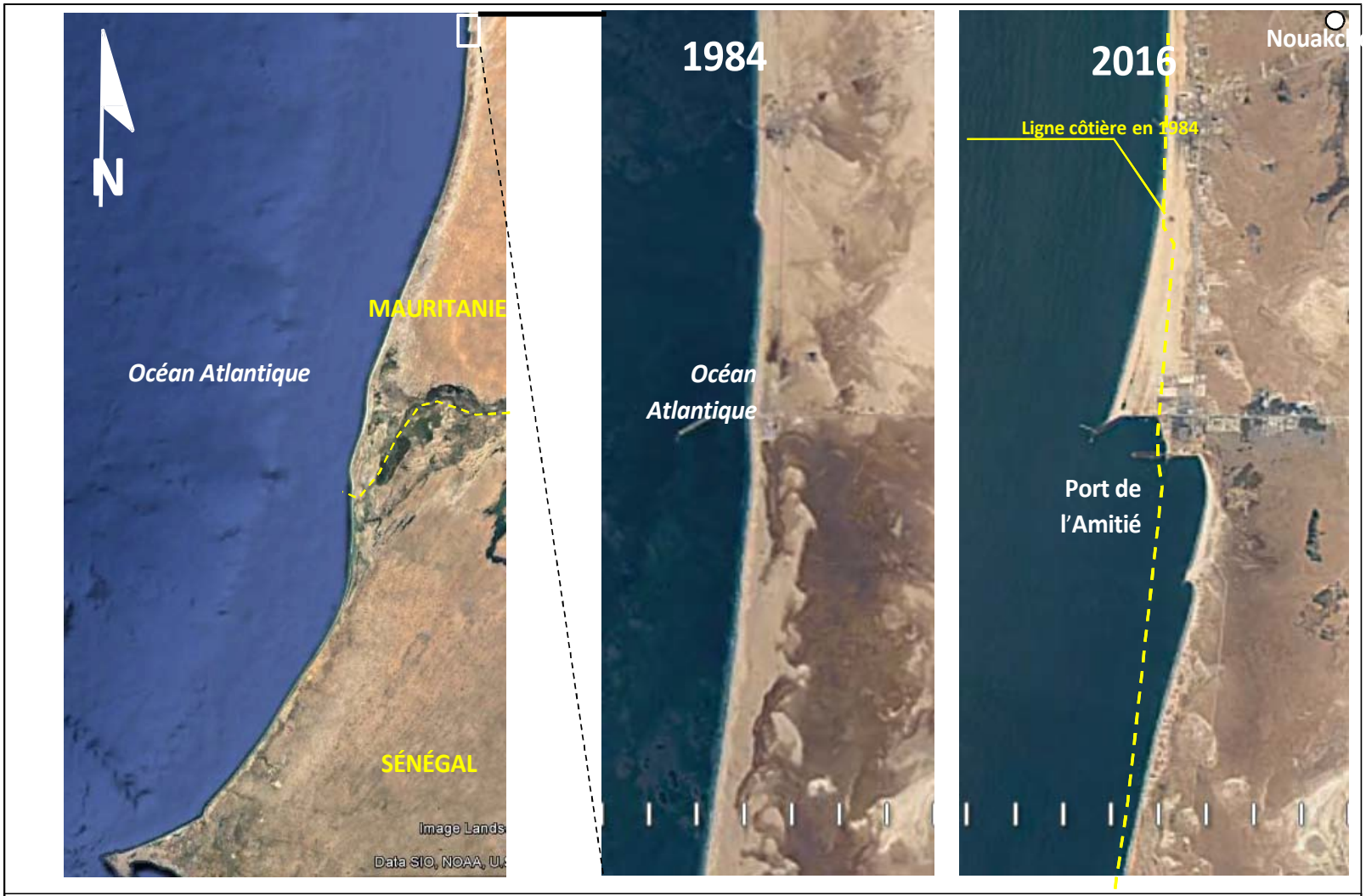


Figure 11. Comparaison aérienne du Port de l'Amitié, Nouakchott (1984 et 2016)

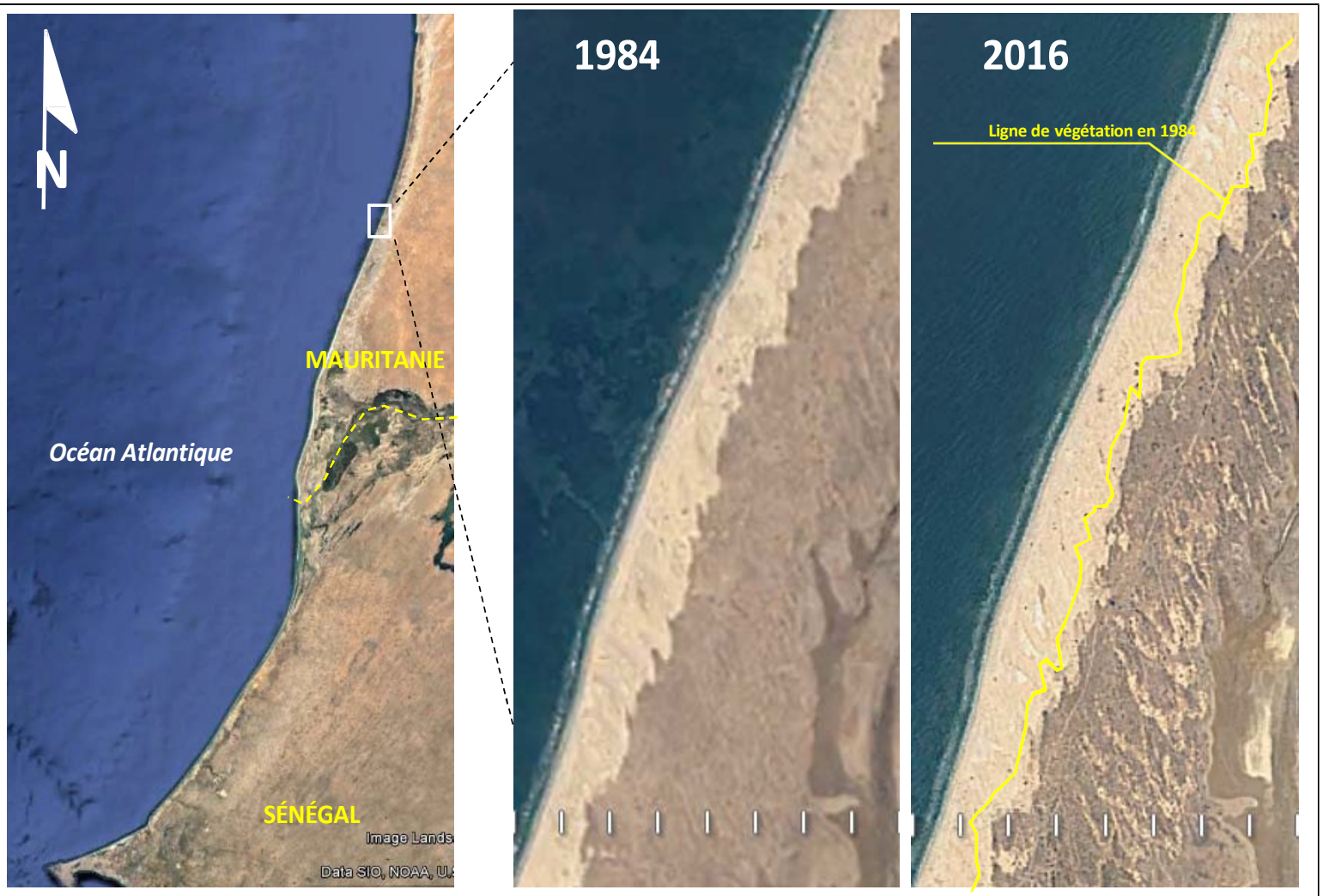


Figure 12. Comparaison aérienne de la côte typique de la Mauritanie (1984-2016)

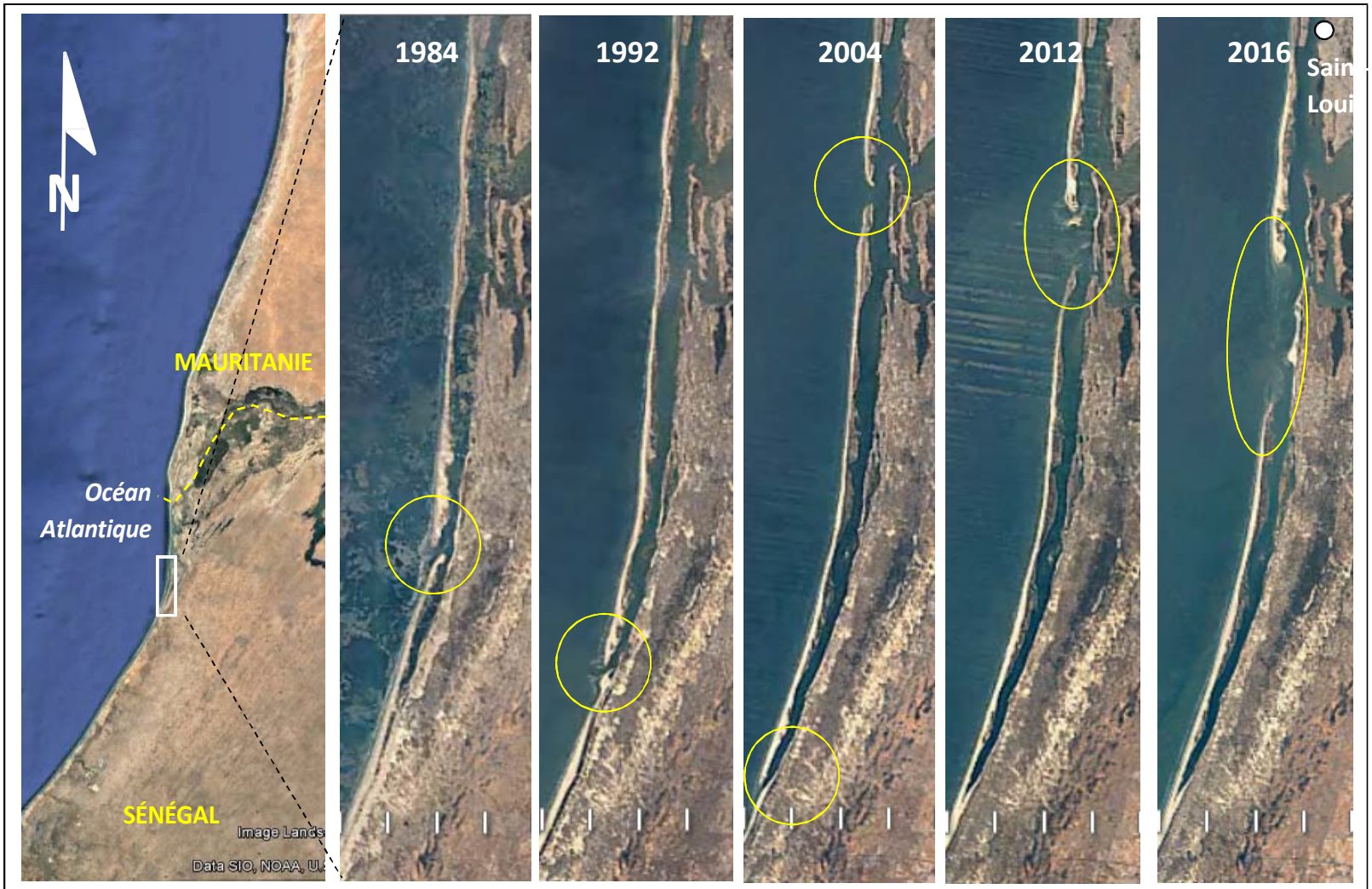


Figure 13. Évolution régionale de l'embouchuredu fleuve Sénégal (1984 – 2016)

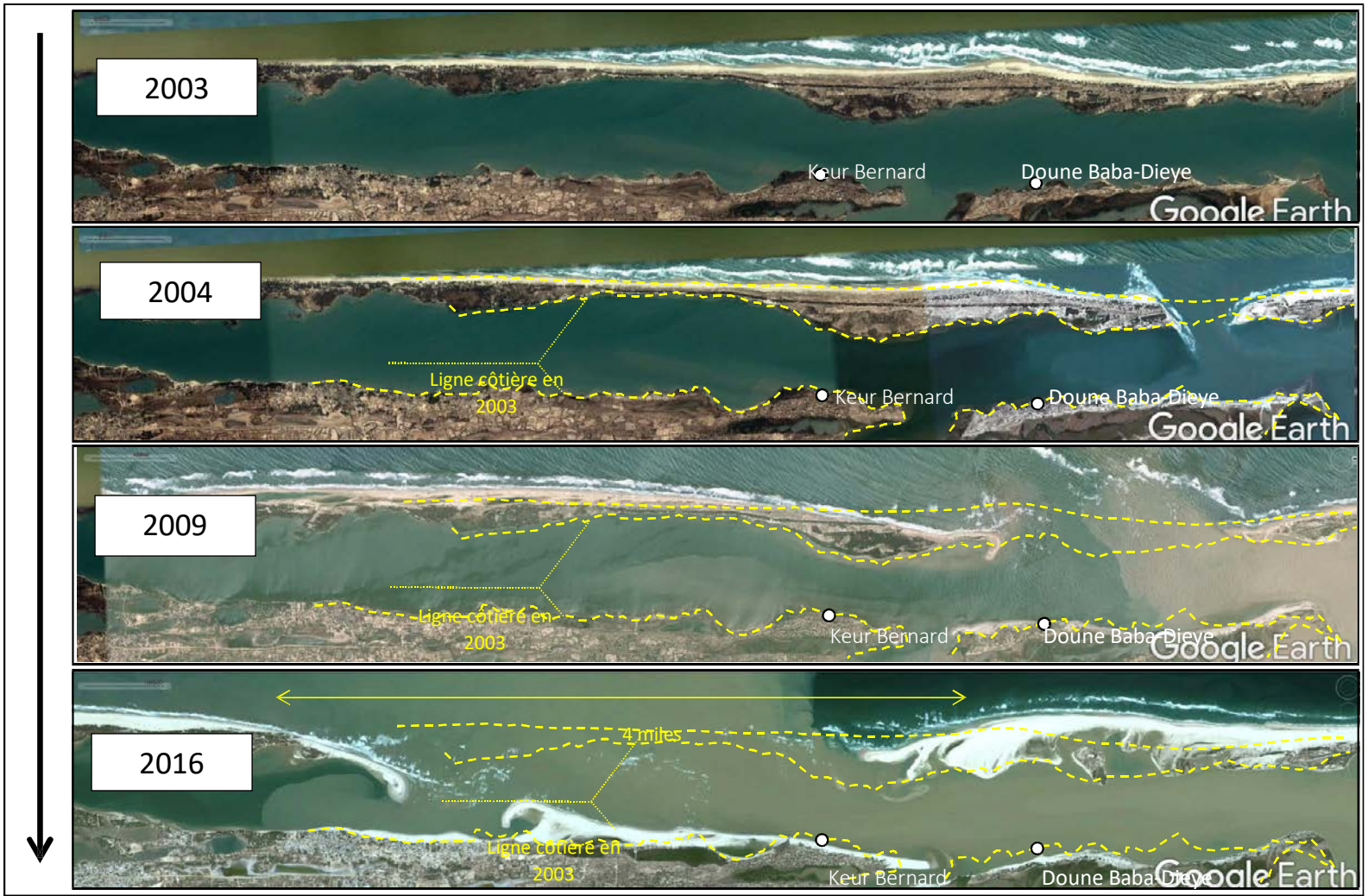


Figure 14. Évolution de la brèche de Saint-Louis, au Sénégal (2003 – 2016)

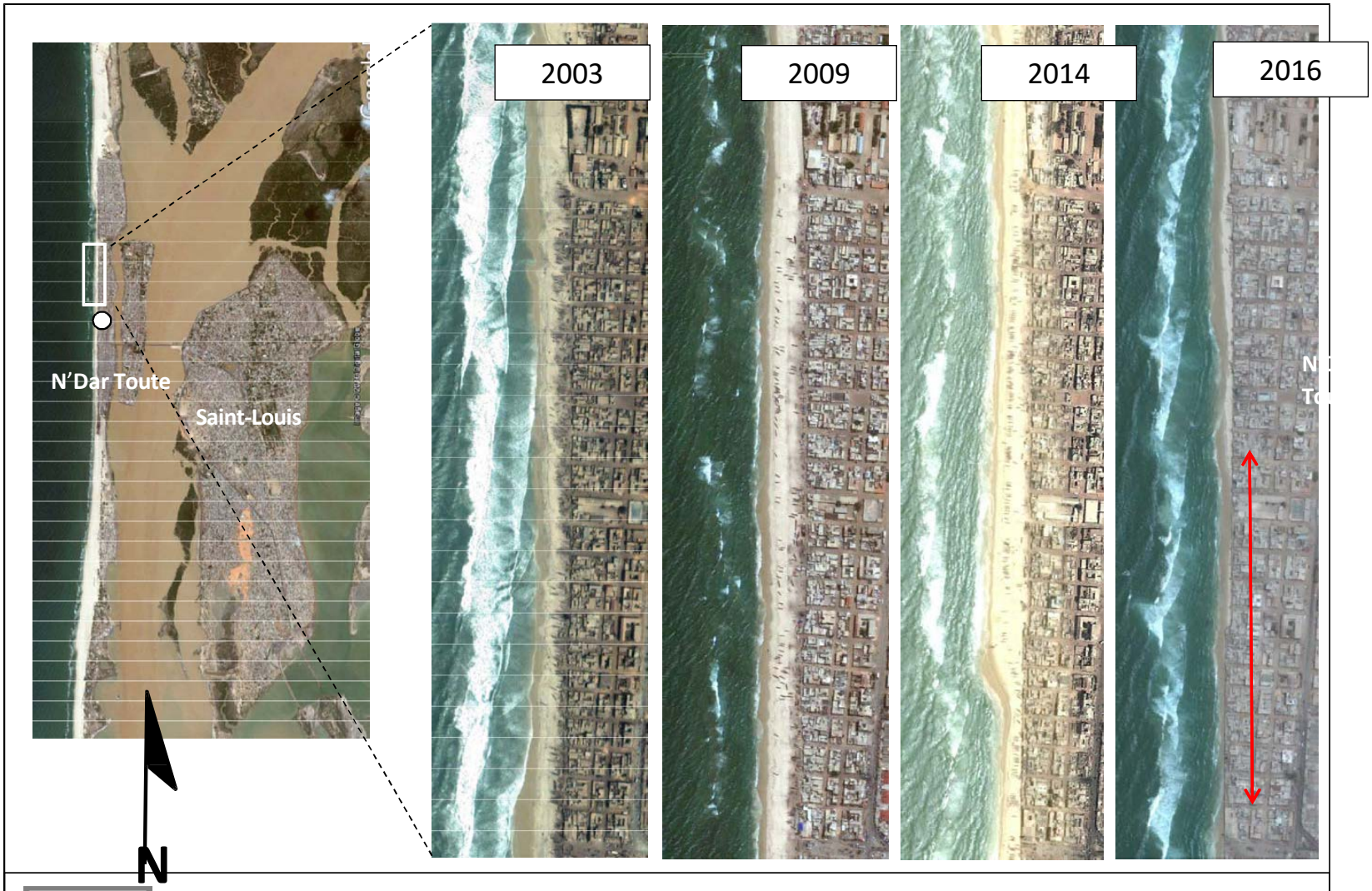


Figure 15. Évolution de la brèche de N'Dar Toute, au Sénégal (2003 – 2016)

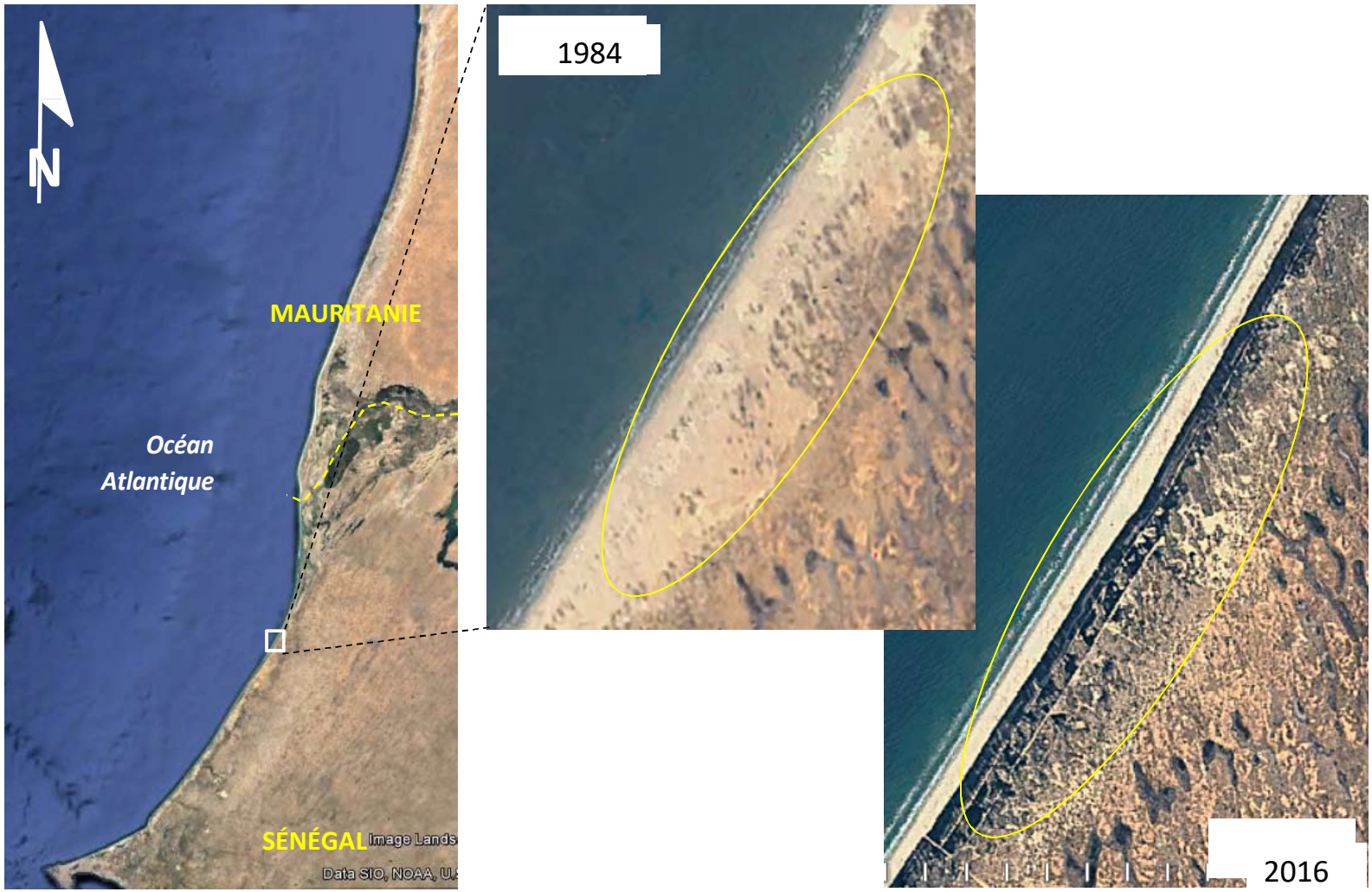


Figure 16. Comparaison aérienne de la côte typique du nord du Sénégal (1984-2016)

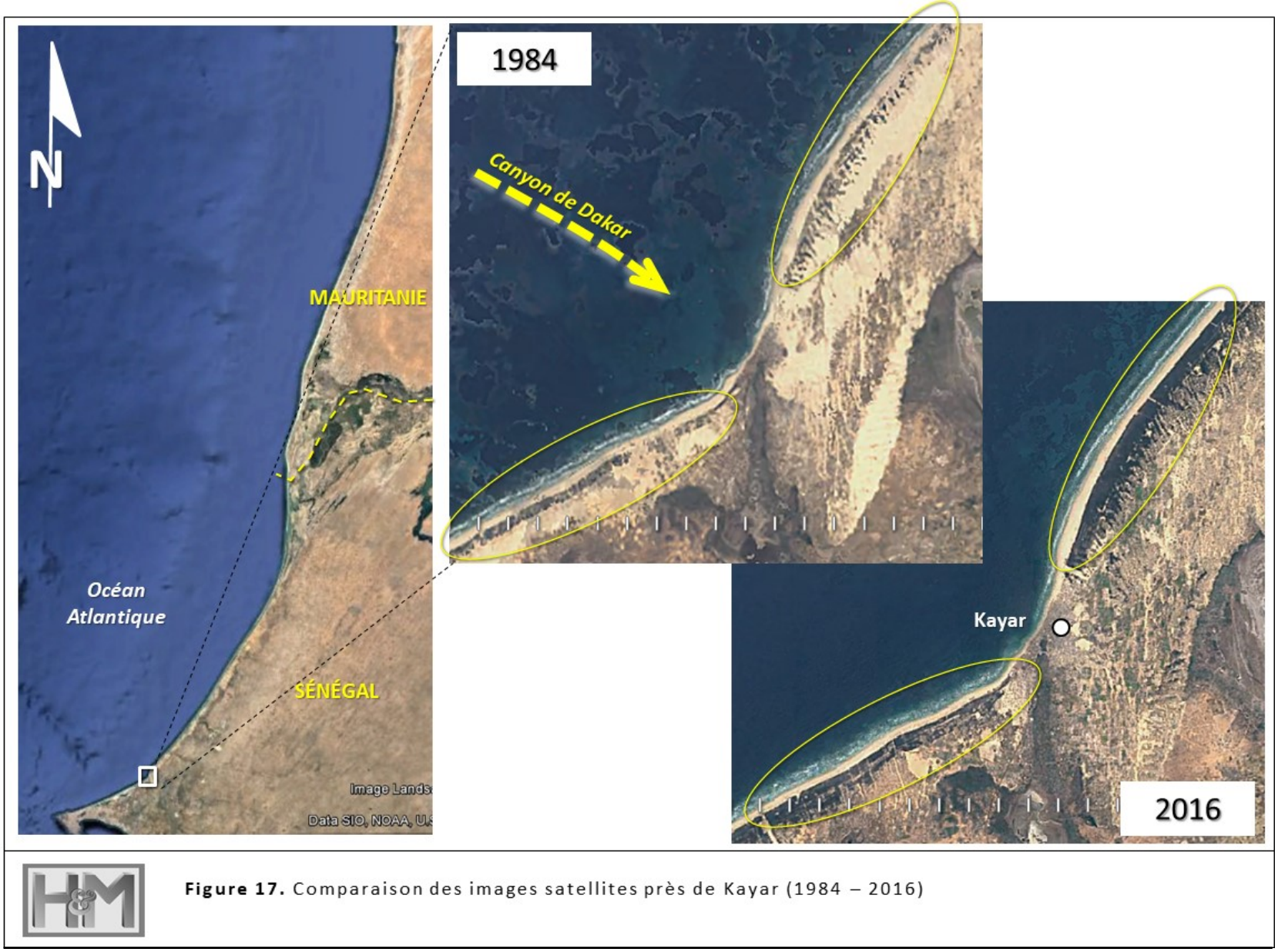


Figure 17. Comparaison des images satellites près de Kayar (1984 – 2016)

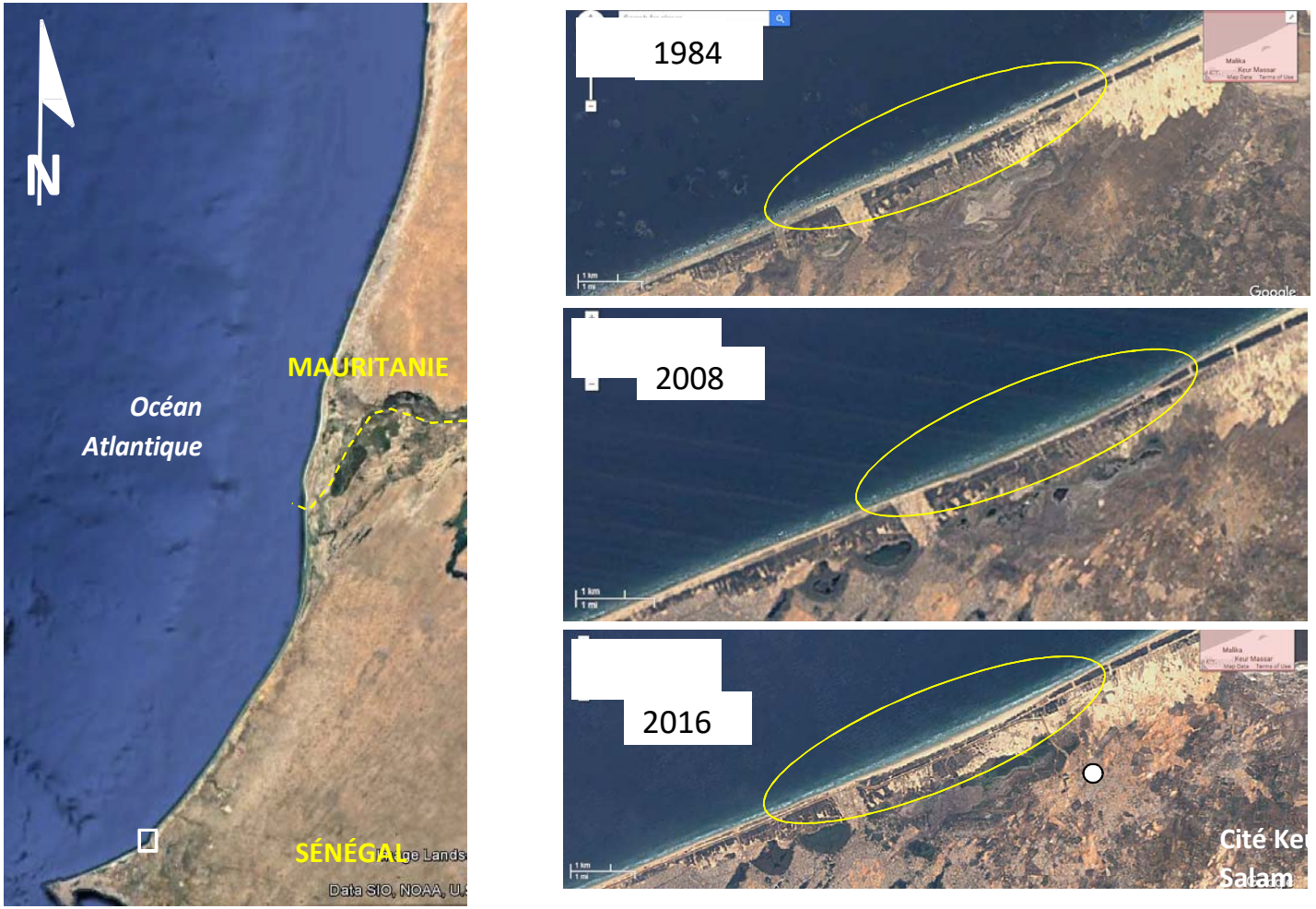


Figure 18. Comparaison des images satellites près de Keur Salam (1984 – 2016)

ANNEXE A

REGISTRE DES VAGUES WAVE WATCH III DE LA NOAA

VAGUES EXTRAITES À UNE LATITUDE DE 16 ° ET UNE LONGITUDE DE -17 °

DE 2006 À 2016

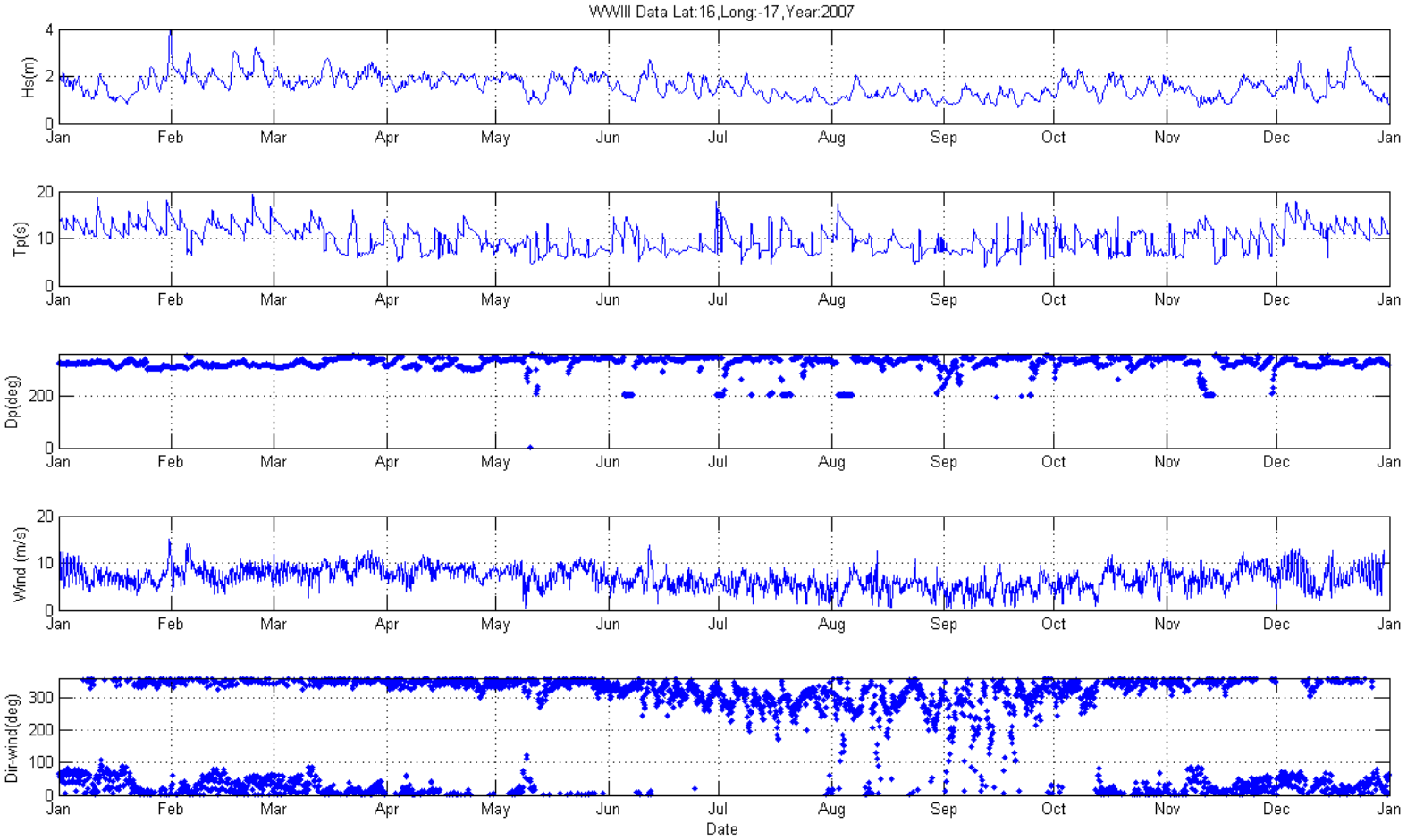


Figure A1. Série chronologique Wave Watch III de 2006

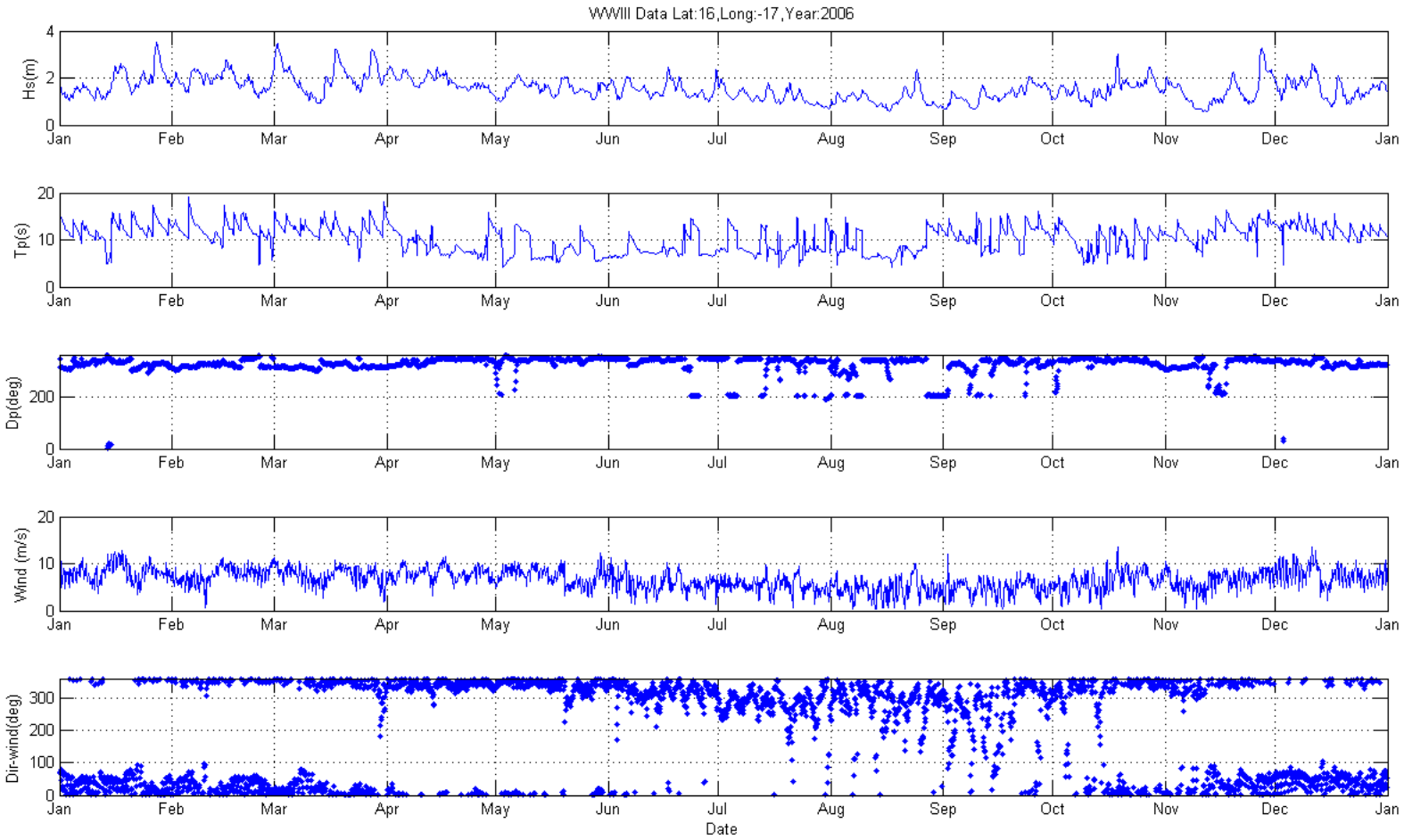


Figure A2. Série chronologique Wave Watch III de 2007

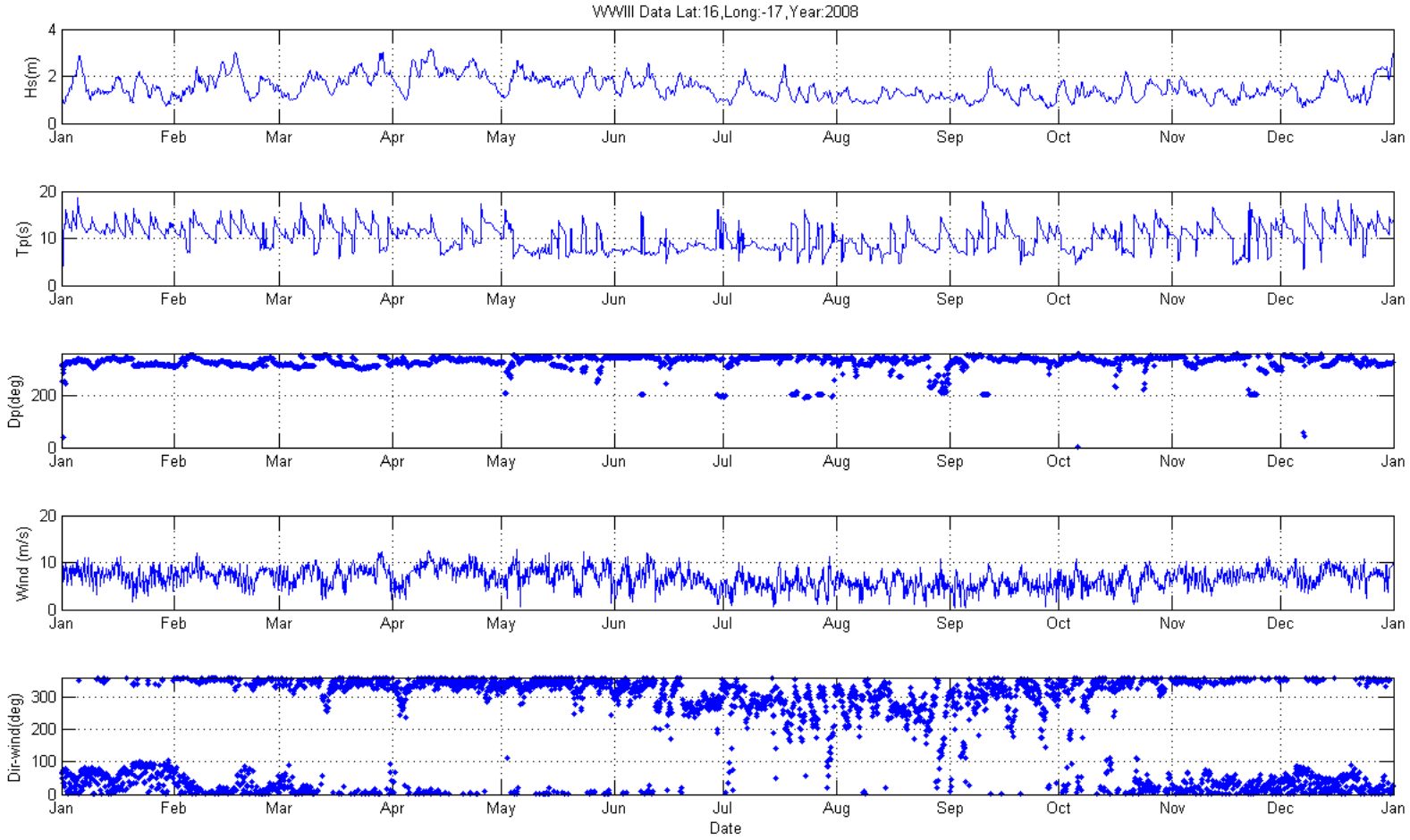


Figure A3. Série chronologique Wave Watch III de 2008

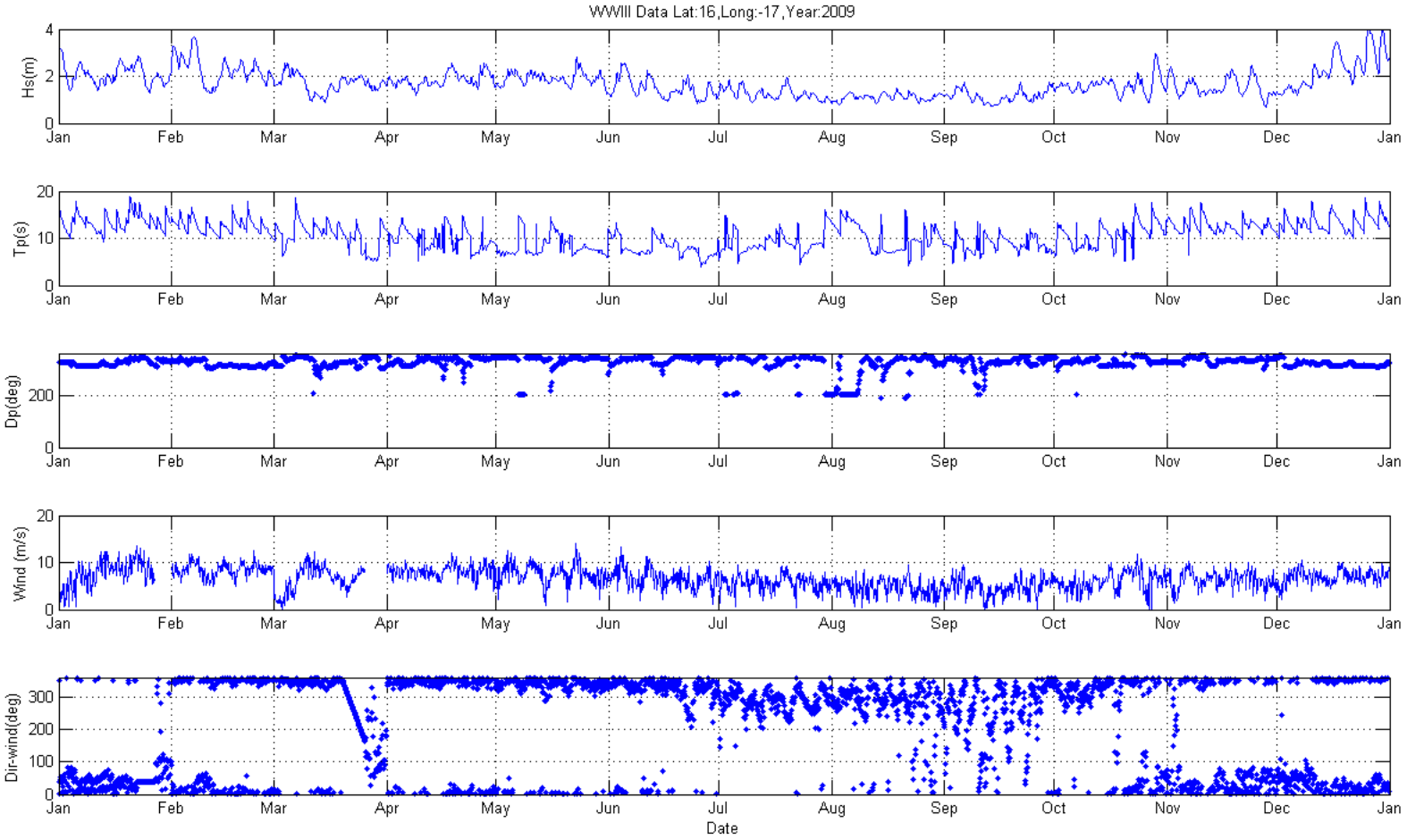


Figure A4. Série chronologique Wave Watch III de 2009

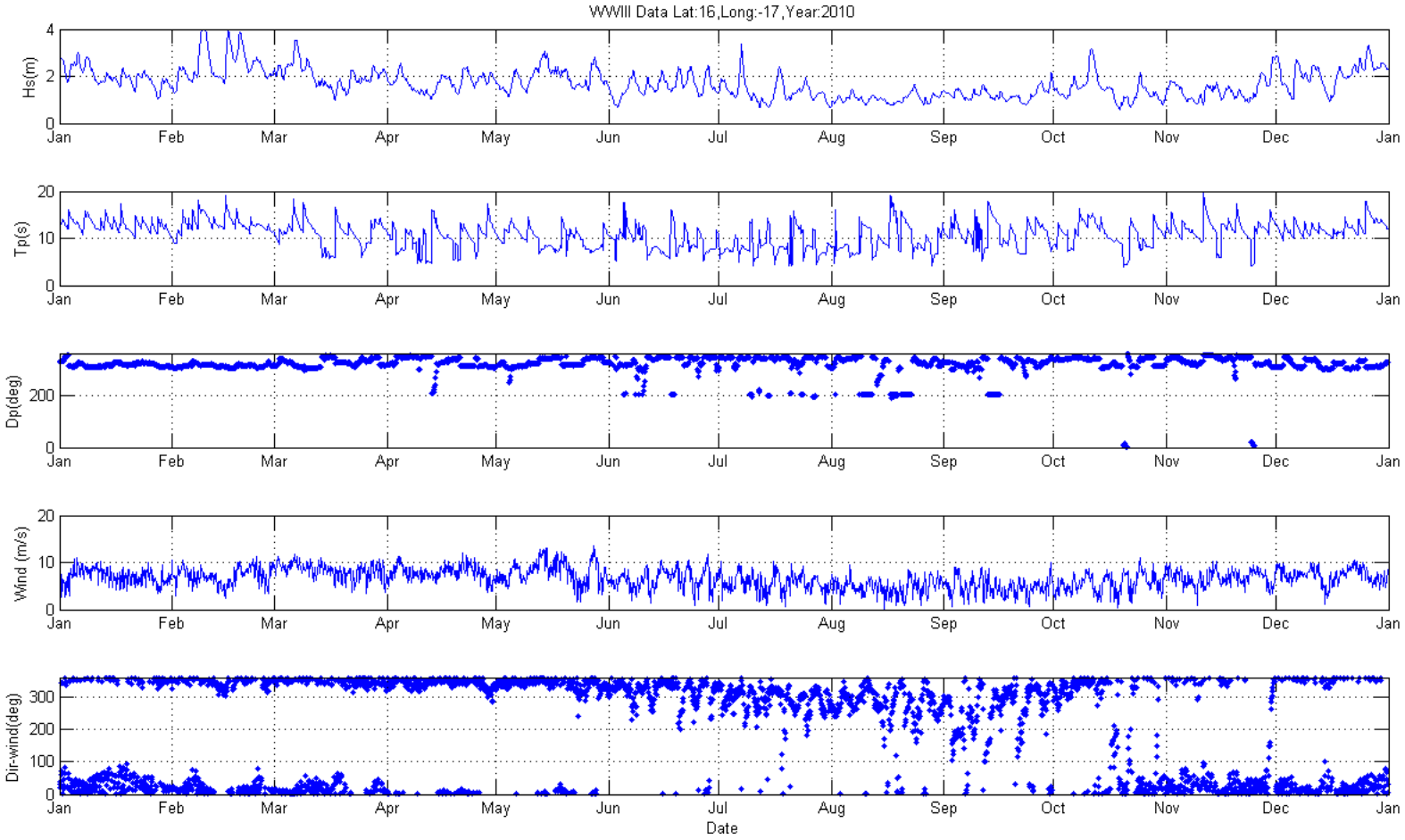


Figure A5. Série chronologique Wave Watch III de 2010

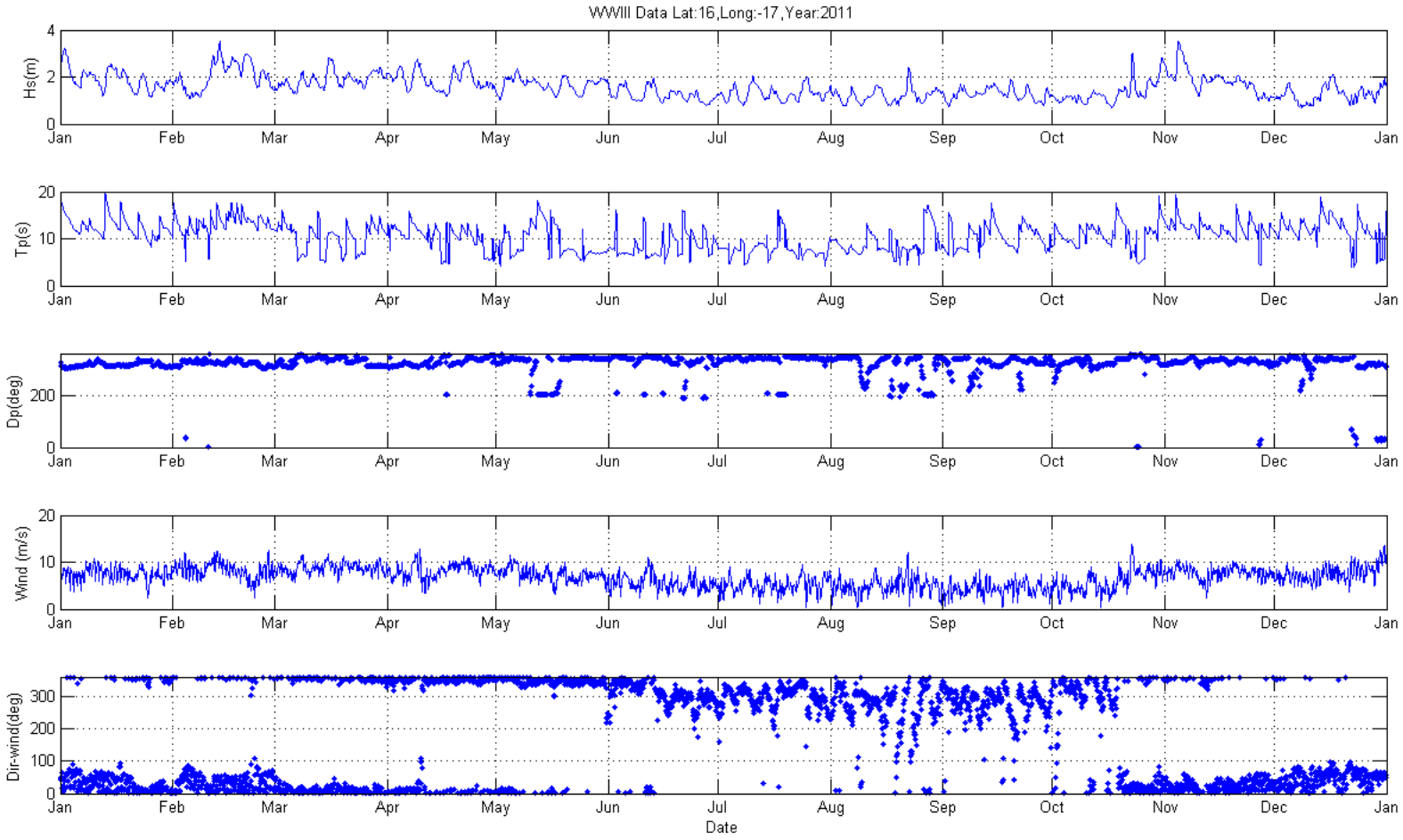


Figure A6. Série chronologique Wave Watch III de 2011

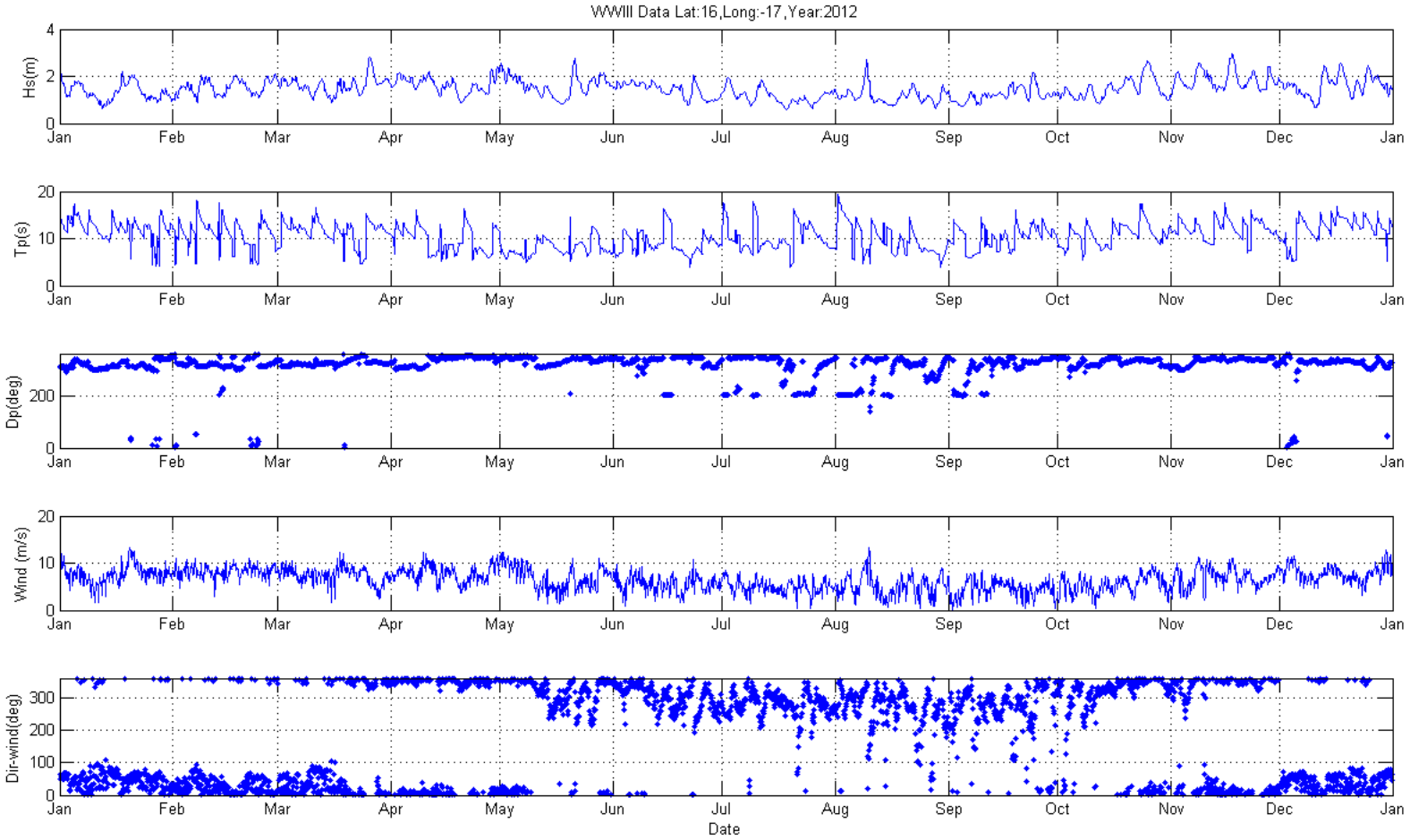


Figure A7. Série chronologique Wave Watch III de 2012

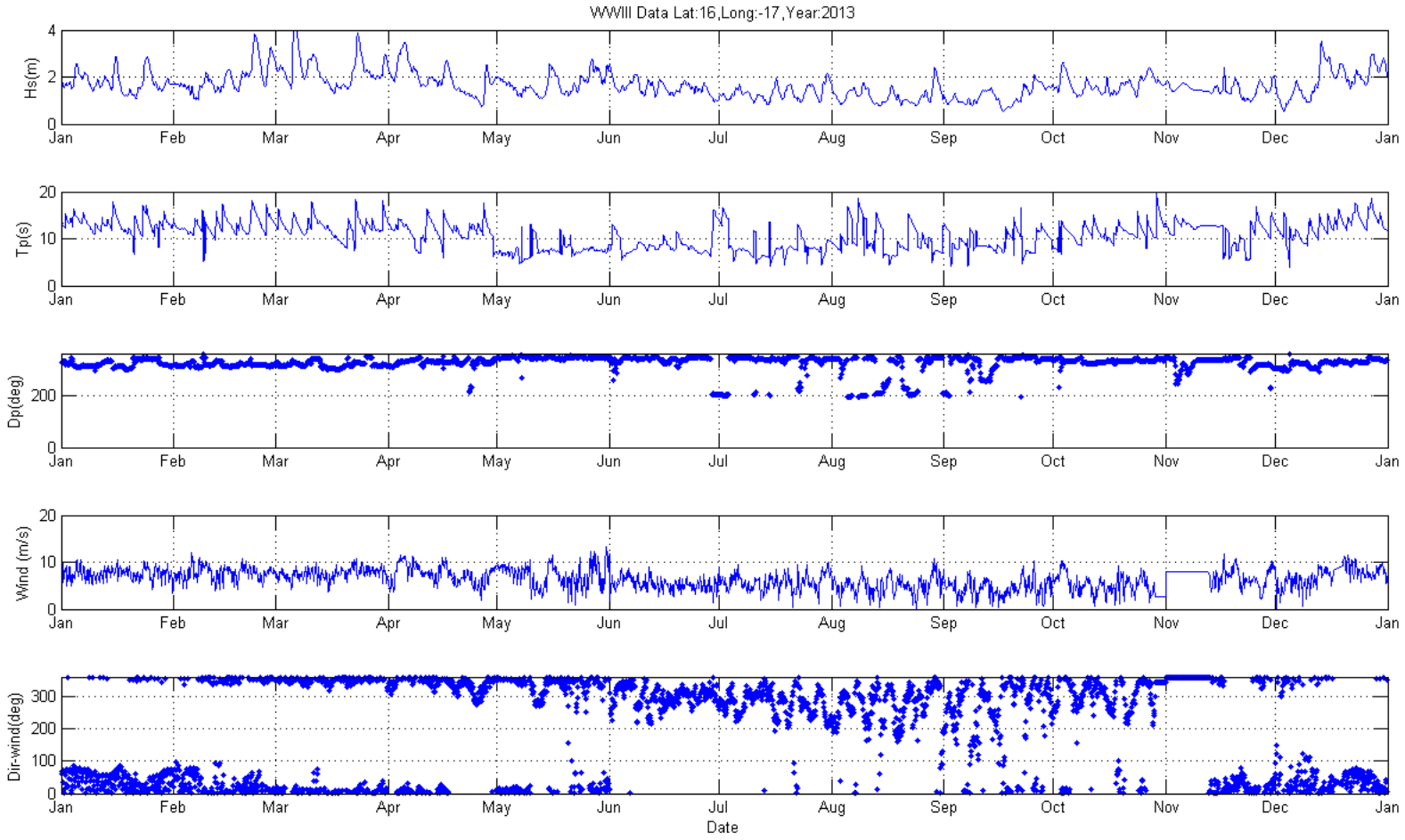


Figure A8. Série chronologique Wave Watch III de 2013

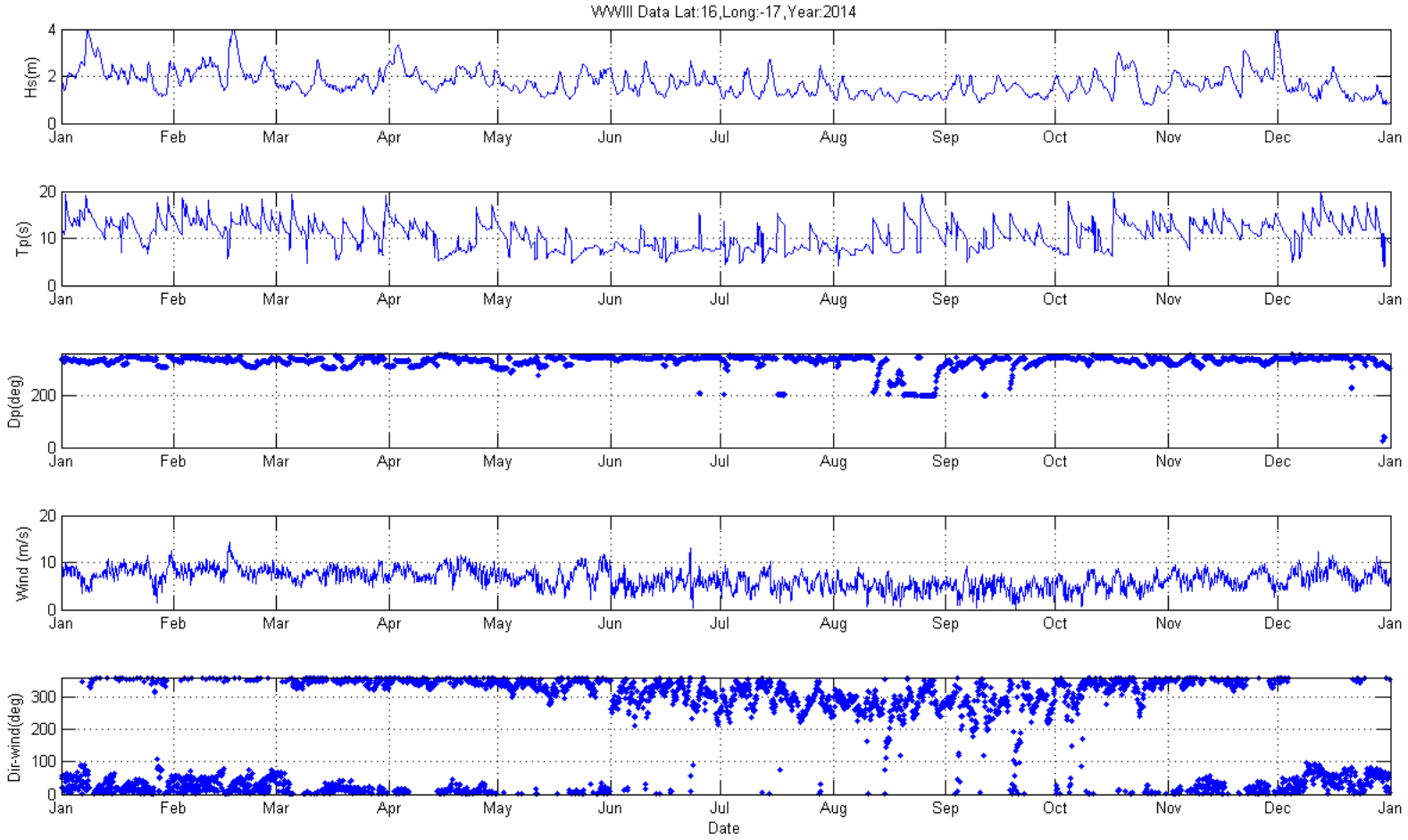


Figure A9. Série chronologique Wave Watch III de 2014

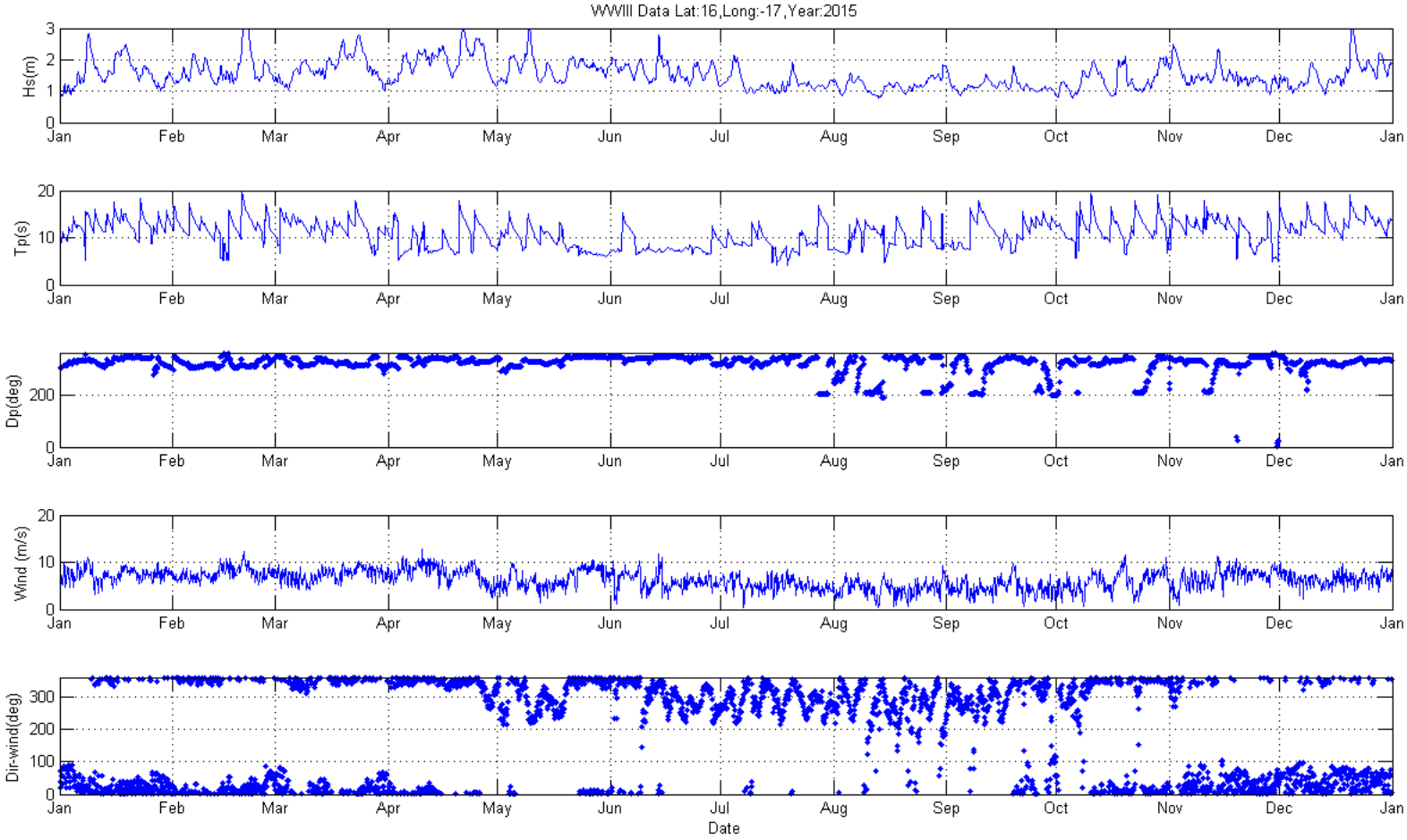


Figure A10. Série chronologique Wave Watch III de 2015

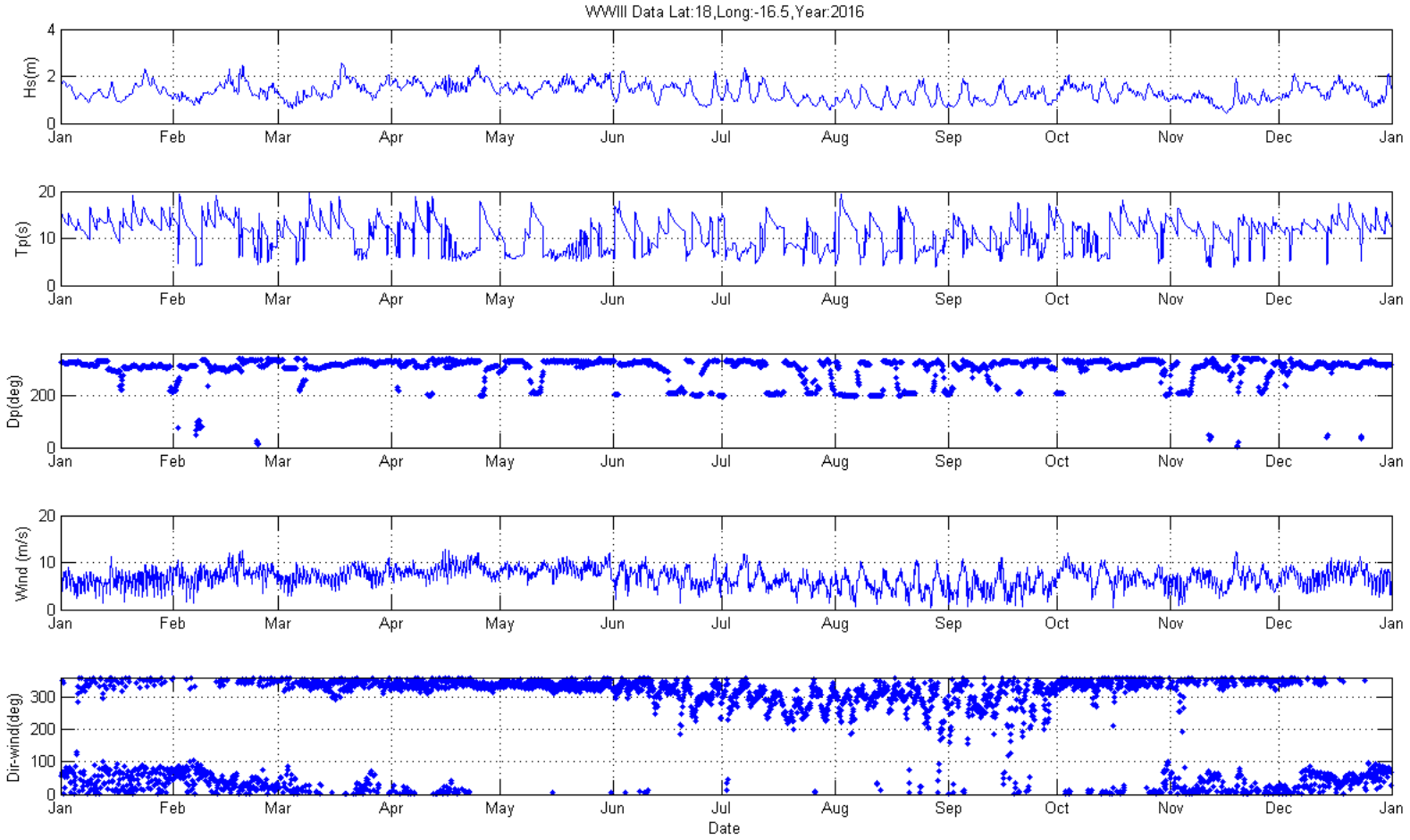


Figure A11. Série chronologique Wave Watch III de 2016

ANNEXE I-2 : RAPPORT DE MODÉLISATION DE LA LIGNE CÔTIÈRE

Classification CoSecurity : Projet, interne

Région de la Mauritanie et du Sénégal

Tortue Phase 1

PROJET DE DÉVELOPPEMENT TORTUE

Modelisation de la ligne côtière

A02	Publié pour révision par l'ENTREPRISE	2017-11-02	K Rakha, C Stuiver & B Li	H Johnson	S Dunn	L Zhou
A01	Publié pour révision par l'ENTREPRISE	2017-09-22	K Rakha, C Stuiver & B Li	H Johnson	S Dunn	L Zhou
Rév.	Raison de la révision	Date	Auteur	Vérificateur	Approbateur	AQ

Code de cycle de mise à jour (années) :	Sans objet

Identifiant unique :	Sans objet	**MS002-CV-STU-010-04012**	Rév.
Type de RD :	Sans objet		**A02**

Non contrôlé lorsqu'imprimé ou stocké localement

Utilisation et interprétation de ce document

Ce document est publié par Kellogg Brown & Root Ltd. (KBRL) en vertu de contrats conclus avec BP Mauritania Investments Ltd. et BP Senegal Investments Ltd. (BP) aux fins particulières liées uniquement au projet Tortue. Aucune autre partie ne devrait se fier au présent document ou l'utiliser à d'autres fins. KBRL ne peut être tenue responsable des pertes, dommages ou autres conséquences (qu'elles qu'en soient la cause) découlant du fait qu'une autre partie s'est fiée à ce document ou l'a utilisée à d'autres fins que celles pour lesquelles il a été créé.

Ce document/logiciel contient des renseignements techniques soumis aux règlements de l'UE, des É.-U. et d'autres pays relativement au contrôle des exportations, notamment des restrictions liées à l'exportation, à la vente ou au transfert d'articles (biens, technologie ou logiciels) à des pays, entités ou personnes soumises à des sanctions ou à un embargo. Il ne peut pas être exporté ni réexporté, sauf lorsqu'autorisé en vertu des exigences pertinentes en matière de contrôle des exportations.

Historique de révision

Date de révision	Numéro de révision	Approbateur	Description de la révision

* Seulement requis pour les révisions B02 et ultérieures.

Mises en attente

Nº de réf. de la mise en attente	Description/raison de la mise en attente	Réf. de la section
HOLD 1	Aucune mise en attente	

Réviseurs

Nom	Rôle	Type de révision	Date de révision

Documents de référence

Nº du doc.	Réf.	Nom du document / révision / date
1		

Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Abréviations

A	Paramètre utilisé dans le profil d'équilibre de Dean
ANM	Augmentation du niveau de la mer
ArcGIS	Système d'information géographique
BP	Groupe d'entreprises BP
C_{dis}	Coefficient 1 pour la dissipation de la formation de moutons
CE90	Intervalle de confiance de 90 % pour la précision de localisation
CMAP	Cartes numériques
D_{50}	Taille moyenne des grains
d_c	Hauteur du profil de la plage
DDV	Direction dominante de la vague
DHI	DHI Water and Environment Institute
DMV	Direction moyenne des vagues
DPV	Direction pic des vagues
DSAS	Digital Shoreline Analysis System (système d'analyse numérique de la ligne côtière)
FEED	Ingénierie d'avant projet détaillé
FPSO	Unité flottante de production, stockage et déchargement en mer
GNL	Gaz naturel liquéfié
h	Profondeur de l'eau provenant du niveau moyen à marée basse en eau vive
H_{m0}	Hauteur de vague au moment zéro (significative du point de vue du spectre)
H_{rms}	Moyenne quadratique de la hauteur de vague
KBR	Groupe d'entreprises KBR
Kn	Rugosité absolue
LITDRIFT	Dérive littorale
LITLINE	Évolution de la ligne côtière
MF	Maillage flexible
MIKE	Logiciel de l'entreprise DHI
MLWS	Niveau moyen à marée basse en eau vive
MMPCSPJ	Millions de pieds cubes standards par jour
MTPA	Million de tonnes par année
N	Nord
NFGNL	Navire flottant de GNL
NMM	Niveau moyen de la mer
NNO	Nord-nord-ouest
O	Ouest
OWI	OceanWeather Inc.
Qs	Taux de transport des sédiments
S	Sud
S_g	Coefficient d'étalement pour la taille des sédiments
SWAN	Modèle spectral des vagues conçu par la Delft University of Technology
T_p	Période du pic des vagues
VS	Vague spectrale

x	Direction côtière
x_o	Distance offshore
y	Distance de la côte par rapport à la référence
δ_{dis}	Coefficient 2 pour la dissipation de la formation de moutons
2D	À deux dimensions

Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Table des matières

HISTORIQUE DE RÉVISION **2**

MISES EN ATTENTE **2**

RÉVISEURS **2**

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE **3**

ABRÉVIATIONS **4**

TABLE DES MATIÈRES **6**

1.0 RÉSUMÉ **9**

2.0 INTRODUCTION **11**

2.1 Contexte 11

2.2 Objectif 12

3.0 MÉTHODOLOGIE ET DONNÉES **13**

3.1 Méthodologie 13

3.1.1 Approche simple 13

3.1.2 Approche détaillée 13

3.2 Données 14

3.2.1 Données bathymétriques 15

3.2.2 Vagues offshore 16

3.3 Propriétés des sédiments et transport des sédiments 22

3.4 Images satellites 22

3.5 Aménagement du brise-lames 23

4.0 ANALYSE HISTORIQUE DE LA LIGNE CÔTIÈRE **25**

4.1 Calcul des changements subis par la ligne côtière 25

4.2 Résultats associés aux changements de la ligne côtière 27

4.3 Estimation des taux de transport 30

5.0 MODÈLE RELATIF AUX VAGUES LITTORALES **32**

5.1 Logiciel de modélisation 32

5.2 Configuration du modèle 33

5.3 Résultats du modèle 36

6.0 TRANSPORT LITTORAL DES SÉDIMENTS **39**

6.1 Logiciel de modélisation 39

6.2 Configuration du modèle LITDRIFT 39

6.3 Résultats du modèle LITDRIFT 40

6.3.1 Sensibilité à la rugosité absolue du fond 40

6.3.2 Sensibilité à l'orientation de la ligne côtière 40

6.3.3 Sensibilité à la discrétisation de la fréquence 42

7.0 MODÈLE D'ÉVOLUTION DE LA LIGNE CÔTIÈRE **43**

7.1 Logiciel de modélisation 43

7.2 Configuration du modèle LITLINE 44
7.2.1 Limites du modèle 44
7.2.2 Autres paramètres de configuration 45
7.3 Vérification du modèle 45
7.4 Résultats du modèle 46
7.4.1 Analyse de sensibilité 51
8.0 CONCLUSIONS, LIMITES ET RECOMMANDATIONS 53
8.1 Résumé 53
8.2 Conclusions 53
8.3 Incertitudes et limitations 53
9.0 RÉFÉRENCES 56

ANNEXES

Annexe I Exposé supplémentaire sur la position de la ligne côtière
Annexe II Résultats supplémentaires de modélisation des vagues côtières
Annexe III Résultats supplémentaires du modèle LITDRIFT
Annexe IV Résultats supplémentaires du modèle LITLINE

TABLEAUX

Tableau 3.1 — Résumé de l'imagerie satellite 22
Tableau 5.1 — Configuration et paramètres utilisés dans le modèle SW 36
Tableau 6.1 — Configuration et paramètres utilisés dans le modèle LITDRIFT 39
Tableau 7.1 — Résumé des changements de volume dans la zone d'étude 50
Tableau 7.2 — Résumé de l'érosion et de l'accrétion côtières maximales pour la zone d'étude 51
Tableau 8.1 — Résumé des limitations et des incertitudes du modèle 54

FIGURES

Figure 2.1 — Carte de l'emplacement du champ gazier Tortue 12
Figure 3.1 — Diagramme de flux de la méthodologie utilisée dans l'étude 14
Figure 3.2 — Courbes isobathes du fond et sources de données bathymétriques 15
Figure 3.3 — Profil d'équilibre de la plage pour D_{50} = 0,2 mm 16
Figure 3.4 — Emplacement des données relatives aux vagues offshore 17
Figure 3.5 — Rose des vagues offshore fondé sur la DDV et la DMV 17
Figure 3.6 — Roses des vagues offshore pour divers mois 18
Figure 3.7 — Climat de vagues annuel moyen pour divers mois 20
Figure 3.8 — Données relatives aux vagues pour le mois de janvier du climat de vagues annuel moyen 21
Figure 3.9 — Emplacement du brise-lames B et D mis à l'essai avec le modèle d'évolution de la ligne côtière 23
Figure 3.10 — Plans du brise-lames utilisés dans le modèle d'évolution de la ligne côtière 24
Figure 4.1 — Exemple de configuration pour le système DSAS (source : [Thieler et al. 2017]) 25
Figure 4.2 — Calcul du taux de régression linéaire de changement pour un emplacement donné 26
Figure 4.3 — Taux annuels moyens de changement de la ligne côtière 28
Figure 4.4 — Incidence de la croissance des langues de sable sur les changements de ligne côtière mesurés 29

Figure 4.5 — Taux annuels moyens de changement de la ligne côtière au niveau du site du projet..... 30
Figure 4.6 — Variation de la superficie de la langue de sable et de l'île-barrière au fil du temps 31
Figure 5.1 — Maillage flexible utilisée dans le modèle SW..... 34
Figure 5.2 — Maillage flexible à proximité du brise-lames, avec les courbes isobathes 35
Figure 5.3 — Exemple de résultat du modèle SW 37
Figure 5.4 — Exemple de rose des vagues annuelles à une station située à l'isobathe de 10 m 38
Figure 6.1 — Schéma de l'orientation de la ligne côtière..... 40
Figure 6.2 — Variation de Qs en fonction de Kn..... 41
Figure 6.3 — Relation Q-alpha..... 41
Figure 6.4 — Variation de la valeur de Qs au fil des années (selon les données d'OWI pour la zone offshore) 42
Figure 7.1 — Schéma du concept ONELINE 43
Figure 7.2 — Configuration du modèle d'évolution de la ligne côtière..... 45
Figure 7.3 — Comparaison des taux mesurés de changements subis par la ligne côtière et des taux modélisés de ces changements..... 46
Figure 7.4 — Résultats du modèle LITLINE sur une période de 10 ans pour la ligne côtière le long de la zone d'étude..... 47
Figure 7.5 — Qs net le long de la zone d'étude pour diverses simulations 48
Figure 7.6 — Changements subis par la ligne côtière après 10 ans par rapport au cas sans brise-lames..... 49
Figure 7.7 — Schéma des différents volumes d'érosion..... 49

1.0 RÉSUMÉ

Le hub proposé pour le projet Tortue, situé à la frontière maritime entre la Mauritanie et le Sénégal, comprend un brise-lames qui vise à protéger les opérations maritimes, y compris le traitement du gaz naturel liquéfié (GNL) et le chargement de ce GNL dans les navires. Le brise-lames proposé se trouve dans une zone exposée à une importante érosion côtière naturelle.

Un calcul simplifié fondé sur deux vagues représentatives a montré que les emplacements proposés pour le brise-lames pourraient avoir un impact variable sur la dynamique côtière actuelle selon l'emplacement et la dimension choisis. Ce calcul simplifié a ete utilisé pour estimer le taux de changement des lignes côtières, sur la base du transport des sédiments par le courant littoral calculé pour la ligne côtière initiale. Dans une seconde phase un modèle plus précis, qui utilise toutes les combinaisons de vagues dans le climat habituel annuel des vagues, le transport détaillé des sédiments par le courant littoral et le modèle de ligne côtière a été utilisé.

Le présent rapport presente un résumé de la modélisation detaillée de l'évolution des lignes côtières effectuée pour le brise-lames selectionner l'emplacement du brise-lames en tenant compte de la dynamique cotière. Plusieurs emplacements sont étudiés pour le brise-lames à l'aide d'une simulation de 10 ans d'évolution de la ligne côtière. Ces simulations sont comparées à une simulation pour une période de 10 ans sans brise-lames (aucun changement apporté) afin de quantifier l'impact de le brise-lames sur les changements actuels de la ligne côtière.

Les principales données entrantes pour le modèle d'évolution des lignes côtières sont le climat des vagues, la ligne côtière initiale, le profil de la plage et les propriétés des sédiments. Les données relatives aux vagues offshore pour une période de 38 ans (obtenues d'OceanWeather Inc. [OWI]) ont été analysées pour calculer un climat général annuel moyen offshore (en conservant les fréquences mensuelles). Le climat général annuel moyen des vagues offshore a été transformé pour l'isobathe de 10 m à l'aide d'un modèle spectral de vagues conçu par DHI Water and Environment (MIKE 21 SW). Les données relatives aux vagues littorales ont été extraites tous les 30 m le long d'une ligne cotiere d'environ 40 km afin de calculer les changements dans le climat des vagues provoqués par le brise-lames proposée.

En l'absence d'information surles propriétés des sédiments pour l'ensemble de la zone active, lesdonnées relatives aux sédiments de la plage provenant d'études précédentes sur le site du projet ont été utilisées. Ces données sont estimées raisonnables, étant donné que plus d'une source a été utilisée. D'autre part, en raison de l'absence de données bathymétriques récentes pour la zone littorale, une forme de profil à léquilibre de la plage a été estimée pour la zone active (c'est-à-dire à partir de -5 m jusqu'à la côte). Bien qu'aucune étude antérieure n'était disponible pour confirmer que le profil d'équilibre de la plage était valable pour le site du projet Tortue, il a été démontré que le concept de profil d'équilibre de plage est une approximation adéquate des profils de plage moyens à long terme (moyennes calculées sur de nombreuses années) pour un grand nombre de sites. Par conséquent, il s'agit d'un concept dont l'utilisation est appropriée pour la modélisation de l'évolution à long terme de la ligne côtière

Le modèle de dérive littorale (LITDRIFT) a été calibré en fonction des données publiées et des données calculées à partir des changements historiques de la ligne côtière (pour les taux nets de transport des sédiments). Les changements historiques de la ligne côtière ont été obtenus en numérisant des images satellites prises à des dates différentes. Une analyse de sensibilité pour différents paramètres de modèles de LITDRIFT et données d'entrée a été réalisée pour quantifier certaines incertitudes.

Trois emplacements différents pour le brise-lames ont fait l'objet de simulations à l'aide d'un modèle d'évolution de la ligne côtière (LITLINE), parallèlement à une modification de son aménagement à l'emplacement B. Pour chacun de ces emplacements, le modèle MIKE21 SO a été utilisé pour transformer le climat des vagues offshore selon l'isobathe de 10 m et le modèle LITLINE a ensuite été utilisé pour estimer les changements subis par la ligne côtière sur une période de 10 ans.

Le brise-lames entraîne une diminution de la hauteur des vagues le long d'une partie de la zone d'étude et des changements de direction des vagues. Ces modifications entraînent une réduction des taux de transport des sédiments le long de la section protégée par le brise-lames, ce qui produit des changements au niveau de la ligne côtière.

Pour tous les brise-lames ayant fait l'objet de simulations, un éperon se forme dans la zone d'ombre et de l'érosion se produit (au sud de la zone d'ombre) en raison de la dérive littorale. Les résultats du modèle indiquent que pour l'emplacement D (à une profondeur d'environ 33 m), une partie de la ligne côtière qui subit actuellement de l'érosion commencera à s'accréter. Cette accrétion aura un impact favorable sur les maisons situées le long de cette section. Plus au sud, les résultats de la modélisation prédisent que de l'érosion se produirait, en comparaison au cas où il n'existe aucun brise-lames. La valeur maximale calculée de cette érosion serait d'environ 15 m pour une période de 10 ans. Cette valeur est inférieure aux taux d'érosion naturelle à certaines sections situées le long de la zone d'étude, et porte sur un endroit se trouvant le long d'un segment de ligne côtière qui ne contient aucune infrastructure. De plus, les prédictions du modèle montrent que cette augmentation de l'érosion côtière n'aurait lieu qu'à proximité de l'extrémité de la langue de sable (c.-à-d. au sud de Saint-Louis).

Plus le brise-lames est rapproché des côtes, plus la modélisation indique que son impact augmente, et l'érosion maximale associéeau cas où aucun brise-lames ne serait installé atteint 71 m pour l'emplacement B (à une profondeur d'environ 18 m). L'érosion augmente également si la longueur du brise-lames à l'emplacement B est accrue en raison de l'élargissement de la zone d'ombre.

Enfin, une analyse de sensibilité a été realisée pour évaluer l'impact des incertitudes liées à la mise en place du modèle, aux paramètres du modèle et aux données d'entrée sur les prédictions des taux de transport de sédiments par le courant littoral, et par conséquent, sur les changements subis par la ligne côtière. Cette analyse a démontré que l'impact modélisé des brise-lames serait diminué pour des tailles de grains de sédiments plus élevées. Cependant, le classement des différentes options pour l'emplacement du le brise-lames ne changera pas.

La première version du présent rapport a été révisée par HR Wallingford.. Leurs commentaires ont été intégrés à la version actuelle du rapport.

2.0 INTRODUCTION

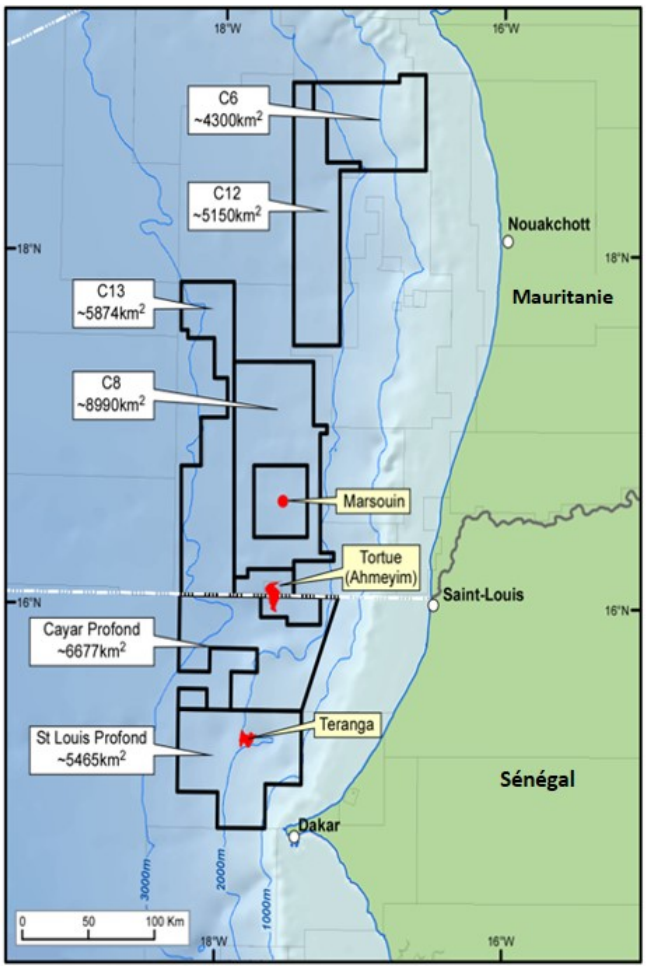
BP a demandé à KBR de réaliser des travaux préalables aux travaux d'ingénierie FEED (*Front End Engineering and Design*) (travaux pré-FEED) et de soutien au projet pour les principaux éléments du projet Tortue, afin d'étayer la définition du concept. Cette phase initiale comprend un système de production sous-marin lié à une unité flottante de production, stockage et déchargement en mer (FPSO) où est effectué le prétraitement du GNL, cette unité transférant ensuite le gaz à un hub près des côtes à des fins de production et d'exportation du GNL.

2.1 Contexte

Il est prévu que le développement du champ gazier soit effectué en deux phases. La phase 1A a pour objectif la production initiale de gaz pendant l'année 2021, à partir de 5 puits et d'un certain nombre de centres de forage; cette phase sera développée progressivement à l'aide de puits et de centres de forage supplémentaires. La phase 1A fournira une production d'environ 480 MMPCSPJ de gaz destiné à la vente, produira environ 2,5 TMPA de GNL et livrera un approvisionnement interne de 35 MMPCSPJ à la Mauritanie et la même quantité au Sénégal.

Le FPSO de la phase 1A, qui se situe à une profondeur d'eau d'environ 100 à 130 m, traitera jusqu'à 505 MMPCSPJ de gaz provenant des puits sous-marins en séparant les condensats du flux gazeux et en exportant le gaz ainsi conditionné vers un hub, où le traitement et l'exportation du GNL auront lieu. Le hub, qui se situe en eau peu profonde (profondeur de 18 m), à la frontière maritime entre la Mauritanie et le Sénégal, comprend un brise-lames qui vise à protéger les opérations maritimes, notamment le traitement du GNL et le chargement du navire transporteur de GNL. Un seul navire flottant de GNL (NFGNL) conditionnera le gaz à des fins d'exportation sous forme de GNL. Des raccordements de pipeline pour le gaz destiné à l'utilisation domestique seront disponibles sur la plateforme ascendante à chevalets. Une carte montrant l'emplacement du champ gazier est présentée à la Figure 2.1.

Figure 2.1 — Carte de l'emplacement du champ gazier Tortue



Environ deux ans après les premières productions de gaz, l'expansion de la partie centrale du projet Tortue conduira à l'ajout de puits et de centres de forages, qui seront reliés à un système de lignes de production distinct se rendant à une deuxième installation de traitement du gaz, qui devrait être adjacent au FPSO de la phase 1A. Le gaz exporté à partir des nouvelles installations sera dirigé vers la ligne de production qui relie le FPSO au hub. Les liquides provenant de la deuxième installation seront acheminés au FPSO à des fins de traitement supplémentaire. Une unité additionnelle de production de GNL sera ajoutée au hub afin d'accommoder la production de la partie centrale du champ gazier Tortue, à des taux de traitement qui seront confirmés par BP dans le cadre du developpement du concept de la partie centrale du projet Tortue. Aux fins de la phase 1A des travaux de pré-FEED, il est supposé que l'expansion de la partie centrale du projet Tortue produira une quantité nominale d'environ 1275 MMPCSPJ de gaz naturel humide.

2.2 Objectif

Le présent rapport fournit un résumé de la modélisation détaillée de l'évolution des lignes côtières effectuée pour prédire l'impact du brise-lames proposée sur la ligne côtière. Plusieurs emplacements pour le brise-lames sont étudiés dans le but de faciliter la prise de décision relativement à l'emplacement privilégié.

3.0 MÉTHODOLOGIE ET DONNÉES

3.1 Méthodologie

3.1.1 Approche simple

Une approche simple a initialement été utilisée pour déterminer si les brise-lames proposés pourront avoir un impact négatif sur la ligne côtière. Cette approche simple était fondée sur deux conditions de vague représentatives et une formule de transport de masses de sédiments. Le concept ONELINE a été utilisé pour estimer le taux initial de changements subis par la ligne côtière pour les cas avec et sans le brise-lames proposé. Cette méthode simple a été utilisée pour une évaluation préliminaire des emplacements proposés pour le brise-lames qui a été jugée par la suite insuffisante en raison de la sensibilité des résultats aux facteurs environnementaux. Par conséquent, la méthode simple a été remplacée par l'étude plus détaillée présentée dans ce document, et elle n'a pas été décrite dans ce rapport.

3.1.2 Approche détaillée

Un modèle d'évolution de la ligne côtière a été utilisé pour déterminer les impacts potentiels du brise-lames proposée sur la ligne côtière. La Figure 3.1 présente un diagramme de flux pour la méthodologie utilisée dans cette étude, qui fait appel à trois modèles :

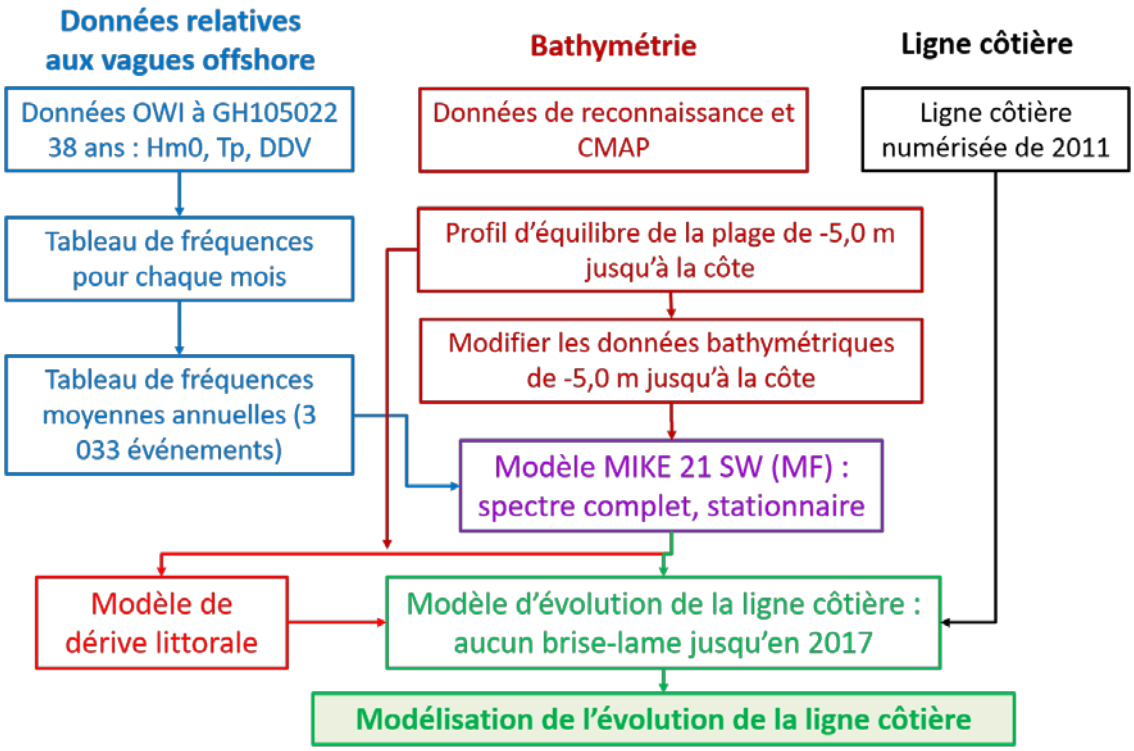
- Le modèle spectral des vagues MIKE 21 (SW) avec maillage flexible (MF);
- Le modèle de processus littoraux MIKE 21 MF :
  - Dérive littorale
  - Évolution de la ligne côtière

Le modèle MIKE 21 SW est utilisé pour déterminer le climat des vagues à la limite offshore des profils de plage. Cette limite offshore correspond à l'isobathe de 10 m, qui sera située entre le brise-lames et la côte pour tous les emplacements faisant l'objet d'une simulation. Bien qu'il soit possible d'inclure les brise-lames offshore en tant que structures dans le modèle d'évolution de la ligne côtière, une telle approche serait fondée sur un modèle de vague simple pour le climat des vagues dans la zone d'ombre située derrière le brise-lames. Par conséquent, un modèle à deux dimensions (2D) plus précis (MIKE 21 SW) a été utilisé pour simuler le climat des vagues derrière le brise-lames proposée=. Les résultats du modèle 2D sont alors utilisés comme données d'entrée pour le modèle d'évolution de la ligne côtière. La frontière offshore utilisée dans le modèle MIKE 21 SW est fondée sur des tableaux de fréquences mensuels, comme nous l'expliquerons ultérieurement.

Le modèle LITDRIFT est utilisé pour calculer les bilans sédimentaires, en fonction desquels le modèle de transport des sédiments est calibré. La calibration s'appuie sur la prédiction des taux nets de transport des sédiments dont font état des études antérieures et qui ont été estimés à partir des changements historiques subis par la ligne côtière. Le principal facteur de calibration est la friction des sédiments sur le fond (définie comme la rugosité absolue). Le modèle LITDRIFT est aussi utilisé pour déterminer l'espacement approprié nécessaire pour éviter que le transport des sédiments n'ait lieu par-dessus le profil de plage.

Enfin, le modèle LITLINE est utilisé pour simuler les changements subis par la ligne côtière sur une période de 10 ans sans le brise-lames (situation actuelle) et pour les différentes options d'emplacements et d'aménagements du brise-lames. Les principales données d'entrée pour le modèle LITLINE sont les caractéristiques actuelles de la ligne côtière, le climat des vagues et les tableaux de transport des sédiments. Les caractéristiques initiales de la ligne côtière sont tirées de la prédiction de la ligne côtière par le modèle LITLINE pour une période d'acclimatation de six ans. Cette simulation d'acclimatation fait appel aux caractéristiques de la ligne côtière en 2011 pour le cas où il n'y a aucun brise-lames, ce qui conduit à des données de référence pour la ligne côtière de 2017. Le modèle MIKE 21 SW permet d'obtenir le climat des vagues le long de l'isobathe de 10 m avec un espacement de 30 m. Les tableaux de transport des sédiments sont générés à l'aide des paramètres déterminés au moyen du modèle LITDRIFT calibré.

Figure 3.1 — Diagramme de flux de la méthodologie utilisée dans l'étude



3.2 Données

Les principales données requises pour le modèle SW sont la bathymétrie et les conditions de vague offshore. Les conditions de vague le long de l'isobathe de 10 m sont extraites des résultats du modèle SW et utilisées comme données d'entrée des modèles de processus littoraux, comme expliqué précédemment. Le profil de plage, la ligne côtière et les propriétés des sédiments sont aussi des données requises pour l'application des modèles littoraux.

3.2.1 Données bathymétriques

Les données bathymétriques disponibles pour le site du projet comprennent des données provenant de travaux de reconnaissance et des données extraites de cartes maritimes numériques de CMAP (Figure 3.2). Les données des travaux de reconnaissance ont une résolution horizontale de 2 à 10 m et ont été acquises en 2017. Les données CMAP sont principalement de classe C et ont une compilation à l'échelle de 1:336 000. La zone située au sud du site du projet comprend certaines données de classe C compilées à l'échelle de 1:60 000. Toutes les données CMAP sont fondées sur des valeurs de 2004. Toutes les données bathymétriques ont été converties au niveau moyen de la mer (NMM).

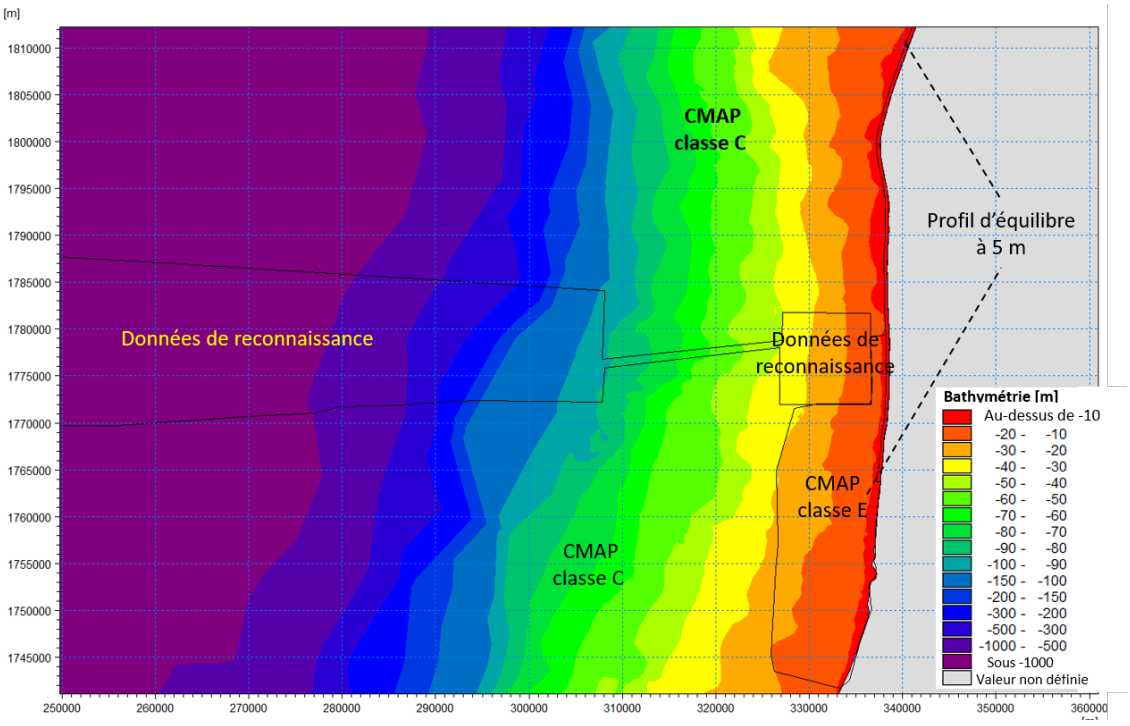
En raison du manque de données bathymétriques relatives à la zone côtière (soit de la côte jusqu'à une profondeur de 5 m), un profil d'équilibre de la plage a été présumé comme étant présent dans cette zone. Ce profil d'équilibre est fondé sur le profil de Dean (Dean, 1977), et s'exprime comme suit :

$$h = Ax_o^{2/3} \qquad 3\text{-}1$$

où h est la profondeur de l'eau provenant du niveau moyen à marée basse en eau vive, x_o est la distance offshore par rapport à la ligne côtière du MLWS et A est un paramètre de profil d'équilibre déterminé à partir de la vitesse de chute selon Dean (2002). La Figure 3.3 montre le profil d'équilibre de la plage en fonction d'une taille moyenne des grains de D_{50} = 0,2 mm. Un profil semblable a été dressé pour une valeur de D_{50} = 0,3 mm. Le profil d'équilibre a été appliqué de manière normale à la ligne côtière tout au long de la zone étudiée par le modèle.

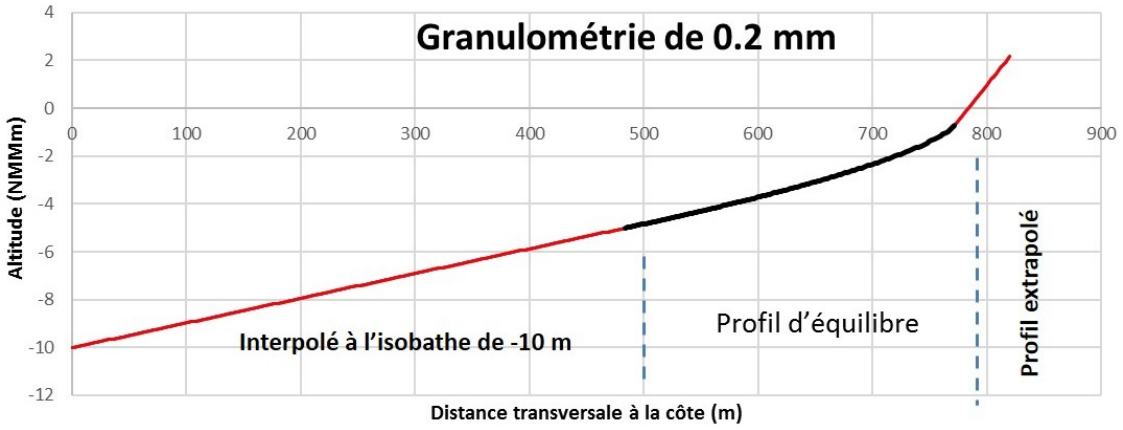
Il a été démontré que le concept de profil d'équilibre de plage est une approximation adéquate des profils de plage moyens à long terme (moyennes calculées sur de nombreuses années) pour un grand nombre de sites. Par conséquent, il s'agit d'un concept dont l'utilisation est appropriée pour la modélisation de l'évolution à long terme de la ligne côtière. Cependant, ce concept n'a pas été validé pour le site actuellement à l'étude.

Figure 3.2 — Courbes isobathes du fond et sources de données bathymétriques



Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Figure 3.3 — Profil d'équilibre de la plage pour D_{50} = 0,2 mm



3.2.2 Vagues offshore

Les données des vagues offshore au point GH105022 (Figure 3.4) ont été obtenues d'OWI. Ces données portent sur une période de 38 ans qui a commencé en janvier 1979. La Figure 3.5 fournit un graphique de rose de la hauteur des vagues pour les 38 années de données à l'aide de la direction dominante des vagues (DDV) et de la direction moyenne des vagues (DMV). Ce graphique démontre que la direction prédominante des vagues provient du nord (N) pour la rose tracée en fonction de la DDV et du nord-nord-ouest (NNO) pour la rose tracée en fonction de la DMV. Comme le montre la Figure 3.5, la rose de DMV est considérablement différente de la rose de la DDV, en raison de la nature bimodale des spectres de vagues au site du projet. Dans la présente étude, la DDV a été utilisée pour déterminer la direction d'où provient la majeure partie de l'énergie plutôt que la DMV, qui pourrait ne représenter aucune direction contenant de l'énergie. Par exemple, dans le cas où les vagues produiraient une grande énergie provenant du nord (N) et du sud (S), la DMV serait l'ouest (O). Dans un tel cas, aucune des directions dominantes n'est prise en compte. En revanche, l'utilisation de la DDV permet de garantir que la direction dominante soit minimalement prise en compte.

Figure 3.4 — Emplacement des données relatives aux vagues offshore

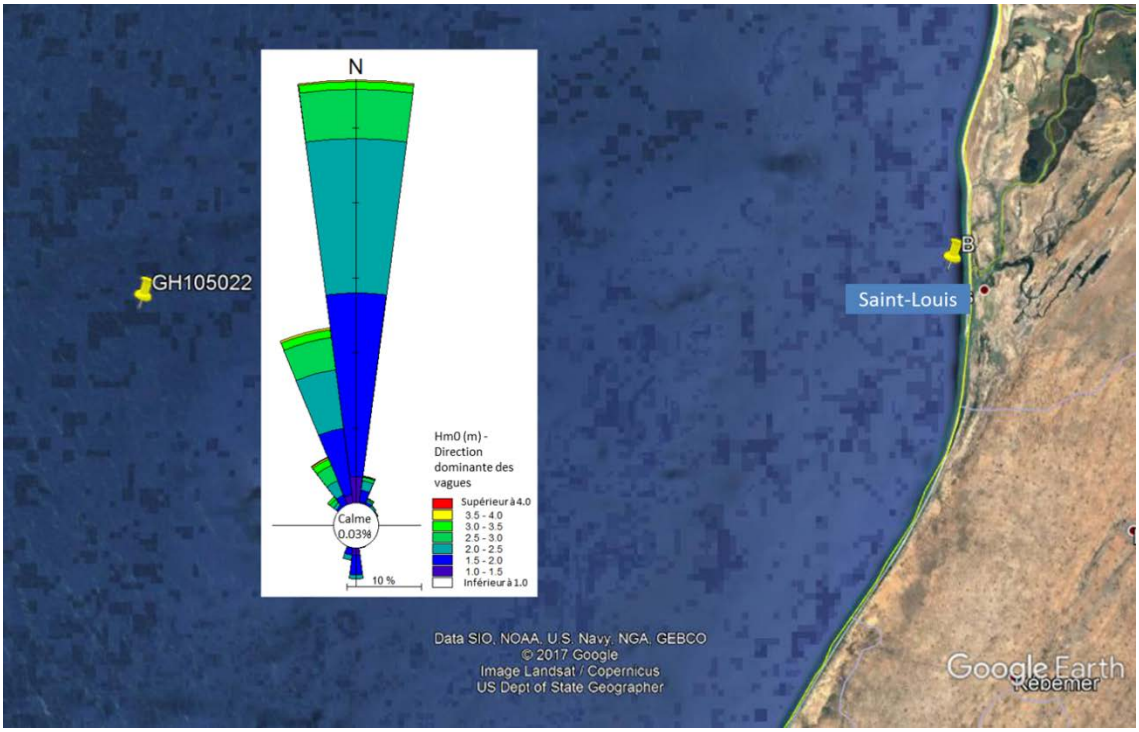
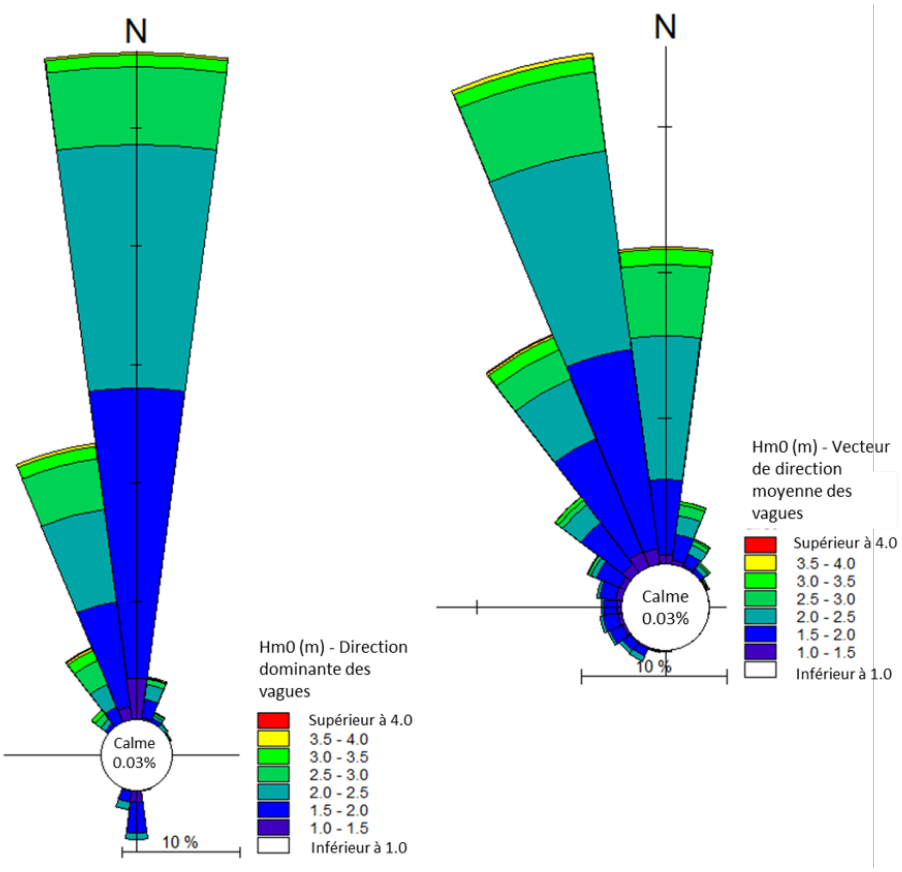
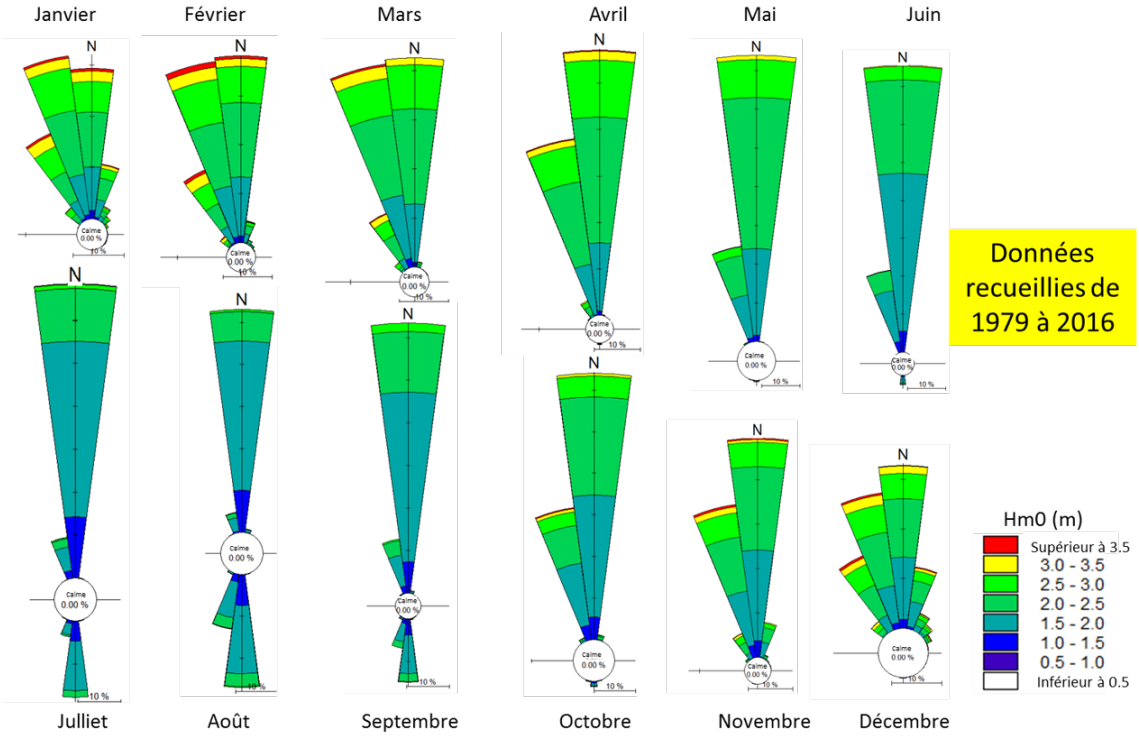


Figure 3.5 — Rose des vagues offshore fondé sur la DDV et la DMV



La Figure 3.6 montre que les roses des vagues varient d'une saison à l'autre pendant l'année. Pour tenir compte de ces effets saisonniers, un climat de vagues mensuel moyen a été calculé pour chaque mois, puis utilisé de manière à obtenir un climat annuel moyen. Des détails supplémentaires sur la méthode utilisée pour produire le fichier du climat moyen annuel des vagues sont fournis ci-dessous.

Figure 3.6 — Roses des vagues offshore pour divers mois



Dans la présente étude, notre approche vise à déterminer le climat annuel moyen des vagues et de répéter ce climat dix fois afin de simuler l'évolution de la ligne côtière pendant une période de 10 ans. Les étapes utilisées pour déterminer le climat annuel moyen des vagues sont les suivantes :

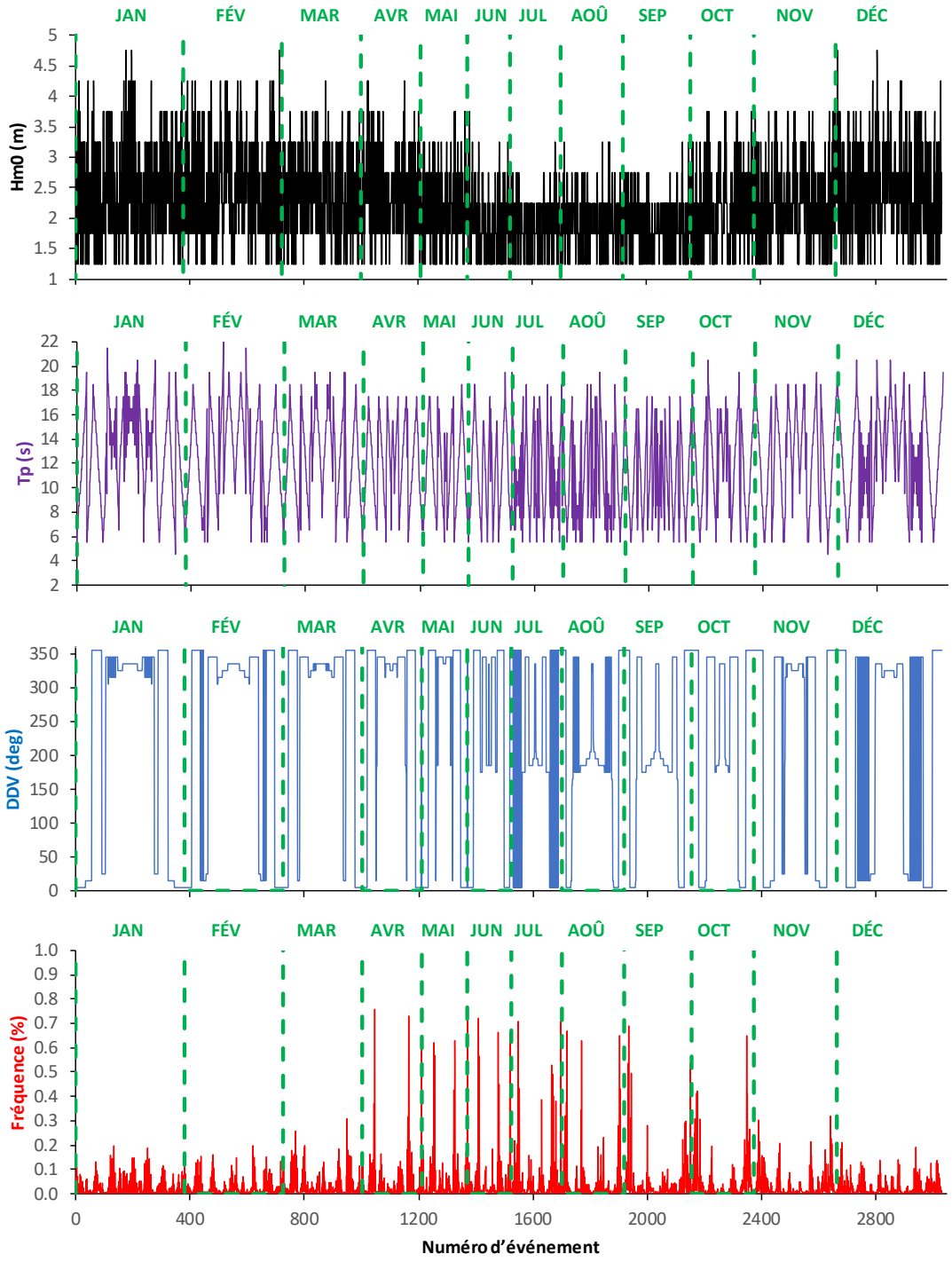
- Choisir des tailles de groupes et un nombre de groupes adéquats pour traiter l'ensemble de la plage des valeurs des données relatives aux vagues offshore (0,5 m pour H_{m0}, 1 sec pour T_p et 10 degrés pour la DDV);
- Générer 12 fichiers pour les 38 ans de données horaires relatives aux vagues; chacun des fichiers ne doit inclure que les données d'un mois en particulier;
- Utiliser l'outil d'analyse de dispersion du modèle MIKE 21 pour déterminer les événements valables de chacun des fichiers géénérés à l'étape précédente et la fréquence de chacun des événements (3 023 événements);
- Retirer tous les événements qui se sont répétés entre les différents mois (678 événements uniques);
- Appliquer ces 678 événements aux limites ouvertes du modèle SW et déterminer le climat des vagues le long de l'isobathe de 10 m à chaque intervalle de 30 m pour le bief modélisé;
- Rétablir les 3023 événements afin de conserver les variations mensuelles du climat des vagues (en répétant certains événements);

- Diviser en deux chacun des événements en fonction d'un pourcentage de fréquence supérieur à 0,8 % pendant l'année (soit environ 72 heures pendant l'année). Par exemple, si un événement a un pourcentage de fréquence de 1,0 %, cet événement est divisé en deux plus petits événements ayant chacun une fréquence annuelle de 0,5 %. Ce processus a fait passer le nombre d'événements à 3 033; et
- Réorganiser les événements au sein d'un mois donné afin d'obtenir un climat semi-aléatoire pendant le mois.

Cette approche est adéquate pour prédire la réponse de la ligne côtière en raison du climat annuel moyen des vagues; elle ne tient pas compte de la variabilité annuelle dans le climat des vagues.

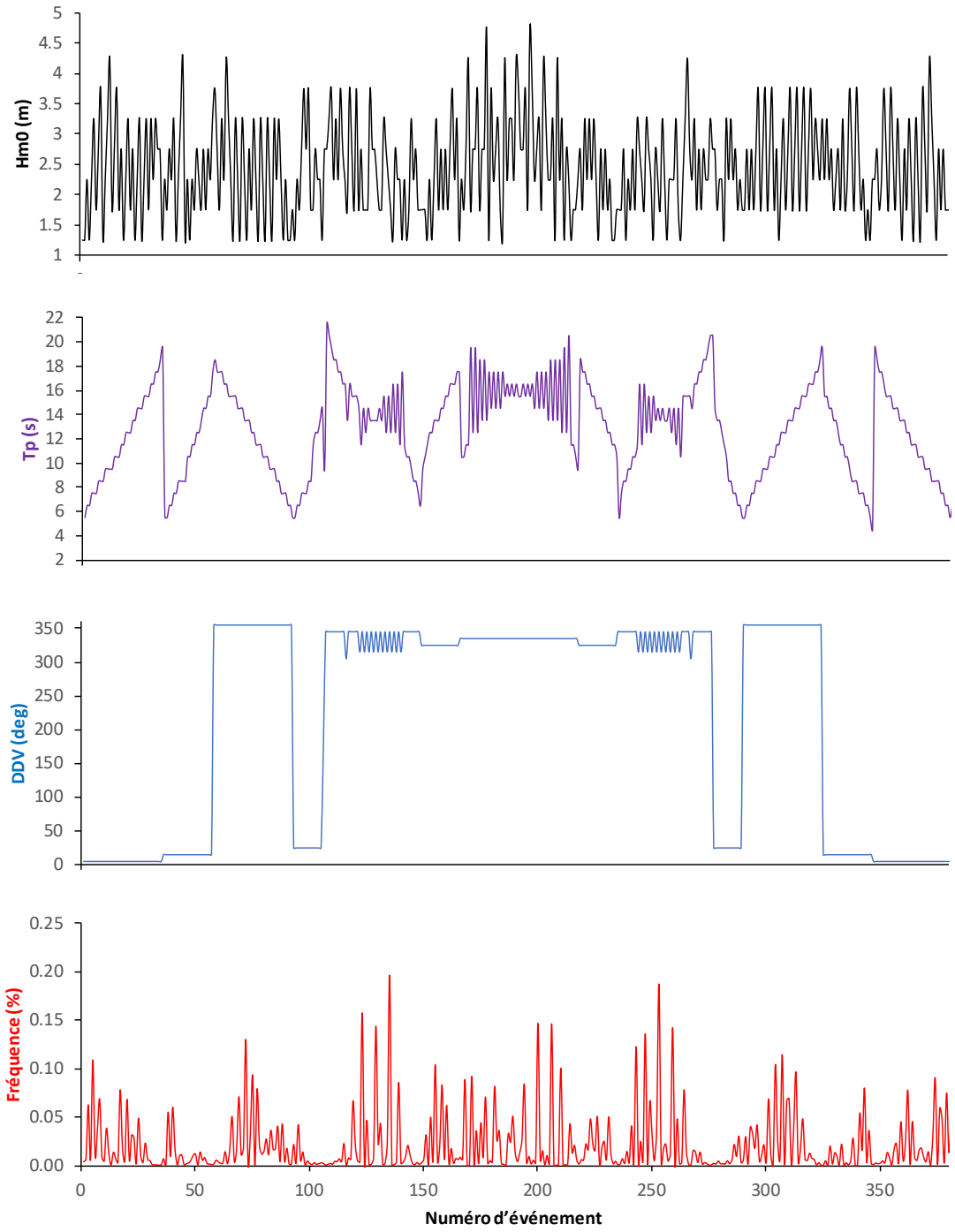
La Figure 3.7 présente le graphique du climat de vagues correspondant utilisé dans les simulations d'évolution de la ligne côtière. Pour une simulation de dix ans, ce climat de vagues est répété 10 fois. La Figure 3.8 présente un exemple pour le mois de janvier de ce climat annuel moyen.

Figure 3.7 — Climat de vagues annuel moyen pour divers mois



Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Figure 3.8 — Données relatives aux vagues pour le mois de janvier du climat de vagues annuel moyen



Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

3.3 Propriétés des sédiments et transport des sédiments

Aucune donnée sur la taille des sediments n'a été recueillie le long de la ligne côtière et à différentes profondeurs le long du profil de la plage pour cette étude. Les valeurs provenant d'études antérieures ont été utilisées. L'étude réalisée par ARCADIS (2011) a utilisé une taille médiane de grain de sédiments (D_{50}) de 0,2 mm pour estimer les taux approximatifs de transport des sédiments à l'emplacement de la brèche de 2003. Les auteurs ont mentionné que cette valeur était fondée sur leurs travaux de terrain. Ils ont estimé que les taux approximatifs nets de transport des sédiments étaient de 175 000 m^3 par année vers le sud. Cependant, cette valeur était fondée sur des calculs qui ne tenaient pas compte des vagues se trouvant dans le groupe de directions de -15 ˚N à +15 ˚N. La rose des vagues présentée à la Figure 3.5 indique que la plupart des vagues proviennent de ce secteur de direction et doivent donc être incluses dans les calculs. Les auteurs ont aussi réalisé des tests de sensibilité à l'aide d'un D_{50} de 0,3 mm.

Dans une autre étude [AlDioma et al. 2013], les données présentées indiquaient une valeur, D_{50}, variant entre 0,2 mm et 0,33 mm. L'étalement ($Sg = \sqrt{D_{84}/D_{16}}$) allait d'environ 1,2 à 1,6. Par conséquent, pour la présente étude, une valeur conservatrice de 0,2 mm pour D_{50} est utilisée avec l'étalement correspondant de 1,2. Une analyse de la sensibilité est effectuée avec D_{50} = 0,3 mm et S_g = 1,6. AlDioma et al. (2013) ont aussi conclu que les taux de transport des sédiments (y compris le transport éolien), selon des études antérieures, variaient entre 365 000 m^3/année et 1 500 000 m^3/année.

Dans une étude récente (Sadio et al. 2017), le taux de transport littoral des sédiments produit par la houle a été estimé à 669 000 m^3/année (du nord au sud). Les auteurs y ont indiqué que la contribution de la houle au taux total de transport littoral des sédiments était d'environ 89 %.

3.4 Images satellites

Des images satellites ont été fournies par Digital Global pour certaines dates entre 2007 et 2017. Plusieurs images ont été sélectionnées pour maximiser la zone couverte lors d'une date donnée et pour garantir une bonne répartition des dates. La couverture associée à chacune des dates est présentée à l'Annexe I. Des données ont aussi été fournies par Airbus pour 2002 et 2006. Ces données sont résumées dans le Tableau 3.1. La variable CE90 est l'intervalle de confiance de 90 % pour la précision de positionnement de l'image.

Tableau 3.1 — Résumé de l'imagerie satellite

Source des données	Date	Résolution (m)	CE90 (m)
Digital Global	2007-01-26	0,6	-
	2008-09-13	0,5	8,4
	2009-06-06	0,6	-
	2009-03-08	0,6	-
	2010-10-25	0,5	8,4
	2011-01-21	0,5	8,4
	2014-04-05	0,5	8,4
	2015-02-10	0,5	8,4
	2016-06-01	0,5	8,4
	2016-11-22	0,5	8,4
	2017-03-11	0,3	8,4
AirBus	Octobre 2002	2,5	-
	Décembre 2006	2,5	-

Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

La position de la ligne côtière pour les dates sélectionnées, définie comme la délimitation entre le sable mouillé et le sable sec, a été numérisée. Il est supposé que la délimitation entre le sable sec et le sable mouillé représente la marée la plus haute au cours des 24 heures précédentes. Les variations dans le niveau de la marée haute peuvent entraîner un changement dans la position enregistrée pour la ligne côtière. Ces changements peuvent être corrigés à l'aide de la pente de la plage. Aucune donnée n'est disponible pour la pente de la plage; par conséquent, la section extrapolée du profil d'équilibre montré à la Figure 3.3 a été utilisée, c.-à-d.1 pour 17. Des prédictions de marées ont été utilisées pour calculer les niveaux de marée haute pour chacune des lignes côtières. L'intervalle entre les niveaux de marée haute minimal et maximal était de 0,39 m, en supposant une pente de plage de 1 pour 17; ce calcul a permis d'obtenir un intervalle de positions de ligne côtière de 6,6 m. Cette valeur est conforme à l'intervalle de précision de positionnement indiqué dans le Tableau 3.1; par conséquent, aucune correction n'a été apportée à la position de la ligne côtière. Les données seront utilisées pour l'analyse historique de la ligne côtière (section 4.0). L'emplacement de la ligne côtière sur l'image satellite prise le 11 mars 2017 est ambigu à quelques endroits en raison de la présence de bancs de sable sur la plage. Une fois que les tests de sensibilité ont été faits, nous avons décidé de retirer la ligne côtière de 2017 de l'analyse; consultez l'Annexe I pour obtenir plus de détails à ce sujet.

3.5 Aménagement du brise-lames

Trois emplacements pour le brise-lames ont été évalués, en plus du cas où aucun brise-lames ne serait installé (Figure 3.9). Ces essais portaient donc sur l'emplacement B, D, ainsi qu'entre les emplacements B et D (B-D). L'aménagement du brise-lames à ces trois endroits est identique à celui montré pour le brise-lames B à la Figure 3.10. Un autre aménagement a été mis à l'essai à l'emplacement B avec une extension de brise-lames(B-Ext), comme illustré à la Figure 3.10.

Figure 3.9 — Emplacement du brise-lames B et D mis à l'essai avec le modèle d'évolution de la ligne côtière

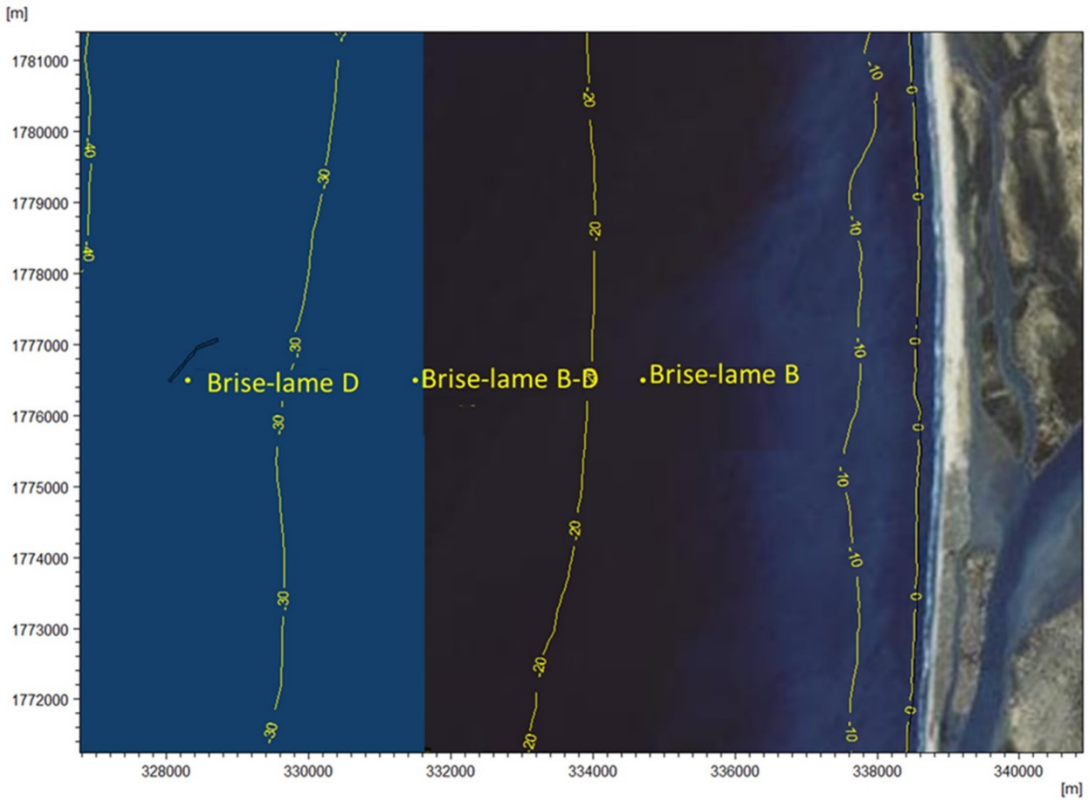
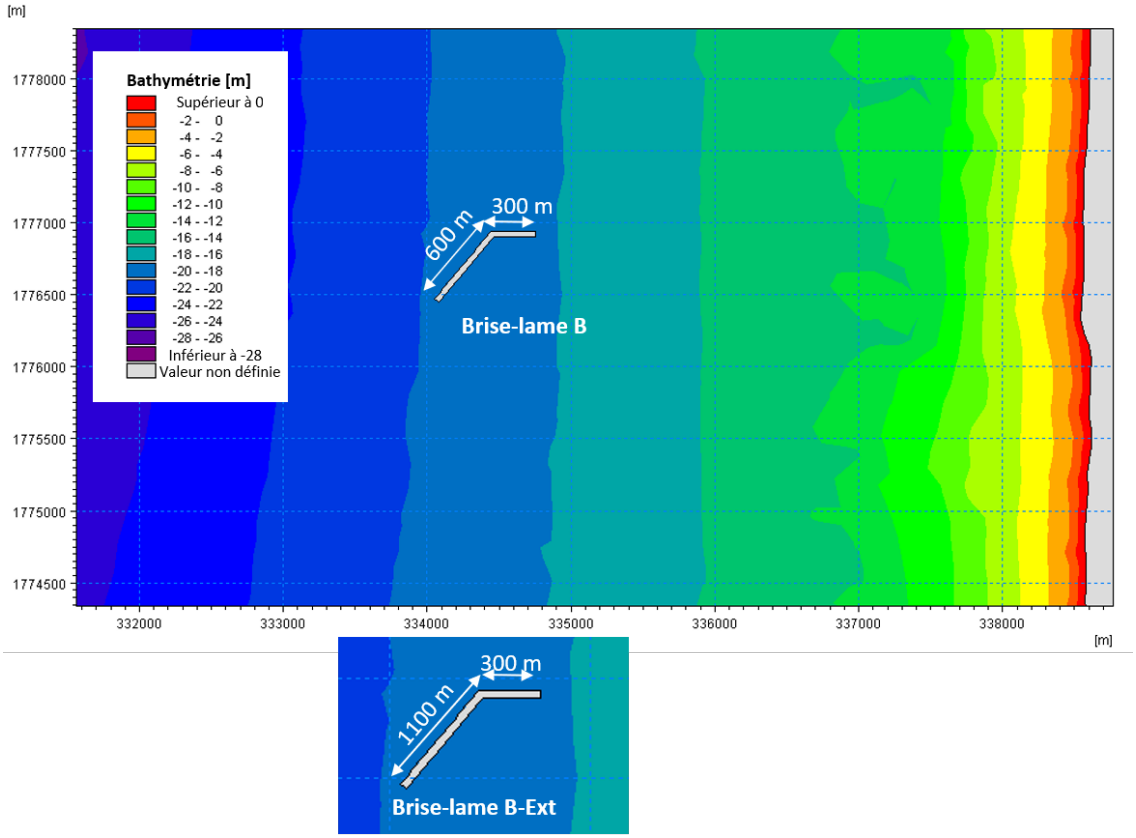


Figure 3.10 — Plans du brise-lames utilisés dans le modèle d'évolution de la ligne côtière



Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

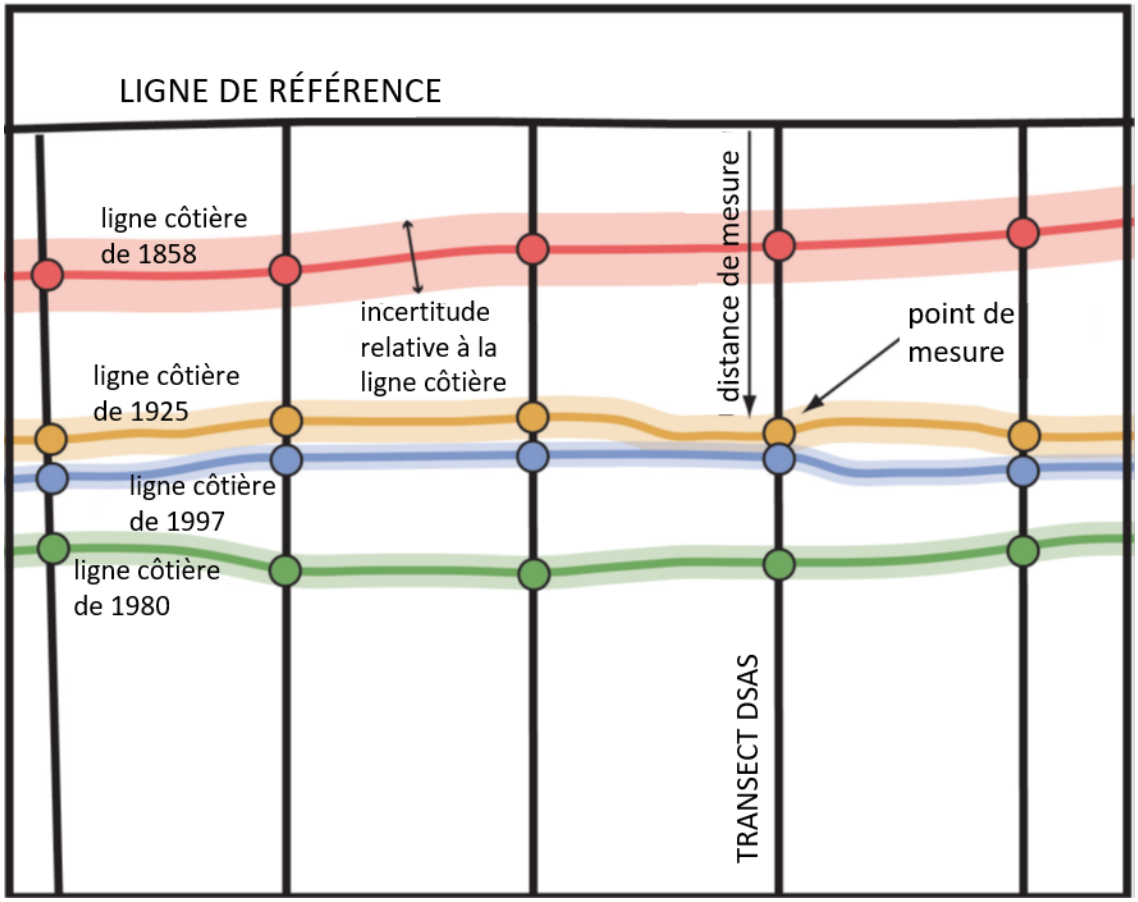
4.0 ANALYSE HISTORIQUE DE LA LIGNE CÔTIÈRE

L'analyse des changements historiques subis par la ligne côtière est nécessaire pour déterminer les conditions de base de la région qui pourraient être influencées par le brise-lames et pour fournir un degré de validation du modèle. L'analyse a été effectuée à l'aide du logiciel DSASv4.4 (Digital Shoreline Analysis System) (Thieler et al., 2017) et d'images satellites numérisées de la ligne côtière.

4.1 Calcul des changements subis par la ligne côtière

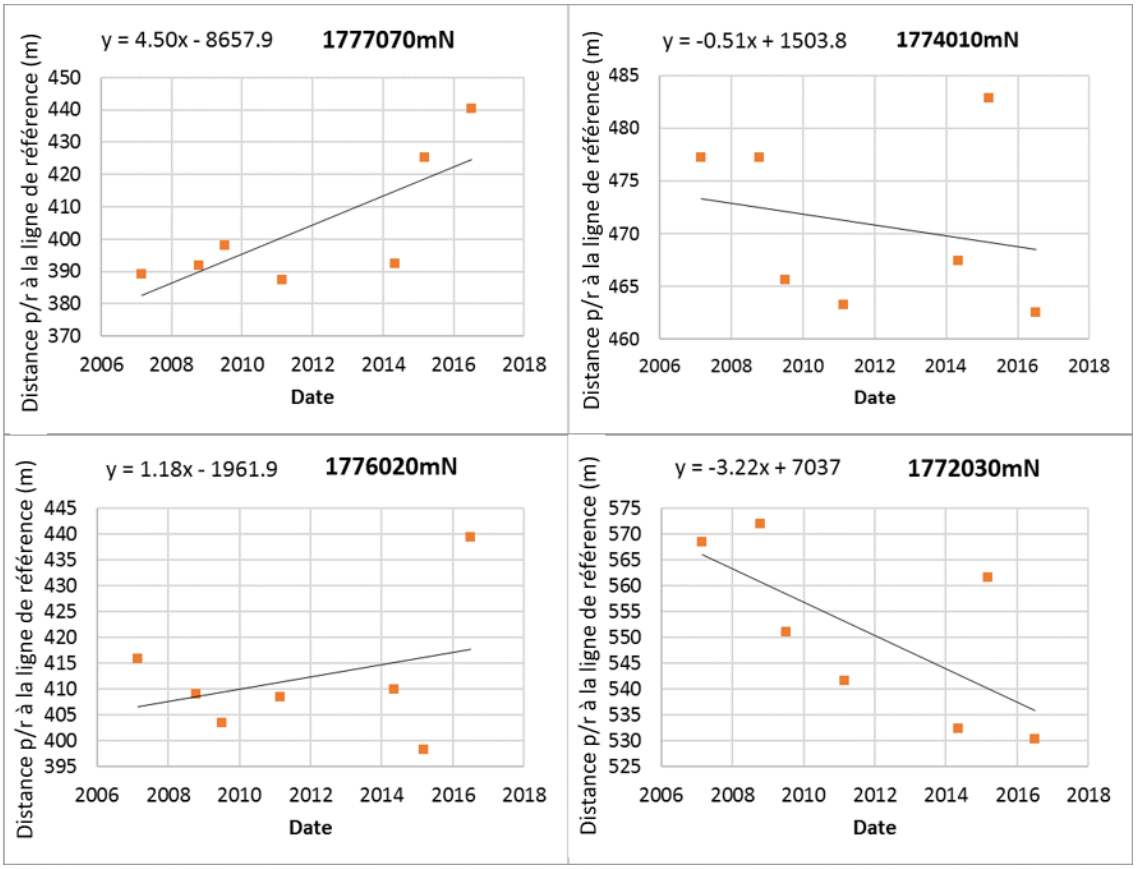
Le système DSAS mesure la distance à partir de la ligne côtière de référence au moyen d'un ensemble de transects dont l'origine se trouve sur la ligne côtière. La distance de mesure est utilisée avec la date correspondante à laquelle l'image de la ligne côtière a été prise afin de calculer les statistiques relatives au taux de changement (Figure 4.1).

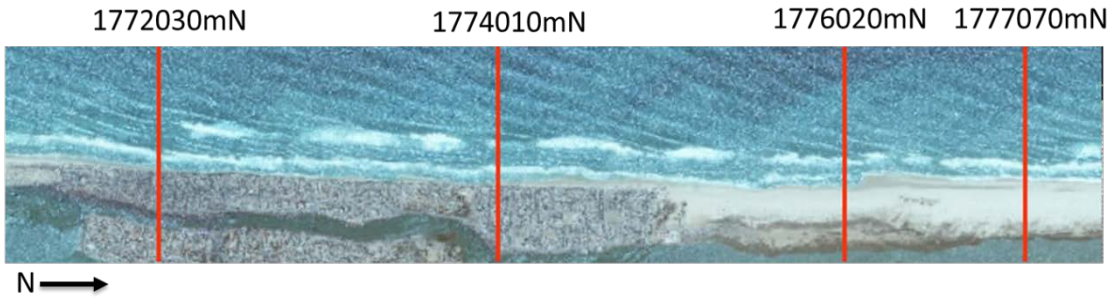
Figure 4.1 — Exemple de configuration pour le système DSAS (source : [Thieler et al. 2017])



Une ligne de référence a été définie le long d'une abscisse constante allant de 1 763 000 mN à 1 803 110 mN. La même ligne de référence a été utilisée dans le modèle d'évolution côtière (Figure 7.2). Les transects ont été placés tous les 30 m le long de la ligne de référence. Le taux de régression linéaire pour les statistiques relatives au changement est calculé en ajustant une ligne de régression des moindres carrés pour tous les points de ligne côtière d'un transect donné. Des exemples de cet ajustement pour des emplacements choisis le long de la ligne côtière sont présentés à la Figure 4.2.

Figure 4.2 — Calcul du taux de régression linéaire de changement pour un emplacement donné





Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

4.2 Résultats associés aux changements de la ligne côtière

Les taux moyens annuels de changements de la ligne côtière sont présentés à la Figure 4.3. La ligne bleue continue est l'estimation du moindre carré (selon des données recueillies de 2007 à 2016). Les lignes bleues pointillées représentent le niveau de confiance de 95 % correspondant aux taux de changement. Depuis que la première version de ce document a été publiée, des images satellites supplémentaires fournies par Airbus pour 2002 et 2006 sont devenues disponibles (les lignes vertes continues tiennent compte des données d'Airbus). Les limites de confiance dans les zones situées autour du site du projet, soit d'environ 1 768 000 mN à 1 785 000 mN, sont plus étroites que pour celles de la région située au nord du site. Cette particularité s'explique par le nombre de lignes côtières disponibles aux fins de l'analyse. Les taux élevés d'accrétion observés à la limite sud de l'analyse, qui peuvent atteindre 45 m/année, sont liés à la croissance des langues de sable (Figure 4.4, où la ligne rouge représente la ligne côtière de 2016, alors que la ligne verte représente la ligne côtière de 2007). La ligne verte sur la Figure 4.3 et la Figure 4.5 représente les taux de régression linéaire mis à jour en fonction des lignes côtières additionnelles. Les variations dans les taux de recul calculés sont considérables dans certaines régions du nord, pour lesquelles des données limitées étaient auparavant disponibles; cependant, dans la zone qui nous intéresse, les données supplémentaires n'ont pas eu d'impact significatif sur les taux de recul calculés.

Les taux de changement de la ligne côtière dans la zone d'intérêt sont présentés à la Figure 4.5. Au nord de la zone de développement, une accrétion pouvant atteindre 5 m/année est observée. Les taux d'accrétion diminuent vers le sud, et les changements subis par la ligne côtière sont liés à un phénomène d'érosion aux environs de 1 774 500 mN. Les taux d'érosion augmentent pour atteindre un maximum d'environ 4 m/année entre 1 769 500 et 1 770 000 mN.

Figure 4.3 — Taux annuels moyens de changement de la ligne côtière

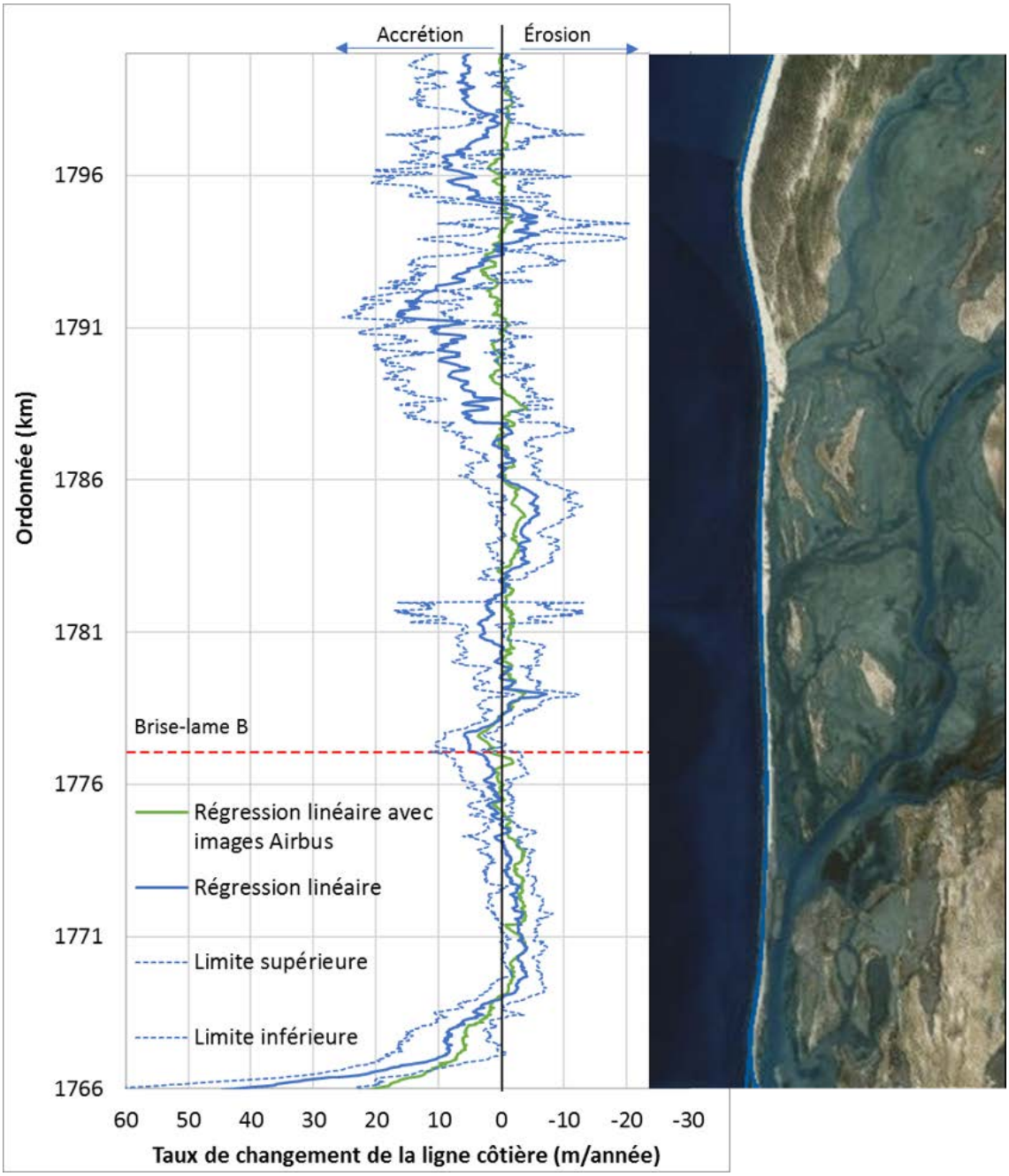


Figure 4.4 — Incidence de la croissance des langues de sable sur les changements de ligne côtière mesurés

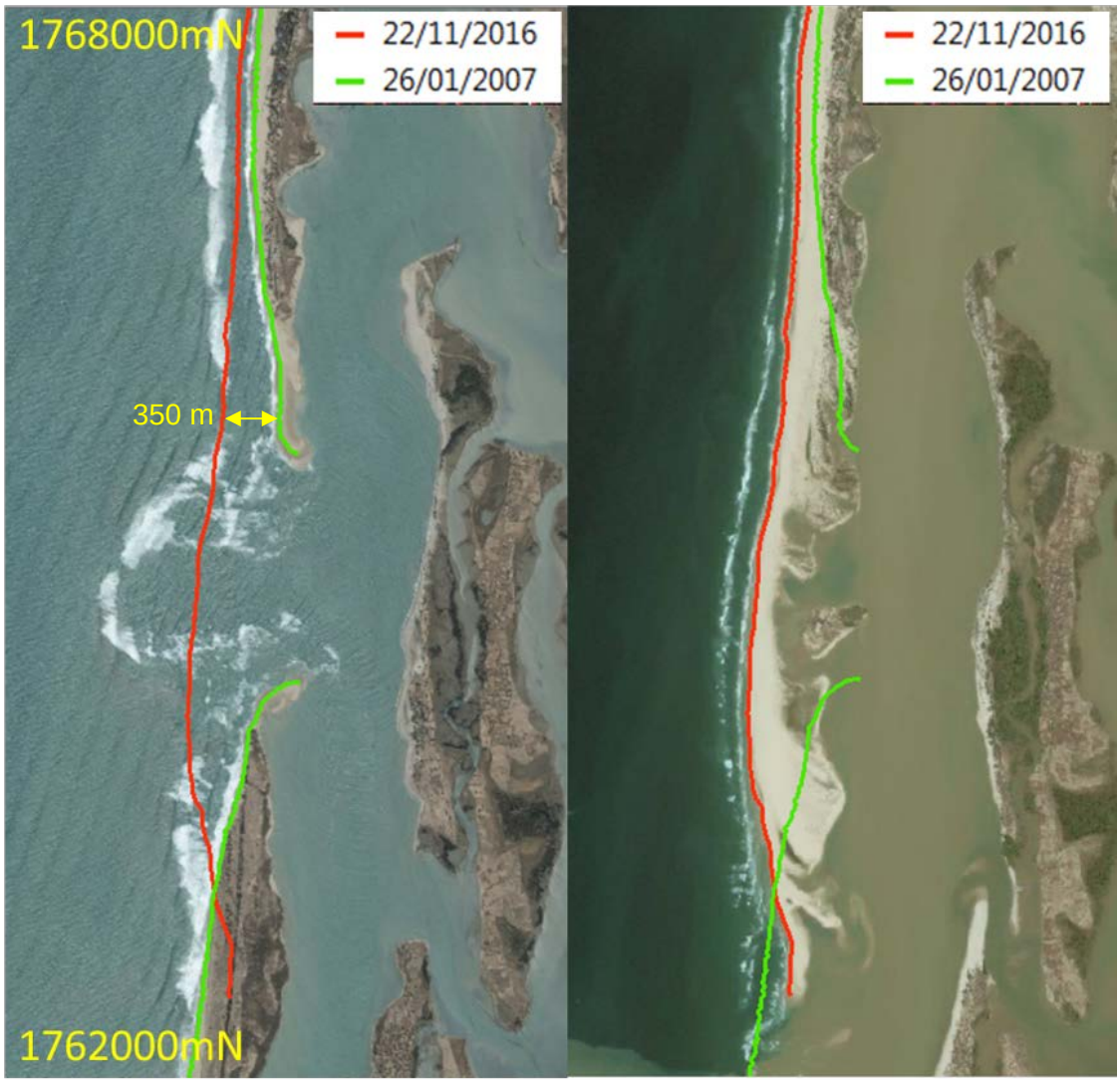
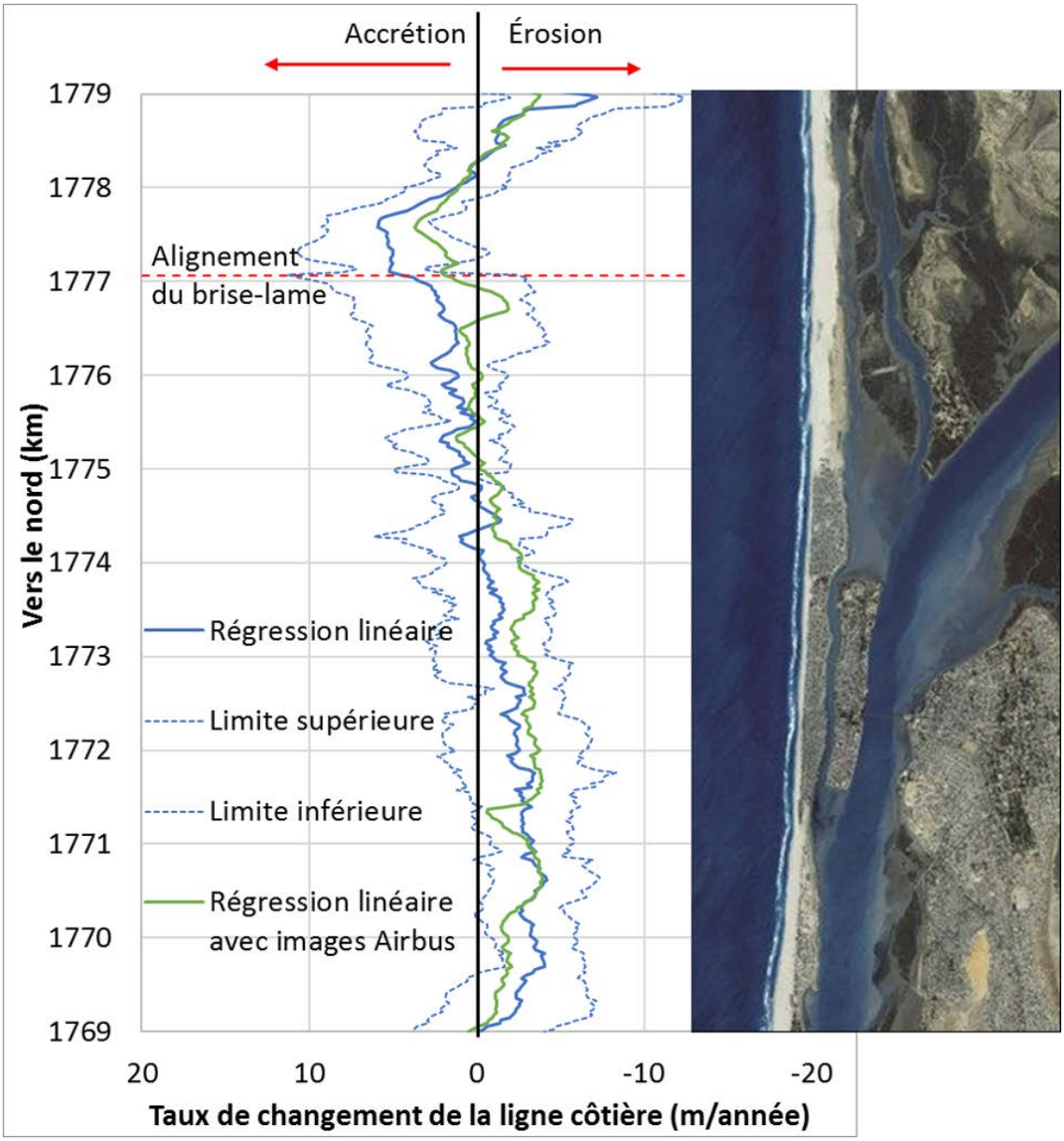


Figure 4.5 — Taux annuels moyens de changement de la ligne côtière au niveau du site du projet

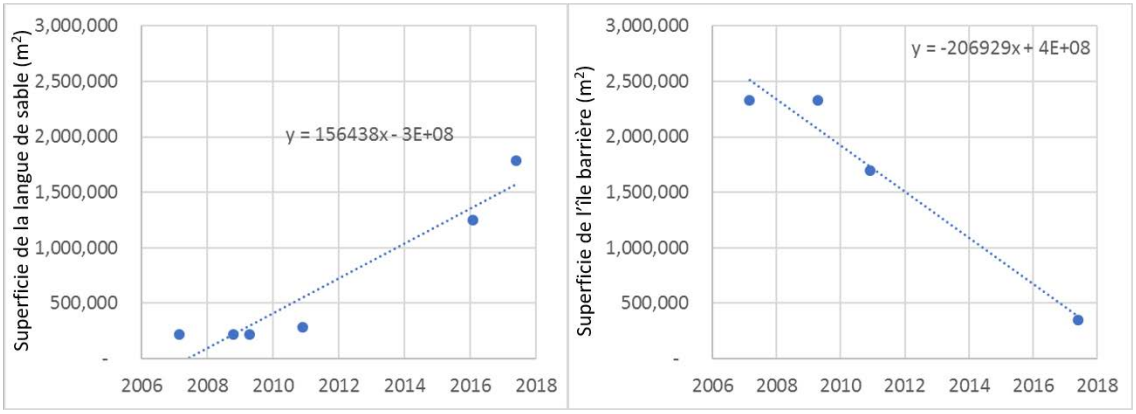


4.3 Estimation des taux de transport

Une estimation des taux de transport des sédiments peut être calculée en tenant compte de la croissance de la langue de sable et de l'érosion de l'île-barrière située au sud de la brèche. La superficie de la langue de sable et celle de l'île-barrière ont été calculées dans le logiciel du système d'information géographique (ArcGIS). La variation de la superficie de la langue de sable et de l'île-barrière a été représentée sous forme graphique et une analyse de régression linéaire a été effectuée (Figure 4.6).

En supposant une épaisseur moyenne de 4 m pour la langue de sable (on présume que cette épaisseur varie d'environ 5,5 m du côté mer à environ 2,5 m du côté terre), un taux d'accrétion approximatif de 626 000 m^3/année pour la langue de sable et une érosion de 828 000 m^3/année pour l'île-barrière au sud de la brèche sont obtenus. Par conséquent, le taux de transport estimatif se situe entre 626 000 et 828 000 m^3/année. Des prédictions plus précises peuvent être calculées si des données bathymétriques sont disponibles à différentes dates pour la zone à proximité de la langue de sable.

Figure 4.6 — Variation de la superficie de la langue de sable et de l'île-barrière au fil du temps



5.0 MODÈLE RELATIF AUX VAGUES LITTORALES

Les données propres aux vagues au pied du profil de plage doivent être utilisées comme valeurs d'entrée pour les calculs du transport des sédiments. Par conséquent, un modèle relatif aux vagues littorales capable de transformer le climat de vagues offshore en climat de vagues au pied du profil de plage doit être utilisé.

5.1 Logiciel de modélisation

La modélisation permettant de transformer le climat des vagues est réalisée à l'aide du module MIKE 21 SW MF du logiciel DHI, un module à la pointe de la technologie. MIKE 21 SW MF est un module spectral vent-vague de troisième génération qui fait appel à des mailles non structurées et simule l'amplification, l'amortissement et la transformation des vagues et de la houle produites par le vent dans les régions offshore et côtières. Le modèle tient compte des phénomènes physiques suivants sur de larges zones de haute mer :

- L'amplification des vagues découlant de l'action des vents;
- L'interaction vague-vague non linéaire;
- L'amortissement des vagues causées par la formation de moutons, la friction de fond et le déferlement des vagues provoqué par la profondeur de l'eau;
- La réfraction et le déprofondissement des vagues causés par des variations de profondeur;
- La diffraction des vagues
- L'interaction vagues-courant; et
- L'effet des profondeurs variables dans le temps, y compris l'inondation et l'assèchement des surfaces émergées basses.

Le module MIKE 21 SW peut être exécuté à l'aide de la formule de spectre complet, dans laquelle le spectre de fréquence directionnelle de l'action des vagues est la variable dépendante. Cette formule est fondée sur l'équation de conservation de l'action des vagues, comme décrit dans Komen et al., 1994 et dans Young, 1999. La formule de spectre complet a été choisie pour la présente étude.

La diffraction est incluse dans la formule à l'aide de l'approximation de réfraction-diffraction de phases dissociées proposée par Holthuijsen et al. (2003). Cette approximation est fondée sur l'équation de pente douce pour la réfraction et la diffraction, en excluant les données propres à la phase.

Dans l'étude d'Enet et al. (2006), les chercheurs ont réalisé des essais pour un brise-lames semi-infini à l'aide du modèle spectral des vagues conçu par la Delft University of Technology (SWAN), qui met en application la même méthode pour le calcul de la diffraction. Ces essais ont révélé que l'approximation de la diffraction fonctionne relativement bien. Les auteurs ont également mentionné que l'étalement directionnel a pour effet d'atténuer la variation spatiale typique causée par la diffraction, étant donné que les variations locales des différentes composantes spectrales s'annulent. Dans les cas qui présentent un grand étalement directionnel, il n'est pas nécessaire d'activer la diffraction.

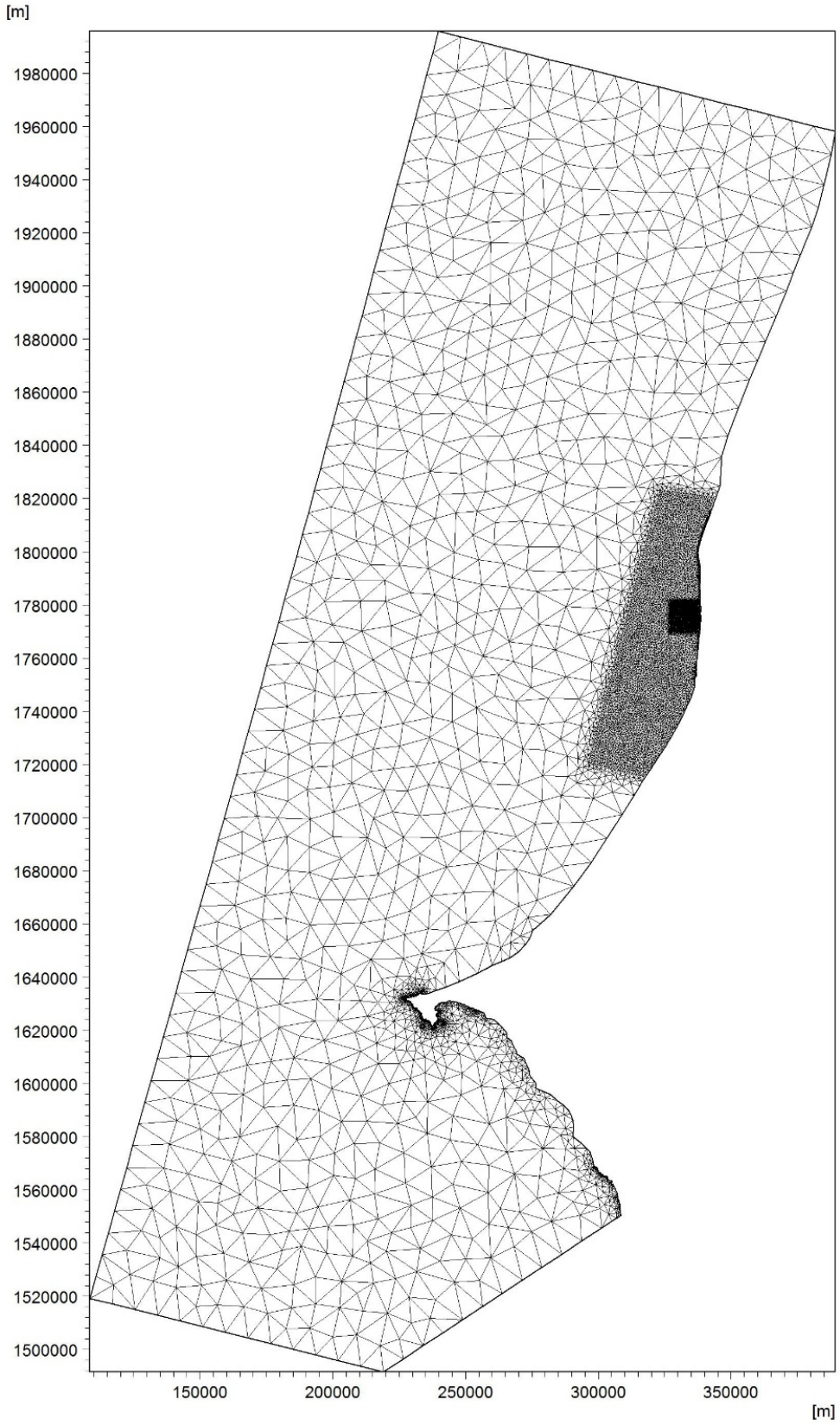
5.2 Configuration du modèle

Le maillage du modèle SW est illustré à la Figure 5.1 et à la Figure 5.2. La taille de la maille variait d'environ 9 km en zone offshore à 20 m autour du brise-lames. Les données bathymétriques décrites précédemment ont été utilisées pour interpoler les courbes isobathes aux nœuds de la maille (Figure 5.2).

Au moment où l'étude a été réalisée, aucune donnée n'était disponible à des fins de calibration du modèle; par conséquent, des valeurs conservatrices ont été utilisées pour les différents paramètres. Le modèle SW a été configuré avec les paramètres et les options présentés dans le Tableau 5.1. Le modèle sera calibré plus tard en fonction des mesures prises en continu sur le terrain, qui ont débuté à l'été 2017. La calibration du modèle sera décrite dans un autre rapport.

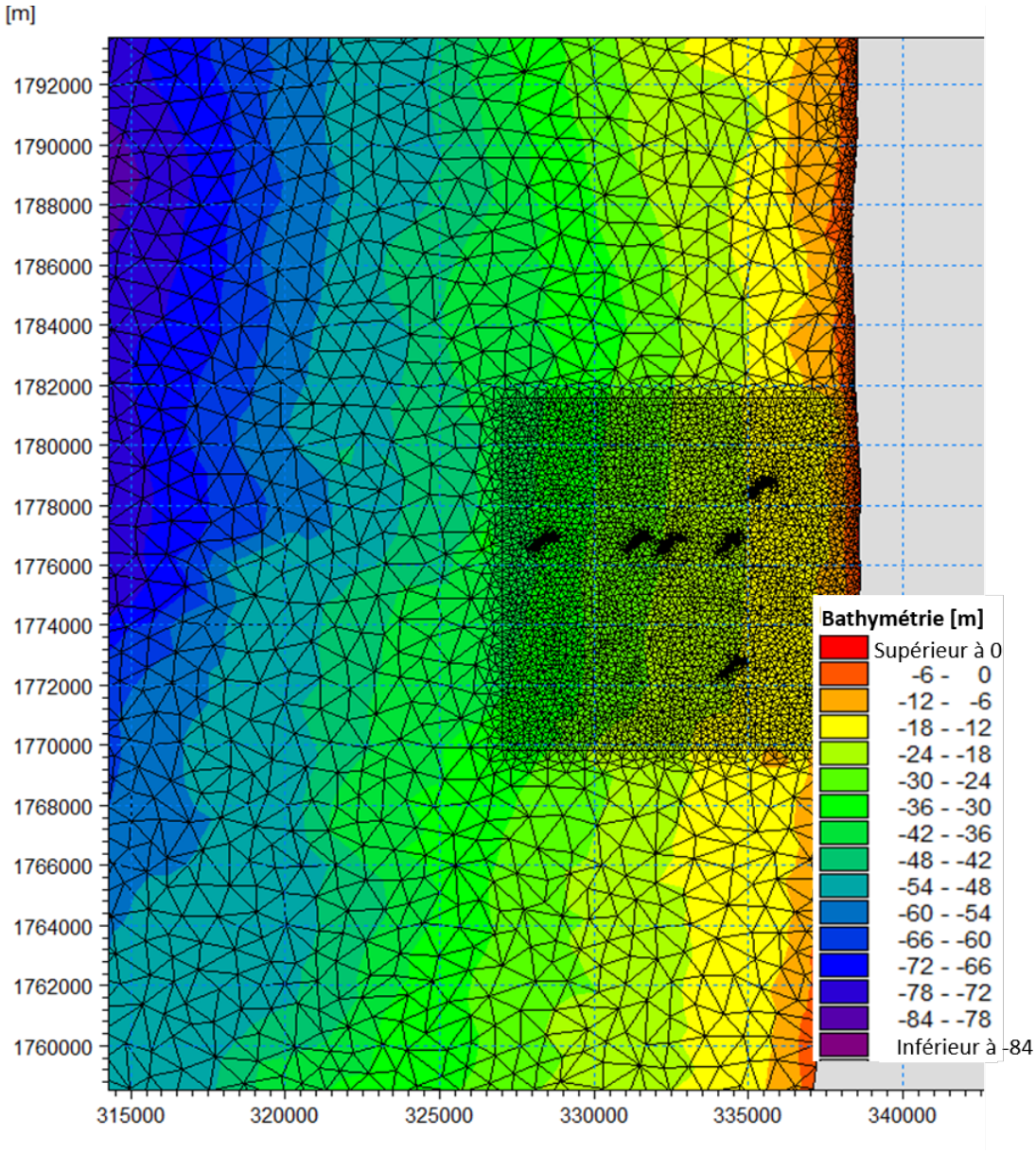
Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Figure 5.1 — Maillage flexible utilisée dans le modèle SW



Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Figure 5.2 — Maillage flexible à proximité du brise-lames, avec les courbes isobathes



Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Tableau 5.1 — Configuration et paramètres utilisés dans le modèle SW

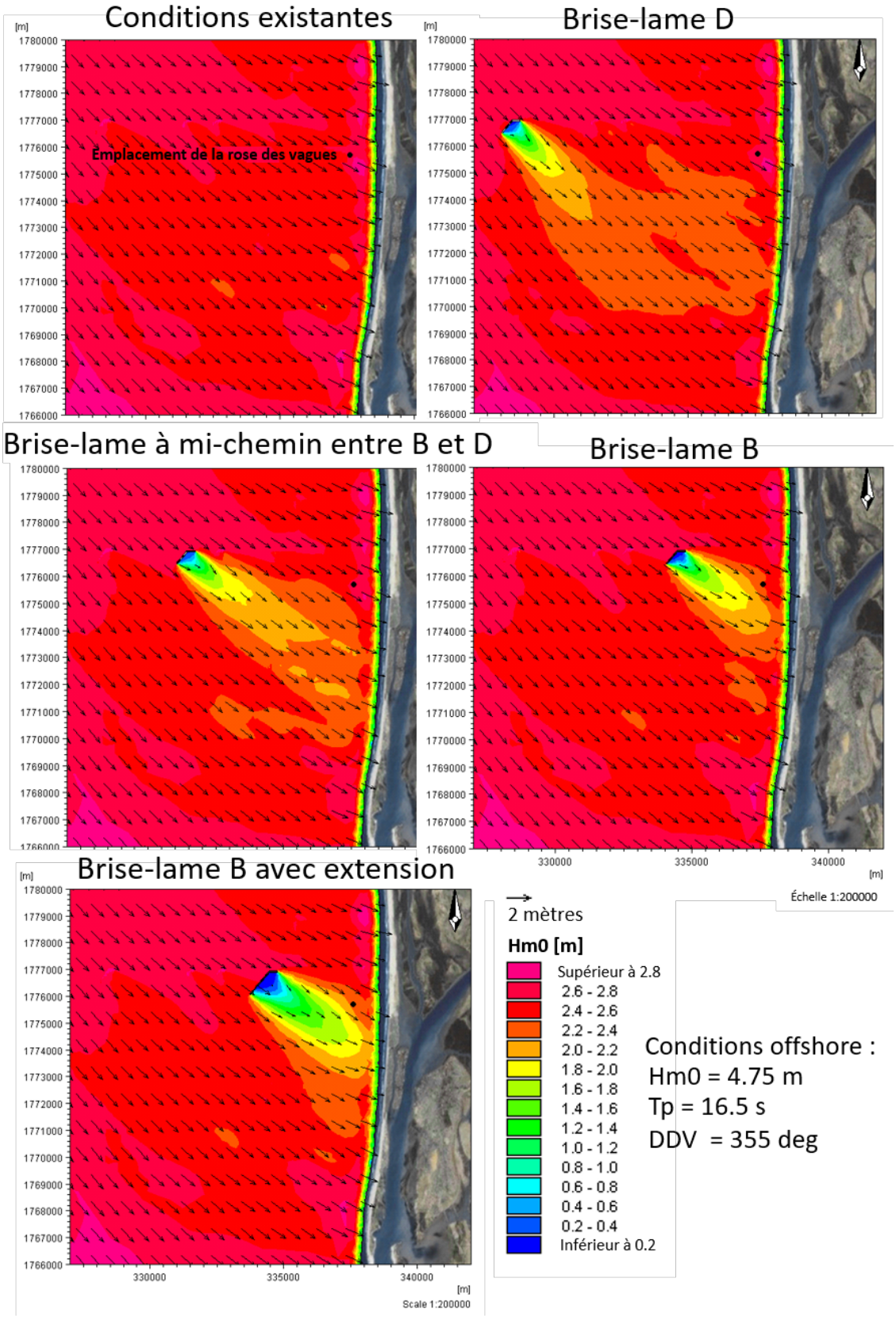
Paramètre	Configuration
Équations de base	Spectrale : Spectre complet Moment : Quasi-stationnaire
Discrétisation spectrale	Nombre de fréquences : 28 Fréquence minimale : 0,028 Hz Facteur de fréquence 1,1 Nombre de directions : 24
Technique de résolution	De droite, algorithme rapide
Condition relative au niveau de l'eau	NMM
Conditions relatives au courant	Aucun courant
Forçage du vent	Aucun vent
Diffraction	Incluse
Transfert d'énergie	Interaction quadruples vagues incluse
Déferlement des vagues	Gamma (constante) : 0,8 Alpha : 1
Friction de fond	Rugosité équivalente de Nikuradse (constante), kn : 0,001 m
Formation de moutons	Coefficient d'amortissement 1, C_{dis} (constante) : 4,5 Coefficient d'amortissement 2, δ_{dis} (constante) : 0,5
Conditions relatives aux limites	H_{m0}, T_p et DDV définis le long de toutes les limites ouvertes

5.3 Résultats du modèle

La Figure 5.3 présente un échantillon des résultats du modèle, soit ceux de l'une des 678 analyses exécutées. L'effet d'ombre produit par le brise-lames est évident pour ces conditions de vague. Il est également possible de constater qu'allonger le brise-lames produit une zone d'ombre de superficie accrue. Un exemple de transect le long de l'isobathe de 10 m est aussi présenté à l'Annexe II; l'effet du brise-lames sur les hauteurs et les directions des vagues y est évident.

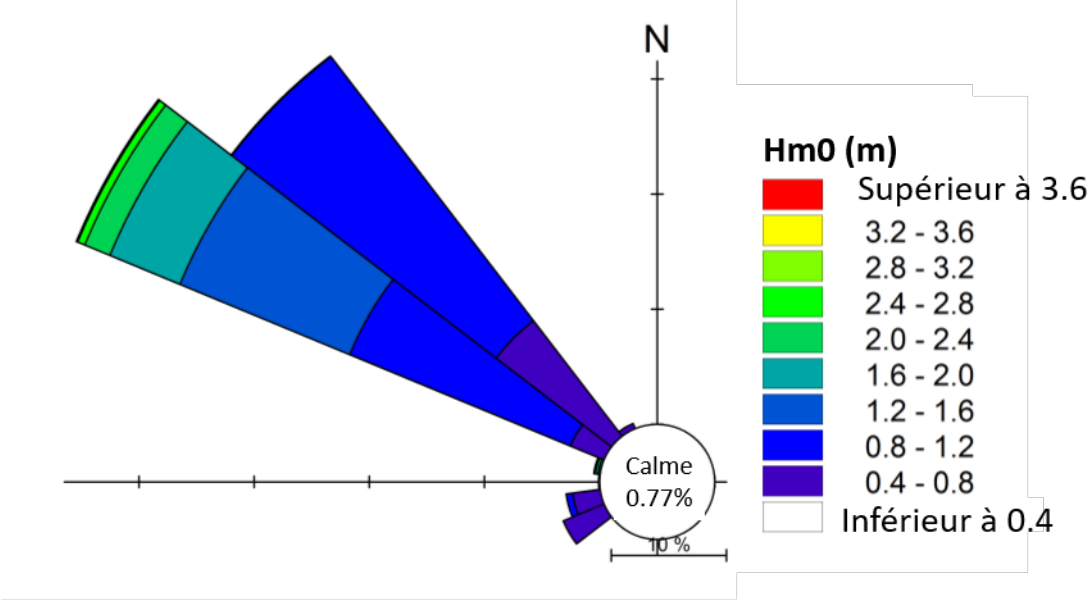
Une rose des vagues pour une station située le long de l'isobathe de 10 m (E = 337 586 m et N = 1 775 700 m) est présentée à la Figure 5.4 (cas où aucun brise-lames n'est présente). Cette rose des vagues a été tracée en fonction de la direction pic des vagues (DPV) pour le climat de vagues annuel à cet endroit. Il peut être remarqué qu'à l'isobathe de 10 m, les directions des vagues ont considérablement changé (voir la Figure 3.6 pour les vagues offshore). La Figure 5.4 montre clairement que les vagues prédominantes transporteront les sédiments du nord vers le sud.

Figure 5.3 — Exemple de résultat du modèle SW



Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Figure 5.4 — Exemple de rose des vagues annuelles à une station située à l'isobathe de 10 m



6.0 TRANSPORT LITTORAL DES SÉDIMENTS

Les taux de transport littoral des sédiments donnent un aperçu de la dynamique de la zone côtière relativement au mouvement des sédiments.

6.1 Logiciel de modélisation

Le modèle de processus littoraux MF conçu par DHI Water and Environment a été utilisé. Le modèle de processus littoraux est un système de modélisation intégré qui simule le transport de sédiments non cohésifs par points, le long d'un profil de plage, et permet de modéliser l'évolution de la ligne côtière. Le module LITDRIFT calcule la distribution de la hauteur et de la direction des vagues transversales par rapport au littoral, les courants correspondants générés par les vagues et la dérive littorale pour un ou plusieurs profils transversaux du littoral en fonction des conditions de vague au pied du profil. Le module LITDRIFT est utilisé pour déterminer les taux de transport annuels nets et bruts de sédiments le long des côtes du projet.

6.2 Configuration du modèle LITDRIFT

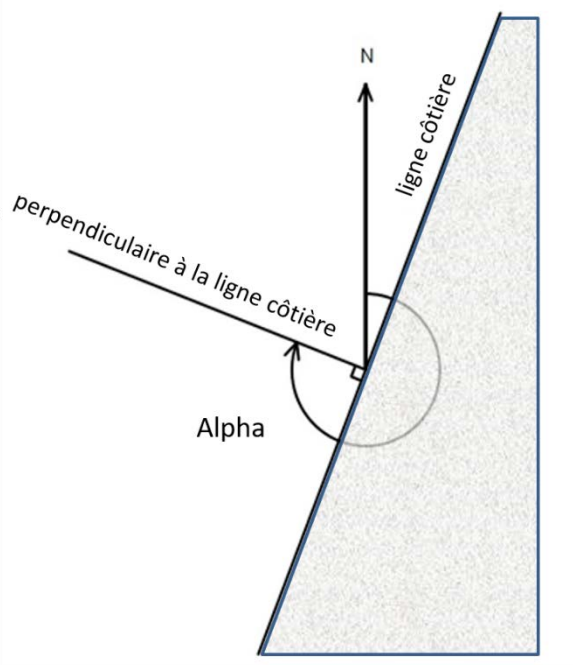
Le profil de plage illustré à la Figure 3.3 a été utilisé comme donnée d'entrée pour le modèle LITDRIFT. Le profil de plage présente un angle de 270 degrés par rapport au nord (angle de la normale par rapport à la côte, avec le nord en sens horaire, comme montré à la Figure 6.1). Un espacement de 2 m (au-dessus du profil) a été utilisé dans les calculs après que des essais ont été faits pour une résolution de 4 m; les deux espacements ont produit des résultats légèrement différents (écart de 10 % dans les taux de transport des sédiments).

Les valeurs de H_{m0} ont été converties en hauteurs de vague H_{rms} en supposant une distribution de Rayleigh pour les vagues (H_{rms} utilisé avec le modèle de déferlement de vagues de Battjes et Jansenl). La rugosité absolue du fond peut être utilisée comme facteur de calibration si des mesures exactes du bilan sédimentaire sont disponibles. Il a été déterminé qu'une valeur de 0,01 m pour Kn produisait un taux net de transport des sédiments (Qs) semblable à l'estimation fondée sur les changements historiques subis par la ligne côtière et aux données publiées à ce sujet. Comme mentionné ci-dessous, cette valeur a été choisie pour l'étude. Les autres options utilisées dans le modèle LITDRIFT sont fournies au Tableau 6.1.

Tableau 6.1 — Configuration et paramètres utilisés dans le modèle LITDRIFT

Paramètre	Configuration
Niveau d'eau	NMM
Courant	Aucun courant
Résistance du fond	Rugosité absolue, Kn = 0,01 m (après calibration)
Modèle de vague utilisé	Battjes et Jansen (gamma = 0,8)
Forçage du vent	Aucun vent
Propriétés des sédiments	Sable nivelé
Paramètres du fond	Rides de plage incluses
Théorie relative aux vagues	Vagues linéaires
Méthode de concentration du fond	Déterministe

Figure 6.1 — Schéma de l'orientation de la ligne côtière



6.3 Résultats du modèle LITDRIFT

Plusieurs résultats de tests ont été réalisés et ces résultats ont indiqué que le principal paramètre de calibration était la rugosité absolue du fond. L'orientation de la ligne côtière est un paramètre important, étant donné que le modèle d'évolution de la ligne côtière utilisera la prédiction de la ligne côtière, qui évolue pendant la simulation.

6.3.1 Sensibilité à la rugosité absolue du fond

L'effet de Kn sur Qs a été mis à l'essai à l'aide de trois valeurs pour Kn en fonction des données relatives aux vagues pour l'isobathe de 10 m à un emplacement où l'orientation de la ligne côtière était de 270 degrés (N = 1 784 400). Ces résultats sont résumés à la Figure 6.2. Il est possible de remarquer que lorsque Kn = 0,01 m, la valeur nette de Qs se rapproche de 600 000 m^3/an (c'est-à-dire qu'elle est près de l'estimation provenant des changements historiques subis par la ligne côtière et des études antérieures).

6.3.2 Sensibilité à l'orientation de la ligne côtière

Les calculs ci-dessus ont été effectués à l'aide d'une orientation de la ligne côtière (alpha) de 270 degrés. La ligne côtière proprement dite change d'orientation le long de la zone d'étude, et cette orientation variera aussi avec le temps si la ligne côtière subit des changements. Il est donc utile d'analyser la façon dont Qs varie en fonction d'alpha (relation Q-alpha).

Dans la Figure 6.3, qui illustre la relation Q-alpha, il peut être observé que la valeur de Qs varie considérablement lorsque l'orientation de la ligne côtière subit un changement de 10 degrés. La Figure 6.3 montre également que l'orientation d'équilibre de la ligne côtière (orientation de la côte pour une valeur nette de Qs = 0,0) est d'environ 295 degrés. L'orientation d'équilibre de la ligne côtière correspond à l'orientation qu'atteindra la côte immédiatement en amont d'un long épi (où aucune dérivation de sable n'a lieu).

Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Une valeur de 290 degrés pour alpha peut être observée immédiatement au nord d'un long brise-lames situé à 220 km au nord du site du projet (voir l'Annexe III). L'orientation de la ligne côtière pour différents moments au bout de l'extrémité sud de la brèche se caractérise également par une valeur de 295 pour la variable alpha (voir l'Annexe III). À cet endroit, il est attendu qu'aucun sédiment en provenance du nord ne traverse la brèche, puisque la largeur de la brèche est plutôt considérable pour les dates analysées.

Figure 6.2 — Variation de Qs en fonction de Kn

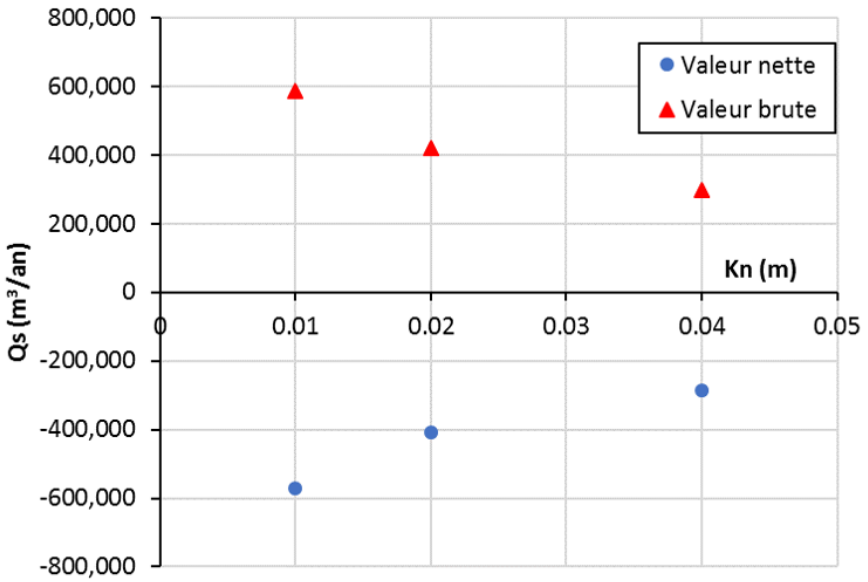
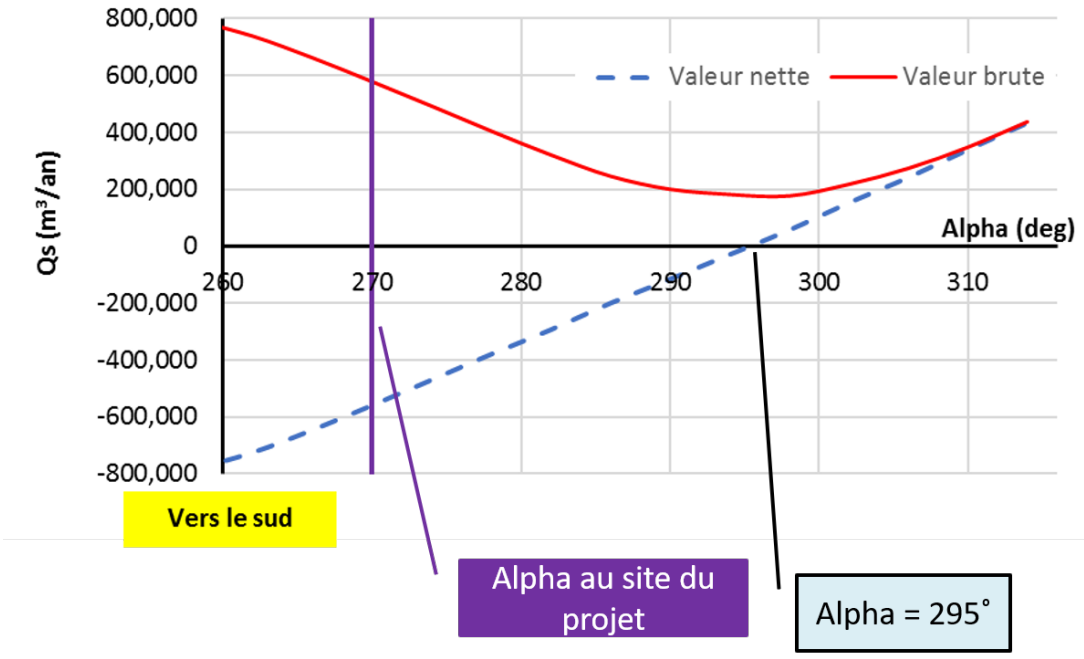


Figure 6.3 — Relation Q-alpha

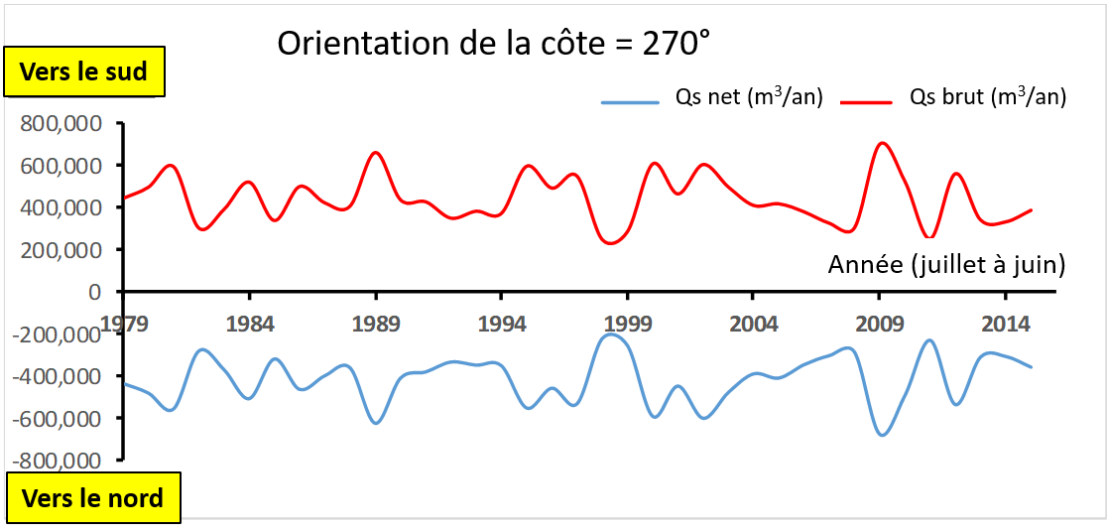


6.3.3 Sensibilité à la discrétisation de la fréquence

Le caractère adéquat de la largeur des groupes du tableau de fréquences est analysé à l'aide d'une comparaison entre deux éléments : les résultats du transport de sédiments basés sur les données horaires des vagues offshore d'OWI et les résultats utilisant le tableau de fréquences pour les données liées aux vagues offshore.

La Figure 6.4 présente la variation annuelle des valeurs de Qs, calculée à l'aide des données horaires des vagues offshore d'OWI. La transformation des vagues est calculée en supposant que les isobathes sont droites et parallèles. La variation annuelle (une année étant calculée de juillet jusqu'à juin de l'année suivante) peut être considérable. La valeur moyenne nette de Qs pour les 37 années faisant l'objet de la simulation était de 416 200 m^3/année vers le sud. Cette simulation a été répétée à l'aide du tableau de fréquences pour la zone offshore, et pour cette zone, la valeur nette de Qs était de 430 000 m^3/année vers le sud. Par conséquent, la résolution du tableau de fréquences est adéquate pour les calculs de transport des sédiments.

Figure 6.4 — Variation de la valeur de Qs au fil des années (selon les données d'OWI pour la zone offshore)



Des tests de sensibilité supplémentaires ont été réalisés, et les résultats de ces tests sont fournis à l'Annexe III.

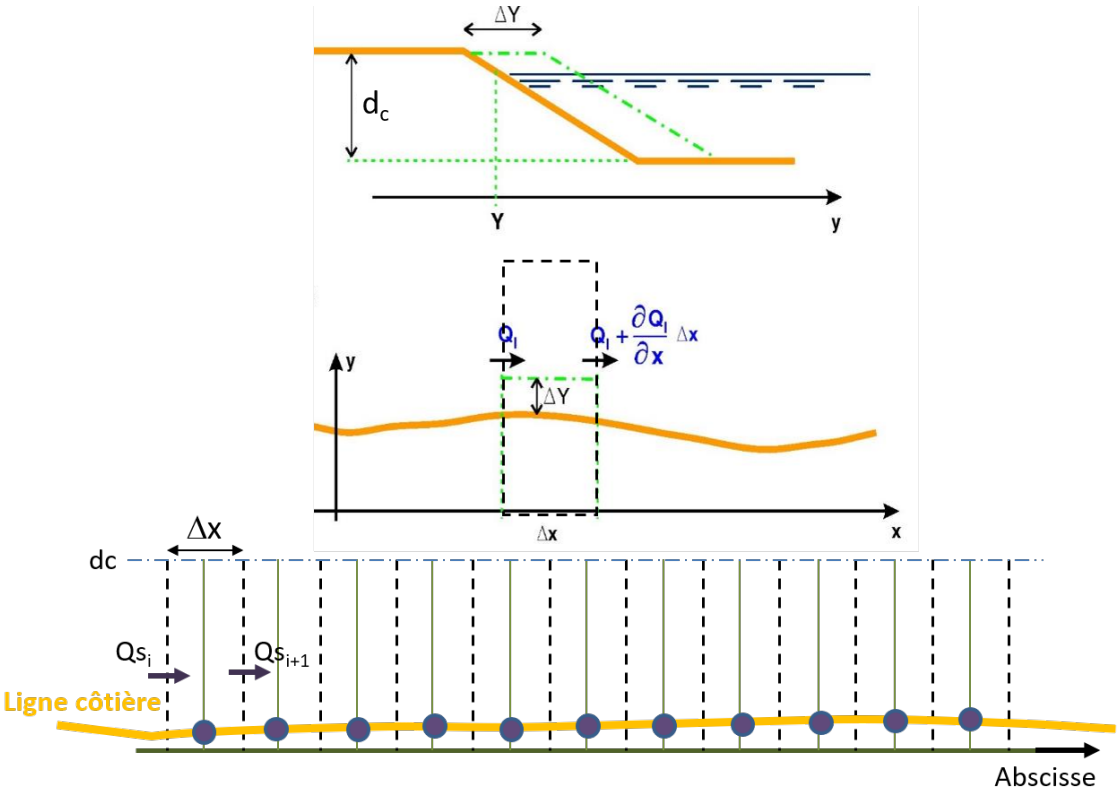
7.0 MODÈLE D'ÉVOLUTION DE LA LIGNE CÔTIÈRE

Pour étudier les impacts du brise-lames proposée sur la ligne côtière, des calculs morphologiques doivent être faits. Une modélisation morphologique en 2D nécessitera un temps de calcul informatique considérable. De plus, en raison de l'absence d'études bathymétriques récentes dans la zone côtière, une telle modélisation n'est pas appropriée à cette étape-ci de l'étude. Par conséquent, un modèle d'évolution de la ligne côtière fondé sur le concept ONELINE a été utilisé pour analyser les impacts des différents emplacements et aménagements du brise-lames.

7.1 Logiciel de modélisation

Le module d'évolution de la ligne côtière du modèle de processus littoraux MF conçu par DHI Water and Environment a été utilisé. Le module LITLINE calcule l'évolution de la ligne côtière lorsque cette ligne présente un ou plusieurs profils transversaux représentatifs. Le modèle LITLINE s'appuie sur l'approximation ONELINE (Figure 7.1), qui suppose que le profil de plage ne change pas pendant la période de simulation. Par conséquent, tout gradient dans le taux de transport littoral des sédiments le long de la ligne côtière entraînera des changements à la ligne côtière. La hauteur du profil de plage, d_c, correspond à la somme de la profondeur de fermeture et de la hauteur de la berme.

Figure 7.1 — Schéma du concept ONELINE



7.2 Configuration du modèle LITLINE

Un segment de ligne côtière d'une longueur de 40 km qui commence à la partie nord de la brèche (emplacement de 2011) a fait l'objet d'une analyse à l'aide du modèle LITLINE. Selon les données de référence pour le modèle, la ligne côtière était alignée avec l'orientation sud-nord, comme montré à la Figure 7.2. L'emplacement de la ligne côtière est mesuré en fonction de la ligne côtière de référence (y) avec un espacement de 30 m le long de l'orientation parallèle à la côte (x). Le profil de page utilisé dans les calculs du modèle LITDRIFT a aussi été utilisé dans ce modèle. Il a été supposé que ce profil était constant sur la longueur de 40 km qui a fait l'objet de la simulation. Ll'hypothèse que les propriétés des sédiments étaient constantes le long du segment simulé a également été faite.

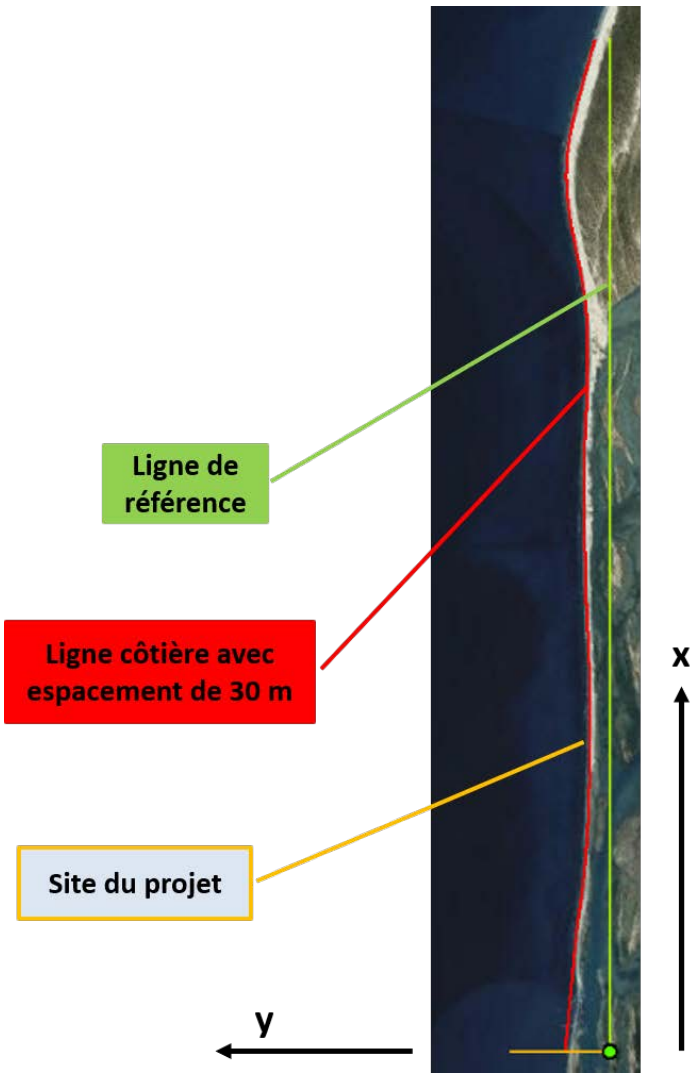
Avant d'effectuer la simulation de la ligne côtière, nous avons créé des tableaux de transport à utiliser dans les calculs de transport des sédiments. Ces tableaux ont été produits à l'aide du profil de plage illustré à la Figure 3.3 et des mêmes paramètres calibrés définis pour le modèle LITDRIFT.

7.2.1 Limites du modèle

La limite sud du modèle se trouve à un endroit très complexe, où la langue de sable se déplace vers le sud. Il est supposé que cette limite était ouverte, étant donné que la majeure partie du transport de sédiments se fait du nord au sud et que le sable qui quitte cet endroit se dépose au sud de la limite (c'est-à-dire à l'embouchure du fleuve). Les mécanismes touchant les environs de l'embouchure du fleuve sont très complexes, et ils dépendent de l'interaction entre le débit de marée, le courant fluvial et les vagues déferlantes, qui entraînent tous le transport littoral de sédiments. Cependant, le modèle ne peut pas prédire les changements que subira la ligne côtière à cet endroit complexe. Un modèle 2D serait nécessaire pour simuler la dynamique d'une langue de sable aussi complexe. Comme nous en discuterons plus loin, des tests de sensibilité ont été effectués afin de vérifier l'incidence de cette limite sur la zone d'étude.

Il est également supposé que la limite nord était ouverte, et cette limite a été tirée d'une section où la ligne côtière était relativement droite et éloignée de la zone d'intérêt. Par conséquent, il est attendu que cette frontière n'ait aucun impact sur les résultats du modèle dans la zone d'étude.

Figure 7.2 — Configuration du modèle d'évolution de la ligne côtière



7.2.2 Autres paramètres de configuration

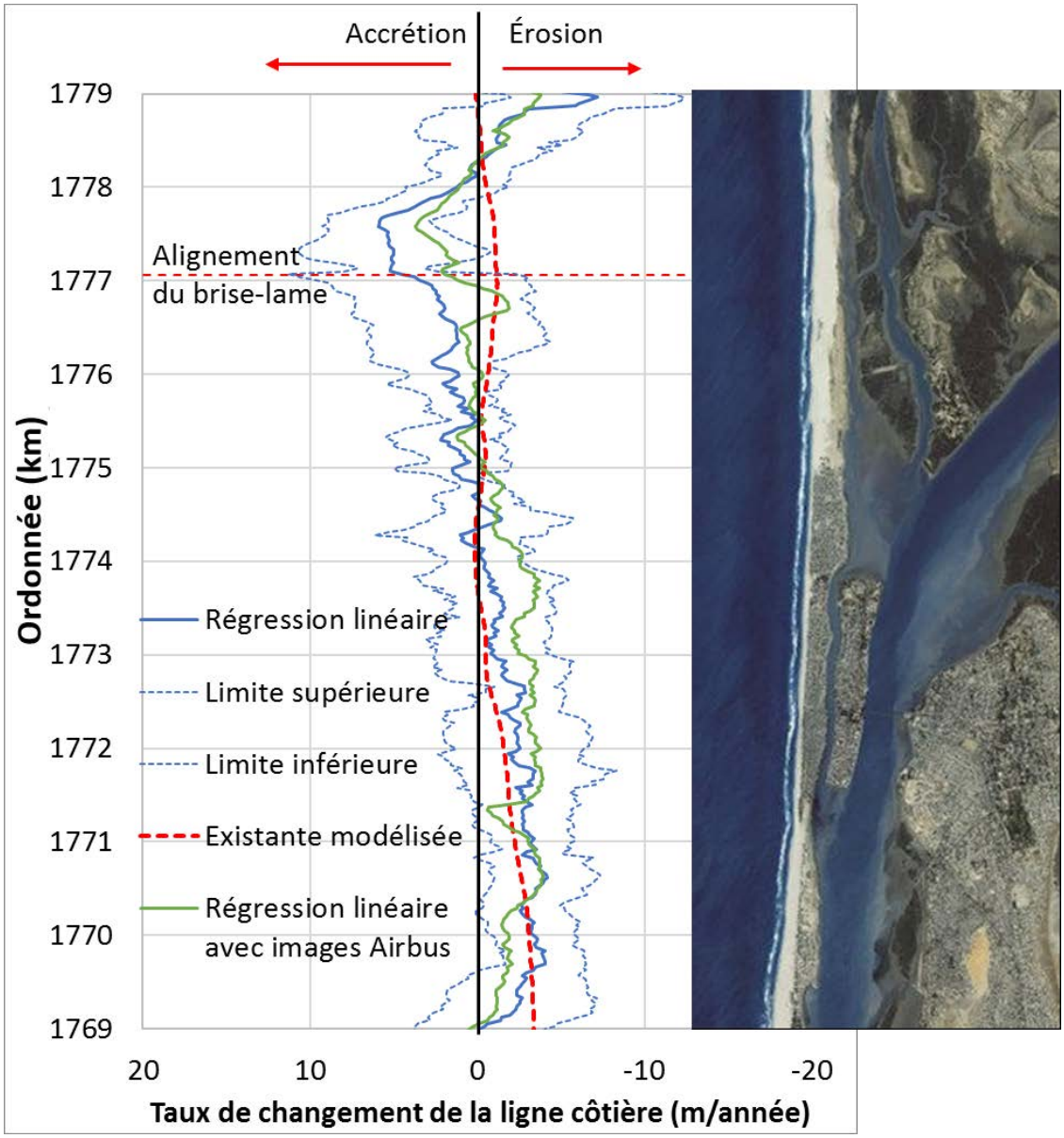
Le modèle LITLINE a été exécuté pour une période de 6 ans en utilisant la ligne côtière de 2011 comme ligne côtière initiale. La ligne côtière résultante a ensuite été utilisée comme ligne côtière initiale de 2017 pour tous les cas étudiés. Cette modélisation préliminaire était nécessaire pour retirer toutes les fluctuations de la ligne côtière plutôt que de lisser la ligne côtière initiale.

Les conditions de vague (H_{rms}, T_p, DDV et fréquence) ont été fournies le long de l'isobathe de 10 m, avec un espacement de 30 m. Comme discuté dans la section 3.2.2, 3 033 événements de vague ont été utilisés pour représenter le climat annuel moyen des vagues. Les conditions moyennes annuelles des vagues ont été répétées 10 fois pour simuler une période de 10 ans.

7.3 Vérification du modèle

Les résultats du modèle LITLINE ont été utilisés pour vérifier les tendances prédites par le modèle. Ce modèle a été exécuté pour une période de 10 ans, et les taux annuels de changements subis par la ligne côtière ont été évalués de manière estimative. La Figure 7.3 montre que dans la zone d'étude, le modèle prédit relativement bien les tendances observées de la ligne côtière (selon l'analyse des changements subis par la ligne côtière). Ces résultats sont satisfaisants compte tenu des données restreintes disponibles.

Figure 7.3 — Comparaison des taux mesurés de changements subis par la ligne côtière et des taux modélisés de ces changements



7.4 Résultats du modèle

La Figure 7.4 et la Figure 7.5 présentent les résultats des simulations sur 10 ans pour les différents emplacements du brise-lames. Tel qu'attendu, plus le brise-lames se trouve loin des côtes, plus ses impacts modélisés sur la ligne côtière diminuent. Ces conclusions sont également évidentes lorsque sont comparés les changements de volumes et l'érosion et l'accrétion maximales indiqués dans le Tableau 7.1 et dans le Tableau 7.2. Les changements de volume sont calculés pour la section montrée à la Figure 7.6 et un croquis des différents volumes du brise-lames B est présenté à la Figure 7.7. La diminution de l'érosion relativement aux conditions existantes est un impact favorable de chacune des options par rapport à l'option correspondant à l'absence de brise-lames.

Pour l'emplacement D, les résultats de la modélisation montrent que la section érodée de la ligne côtière se trouve près de l'extrémité de la langue de sable, comme montré à la Figure 7.6. Pour cette option, le changement maximal en matière d'érosion (comparativement au cas où aucun brise-lames ne serait installé) est de 15 m en 10 ans, comme montré au Tableau 7.2. Cette augmentation du taux d'érosion est relativement faible par comparaison aux variations naturelles observées de la ligne côtière, qui peuvent atteindre 5 m/année (voir la Figure 7.3 et la section 4.0). De plus, comme mentionné précédemment, le modèle LITLINE n'est pas en mesure de bien prédire les changements subis par la ligne côtière à proximité de l'embouchure du fleuve. Il serait nécessaire d'utiliser un modèle 2D de transport des sédiments pour simuler les variations dans cette région.

Figure 7.4 — Résultats du modèle LITLINE sur une période de 10 ans pour la ligne côtière le long de la zone d'étude

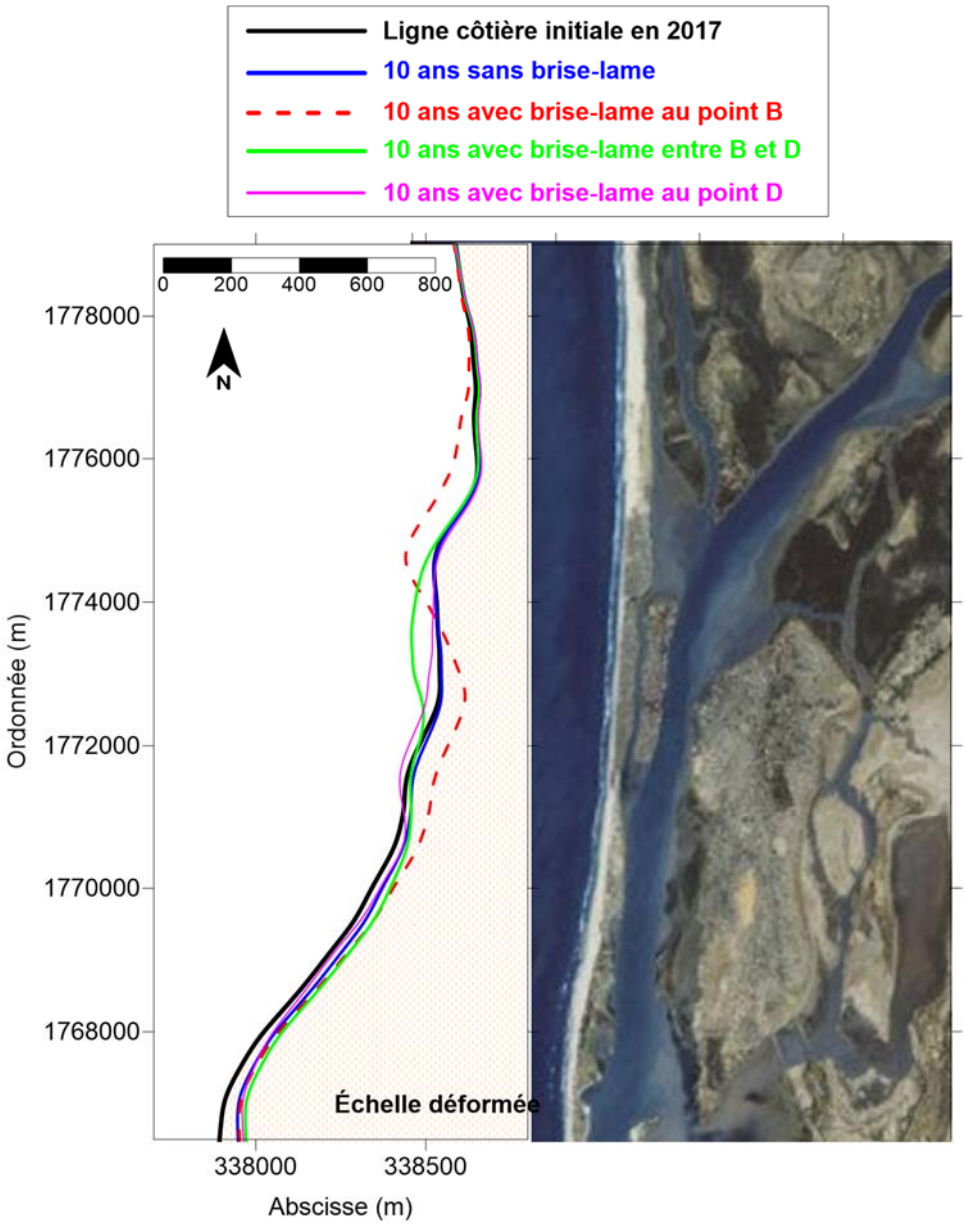
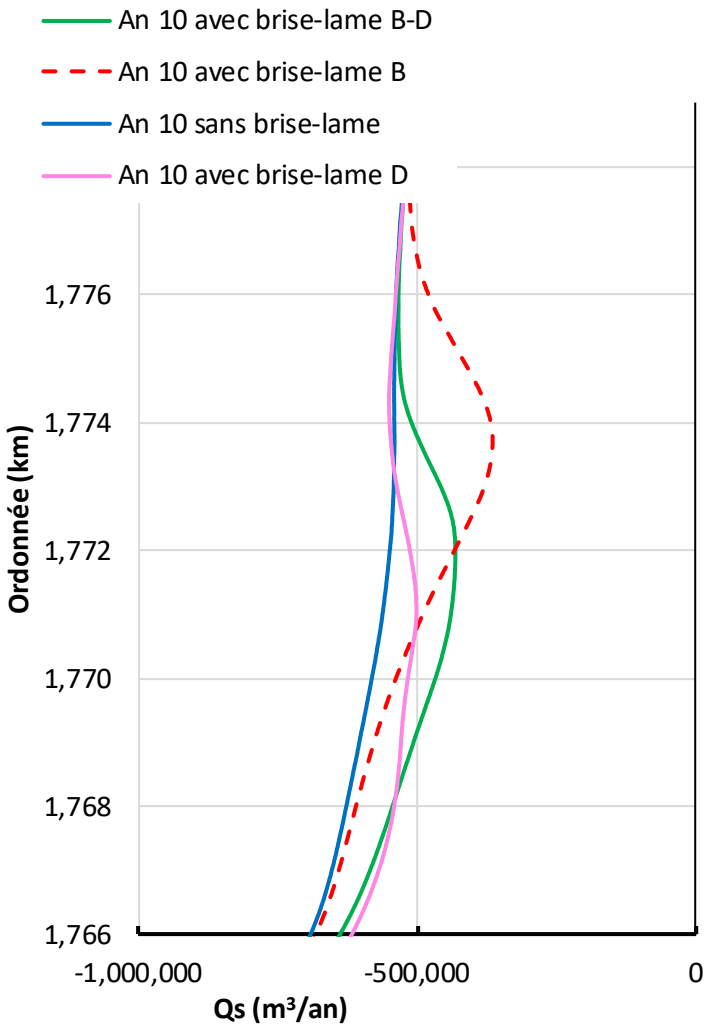


Figure 7.5 — Qs net le long de la zone d'étude pour diverses simulations



La Figure 7.6 montre également que le fait d'allonger le brise-lames de 500 m à l'emplacement B augmentera l'impact de la structure sur la ligne côtière (voir également le Tableau 7.2). La forme générale du changement subi par la ligne côtière est semblable, exception faite d'une section d'accrétion légèrement plus élevée le long de la côte.

Il était intéressant de comprendre les répercussions de l'extension de 500 m du brise-lames à l'emplacement D. Notre analyse pourl'emplacement B indique que la zone d'ombre s'étendra plus au sud. Par conséquent, il est attendu à ce qu'une extension semblable à l'emplacement D déplace la section érodée plus au sud, avec un impact restreint par rapport à l'emplacement B.

Figure 7.6 — Changements subis par la ligne côtière après 10 ans par rapport au cas sans brise-lames

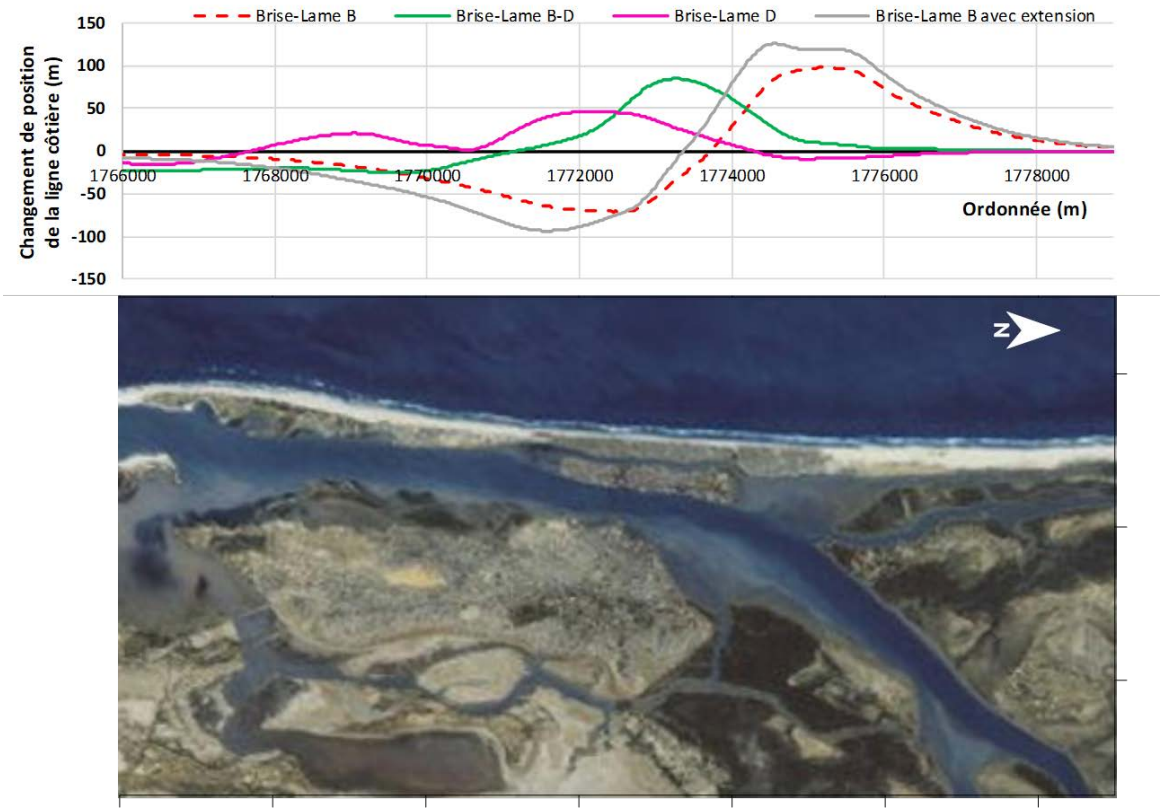
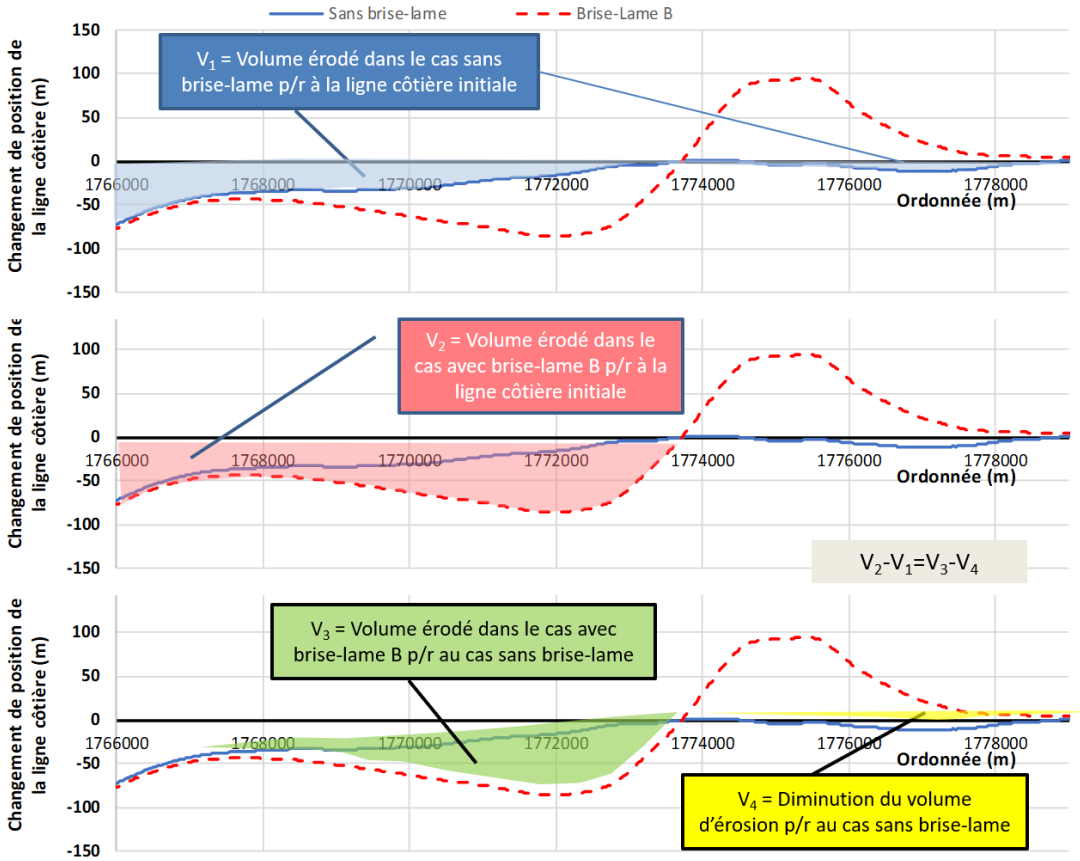


Figure 7.7 — Schéma des différents volumes d'érosion



Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Tableau 7.1 — Résumé des changements de volume dans la zone d'étude

Valeurs en m^3 après 10 ans	**Aucun brise-lames**	**Brise-lames B**	**Brise-lames B-D**	**Brise-lames D**	**Brise-lames B avec ext.**
Volume érodé par rapport à la ligne côtière initiale (V_1 et V_2)	3 852 000 (V_1)	5 409 000 (V_2)	4 698 000 (V_2)	3 869 000 (V_2)	6 088 000 (V_2)
Volume accrété par rapport à la ligne côtière initiale	28 000	1 601 000	1 059 000	520 000	2 312 000
Volume érodé par rapport aux conditions existantes (c.-à-d. aucun brise-lames) (V_3)	S. O.	1 742 000	1 035 000	491 000	2 426 000
Volume accrété par rapport aux conditions existantes	S. O.	1 759 000	1 220 000	967 000	2 475 000
Diminution du volume d'érosion par rapport aux conditions existantes (V_4)	S. O.	185 000	189 000	474 000	190 000

Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Tableau 7.2 — Résumé de l'érosion et de l'accrétion côtières maximales pour la zone d'étude

Paramètre après 10 ans	Brise-lames B	Brise-lames B-D	Brise-lames D	Brise-lames B avec ext.
D_{50} = 0,2 mm				
Érosion côtière maximale par rapport aux conditions existantes (m)	71	25	15	93
Accrétion côtière maximale par rapport aux conditions existantes (m)	98	85	47	126
Réduction maximale de la valeur de Qs nette par rapport à la valeur existante (m^3/année)	174 700	122 300	85 800	245 700
D_{50} = 0,3 mm				
Érosion côtière maximale par rapport aux conditions existantes (m)	50	17	11	-
Accrétion côtière maximale par rapport aux conditions existantes (m)	72	59	30	-
Réduction maximale de la valeur de Qs nette par rapport à la valeur existante (m^3/année)	117 500	78 500	55 600	-

7.4.1 Analyse de sensibilité

En raison des incertitudes liées à certaines des données d'entrée, des tests de sensibilité ont été effectués.

Le premier paramètre analysé lors des tests de sensibilité était la taille médiane des grains de sédiments. Une valeur de D_{50} = 0,3 mm a été utilisée pour les trois emplacements du brise-lames. Les résultats de ces cas sont présentés à l'Annexe IV et dans le Tableau 7.2.

On a également déterminé que l'effet de Sg sur l'impact des brise-lames était très faible, même si la valeur nette de Qs avait changé. Ce résultat s'explique par le fait que les changements subis par la ligne côtière découlent du gradient dans les valeurs de Qs et non des valeurs de Qs proprement dites.

En raison de l'incertitude liée à la représentation de la limite sud, des conditions différentes de limites ont fait l'objet de tests, notamment :

- Une limite articulée qui suppose la présence d'un court épi;
- Une limite fermée qui suppose la présence d'un long épi; et
- La prolongation du domaine d'une longueur de 6 km vers le sud, en supposant que les conditions d'avant-brèche sont en vigueur.

Les résultats de ces différents tests ont montré que dans la zone d'étude, les résultats relatifs pour les cas avec et sans brise-lames ne sont pas sensibles à la condition imposée relativement à la frontière. L'Annexe IV présente les résultats du domaine prolongé de 6 km vers le sud sous forme de graphiques. L'érosion maximale pour le cas où le brise-lames se situe à l'emplacement B est de 71 m (comparativement à 71 m pour la valeur par défaut). Pour le brise-lames à l'emplacement D, l'érosion maximale est de 14 m pour la côte prolongée (comparativement à 15 m pour la valeur par défaut).

8.0 CONCLUSIONS, LIMITES ET RECOMMANDATIONS

8.1 Résumé

L'impact potentiel d'un brise-lames proposé sur la stabilité de la ligne côtière a été étudié à l'aide d'un modèle d'évolution de la ligne côtière. Le climat annuel moyen des vagues offshore a été transformé (en conservant les fréquences mensuelles) en fonction de l'isobathe de 10 m à l'aide du module MIKE 21 SW. Ces données relatives aux vagues ont été extraites tous les 30 m le long de la ligne côtière afin de calculer les changements dans le climat des vagues provoqués par le brise-lames proposé.

Le modèle de transport des sédiments a été calibré en fonction des données publiées et des données calculées à partir des changements historiques de la ligne côtière (pour les taux nets de transport des sédiments).

Trois emplacements différents pour le brise-lames ont été simulés à l'aide du modèle LITLINE, en plus d'un aménagement différent de brise-lames à l'emplacement B. Les résultats de ces simulations ont été comparés aux résultats des simulations des conditions sans brise-lames (aucun changement apporté aux conditions existantes) afin de déterminer l'impact des différentes options.

8.2 Conclusions

Les résultats du modèle indiquent que pour l'emplacement D (à une profondeur d'environ 33 m), une partie de la ligne côtière qui subit actuellement de l'érosion commencera à s'accréter. Cette accrétion aura un impact favorable sur les maisons situées le long de cette section. Plus au sud, , la modélisation indique une érosion par comparaison au cas sans brise-lames. Il est estimé que la valeur maximale de cette érosion serait d'environ 15 m pour une période de 10 ans. Cette valeur est inférieure aux taux d'érosion naturelle à certaines sections situées le long de la zone d'étude, et porte sur un segment de ligne côtière qui ne contient aucune infrastructure. De plus, les prédictions du modèle montrent que cette augmentation de l'érosion côtière n'aurait lieu qu'à proximité de l'extrémité de la langue de sable (c.-à-d. au sud de Saint-Louis).

Plus le brise-lames est rapproché des côtes, plus la modélisation indique que son impact augmente, et l'érosion maximale associée au cas où aucun brise-lamesne serait installé atteint 71 m pour l'emplacement B (à une profondeur d'environ 18 m). L'érosion augmente également si la longueur du brise-lames à l'emplacement B est accrue en raison de l'élargissement de la zone d'ombre.

8.3 Incertitudes et limitations

Cette étude a été fondée sur les meilleures données disponibles afin qu'elle fournisse une évaluation de l'impact du briselames proposée sur la ligne côtière. Cependant, elle présente certaines incertitudes et limitations. Une partie de ces limitations et incertitudes ont été prises en compte par l'entremise de tests de sensibilité, comme décrit dans le Tableau 8.1. Certaines autres incertitudes nécessiteront une collecte de données supplémentaires sur le terrain, ainsi que d'autres études.

Tableau 8.1 — Résumé des limitations et des incertitudes du modèle

Élément	Incertitude/Limitation	Mesures d'atténuation prises	Études recommendées
Données			
Données relatives au profil de plage	Manque de données relatives aux mesures de profil de plage le long de la zone d'étude.	Deux profils d'équilibre de plage ont été supposés selon la taille des grains de sédiments.	Les profils de plage devraient être mesurés parallèlement à la zone d'étude pour tenir compte de toute variation le long de la côte.
Données bathymétriques	Données de travaux de reconnaissance limitées, en particulier dans la zone côtière.	Deux profils d'équilibre de plage ont été supposés selon la taille des grains de sédiments.	Des études bathymétriques sont nécessaires.
Propriétés des sédiments	Données de mesure limitées le long de la plage et du profil de plage.	Des tests de sensibilité ont été réalisés.	Des données devraient être recueillies sur le terrain.
Modèle de vagues			
Calibration du modèle de vagues	Aucune donnée relative aux vagues n'était disponible pour la calibration du modèle de vagues.	Des paramètres conservateurs ont été utilisés.	Le modèle pourrait être calibré en fonction de données provenant de mesures de terrain en cours \
Nature bimodale des données relatives aux vagues offshore	La nature bimodale des vagues n'a pas été prise en compte dans la transformation du tableau de fréquences.	La DDV a été utilisée plutôt que la DMV. Dans la zone d'étude, l'énergie provenant du sud n'est pas significative.	Des informations pourraient être extraites de simulations à long terme utilisant des données spectrales aux limites avec l'action du vent.
Modèle d'évolution de la ligne côtière			
Variabilité interannuelle	Les variations du transport de sédiments d'une année à l'autre et les changements côtiers qui y sont associés n'ont pas été pris en compte.	-	Des travaux de modélisation additionnels pourrait être effectués à l'aide de conditions de vague variables avec le temps dans la séquence historique.
Séquence de conditions de vagues	La séquence chronologique des conditions de vague peut avoir une incidence sur la réponse prédite de la ligne côtière.	La séquence des conditions moyennes mensuelles de vagues a été conservée dans les données moyennes annuelles relatives aux vagues.	Des travaux de modélisation additionnels pourraient être effectués à l'aide de conditions de vague variables avec le temps dans la séquence historique.
Profondeur active	Aucune information relative aux profils de plage historiques n'est disponible pour l'estimation de la profondeur active.	Estimation faite à l'aide des résultats du modèle LITDRIFT (profondeur à partir de laquelle, en direction des côtes, 95 % du transport littoral de sédiments a lieu)	D'autres estimations peuvent être obtenues et d'autres tests de sensibilité effectués

Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Élément	Incertitude/Limitation	Mesures d'atténuation prises	Études recommendées
Transport des sédiments transversal à la côte	Non inclus, mais il est attendu que le brise-lames modifie ce transport.	-	Compte tenu du fait que le brise-lames diminue les conditions de vague incidentes dans une partie de la côte, il n'est pas prévu pas que le brise-lames aura un impact défavorable sur l'érosion causée par les processus transversaux par rapport aux côtes.
Augmentation du niveau de la mer	L'impact de l'érosion causée par l'augmentation du niveau de la mer n'a pas été pris en compte.	-	Une estimation de l'érosion découlant de l'augmentation du niveau de la mer peut être ajoutée aux changements estimés pour la ligne côtière. Cependant, il n'est pas attendu que le brise-lames ait un impact défavorable sur l'érosion produite par l'augmentation du niveau de la mer.

Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

9.0 RÉFÉRENCES

AlDioma B., I. A. Bilbao, A. Abou, I. S. Perez et S. R. Valido (2013). Résultats du suivi 2010-2012 de l'évolution de la brèche ouverte sur la Langue de Barbarie au Sénégal et de ses conséquences. Physio-Géo Géographie physique et environnement, Volume 7.

ARCADIS (2011). Some Considerations on Water and Climate Change Impacts – Saint-Louis, Sénégal. Rapport final.

Dean, R.G. (1977). Equilibrium beach profiles: U.S. Atlantic and Gulf coasts. Department of Civil Engineering, Ocean Engineering Report No. 12, University of Delaware, Newark, Delaware.

Dean, R.G. (2002). Beach Nourishment Theory and Practice. Advanced Series on Ocean Engineering: Volume 18. World Scientific.

Enet F., A. Nahon, G. van Vledder et D. Hurdle (2006). Evaluation of diffraction behind a semi-infinite breakwater in the SWAN wave model. 9th International Workshop on Wave Hindcasting and Forecasting.

Holthuijsen L.H., A. Herman et N. Booij (2003). Phase-decoupled refraction–diffraction for spectral wave models. Coastal Eng. Volume 49, Issue 4, pp. 291-305.

Komen, G.J., Cavaleri, L., Doneland, M., Hasselmann, K., Hasselmann, S. et Janssen, P.A.E.M. (1994). Dynamics and modelling of ocean waves. Cambrigde University Press, R.-U., 560p.

Sadio M., E. J. Anthony, A. T. Diaw, P. Dussouillez, J.T. Fleury, A. Kane, R. Almar et E. Kestenare (2017). Shoreline Changes on the Wave-Influenced Senegal River Delta,West Africa: The Roles of Natural Processes and Human Interventions. Water, 9, 357.

Thieler, E.R., Himmelstoss, E.A., Zichichi, J.L. et Ergul, Ayhan, 2017. Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0 — An ArcGIS extension for calculating shoreline change (ver.4.4, juillet 2017): U.S. / 2017 Geological Survey Open-File Report 2008-1278 https://pubs.er.usgs.gov/publication/ofr20081278/.

Young, I.R. (1999), Wind generated ocean waves, in Elsevier Ocean Engineering Book Series, Volume 2, Réd. R. Bhattacharyya et M.E. McCormick, Elsevier.

Annexe I
Exposé supplémentaire sur la position de la ligne côtière

La couverture des images satellite fournies par Airbus et Digital Global satellite est présentée à la Figure AI.1 et à la Figure AI.2. La ligne bleue en surbrillance indique la couverture. Il est à noter que la meilleure couverture temporelle se trouve autour du site du projet.

Figure AI.1 — Couverture des images satellite d'Airbus (la ligne bleue en surbrillance représente la couverture)

Octobre 2002	Décembre 2006

Figure AI.2 — Couverture des images satellite de Digital Global Satellite (la ligne bleue en surbrillance représente la couverture)

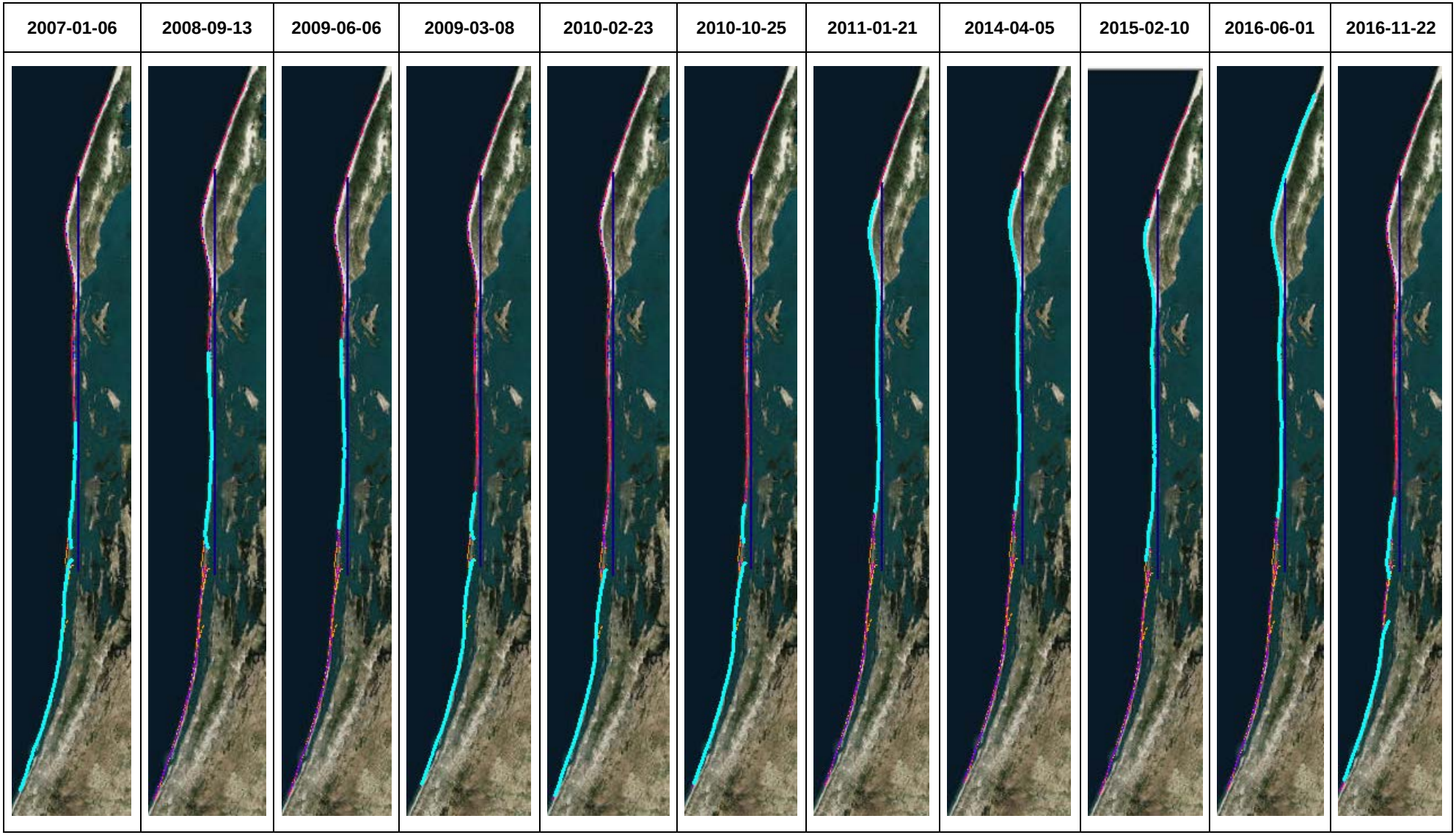
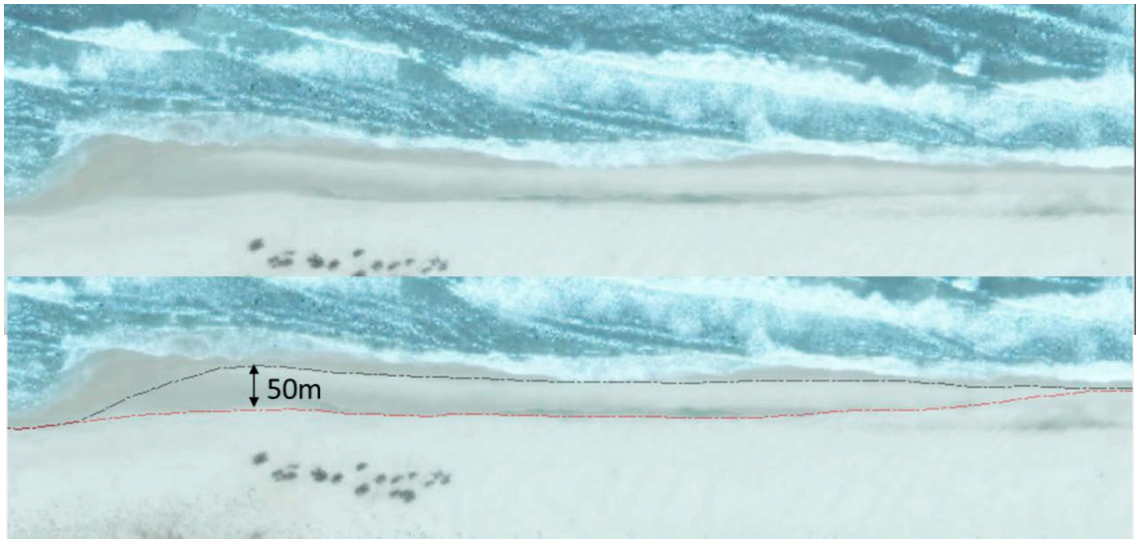


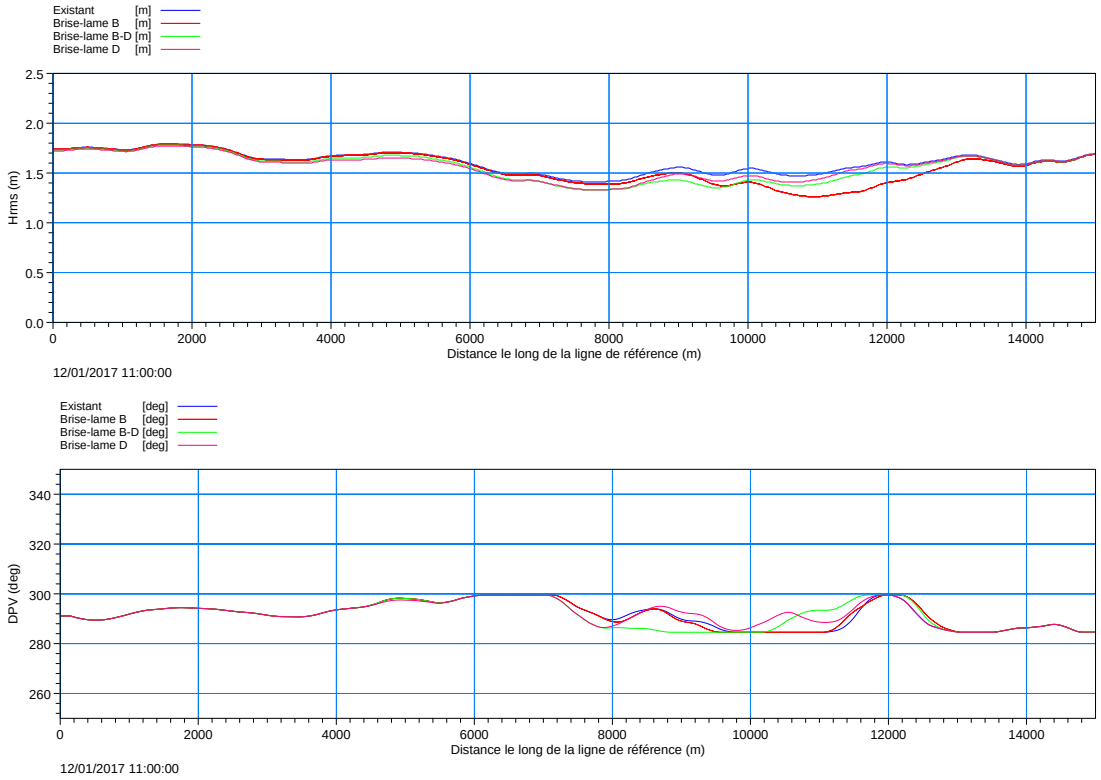
Figure AI.3 — Exemple d'ambiguïté dans la ligne côtière de 2017



Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Annexe II
Résultats supplémentaires de modélisation des vagues côtières

Figure AII.1 — Échantillon de variation de climat des vagues le long de l'isobathe de 10 m



Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Annexe III
Résultats supplémentaires du modèle LITDRIFT

La Figure AIII.1 et la Figure AIII.2 présentent l'orientation de la ligne côtière à des endroits où il est attendu que son orientation soit proche de celle de l'équilibre de la côte..

Figure AIII.1 — Orientation de la ligne côtière en amont d'un brise-lames situé à 220 km au nord du site du projet

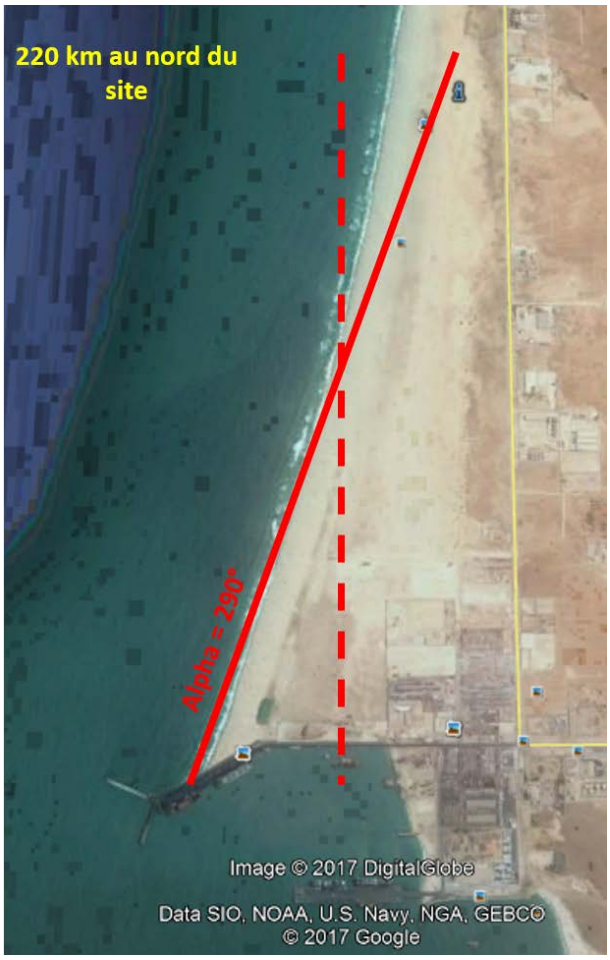


Figure AIII.2 — Orientation de la ligne côtière pour l'extrémité sud de la brèche

AIII 1.1 Autres tests de sensibilité

La sensibilité du modèle LITDRIFT à plusieurs paramètres a été mise à l'essai et les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Tableau AIII.1 — Tests de sensibilité additionnels pour le modèle LITDRIFT

Cas	Qs net (m^3/année)	Qs brut (m^3/année)
Valeurs par défaut : Théorie de vagues de premier ordre, D_{50} = 0,2 mm, S_g = 1,2	- 570 700	587 700
Théorie des stokes de premier ordre, D_{50} = 0,2 mm, S_g = 1,2	- 516 000	532 900
Théorie des vagues de premier ordre, D_{50} = 0,3 mm, S_g = 1,2	- 425 500	443 200
Théorie des vagues de premier ordre, D_{50} = 0,3 mm, S_g = 1,6	- 505 600	527 600

Annexe IV
Résultats supplémentaires du modèle LITLINE

Figure AIV.1 – Évolution de la ligne côtière (modèle LITLINE) pendant 10 ans le long de la zone d'étude (D_{50} = 0,3 mm)

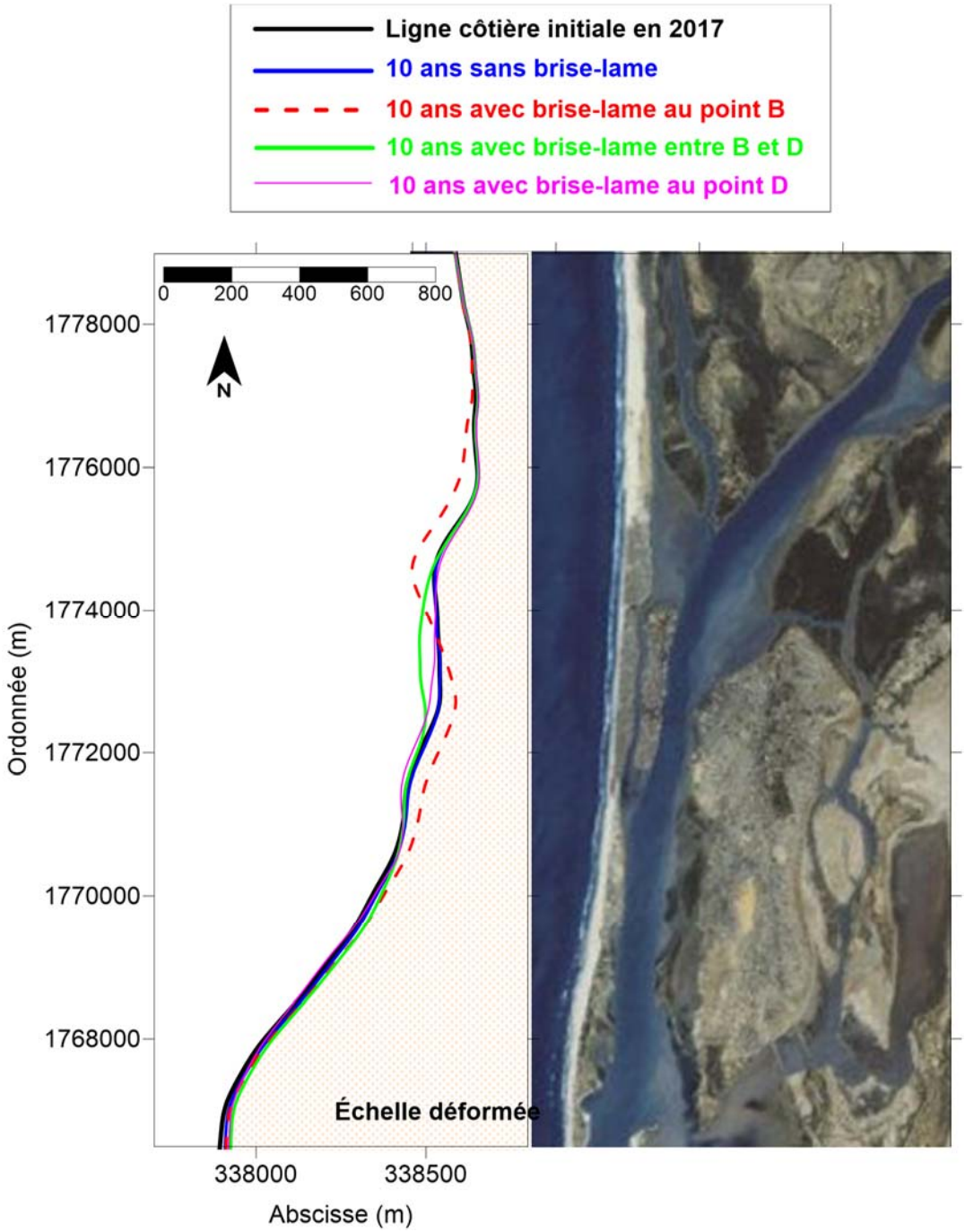


Figure AIV.2 — Qs net le long de la zone d'étude pour différentes simulations (D_{50} = 0,3 mm)

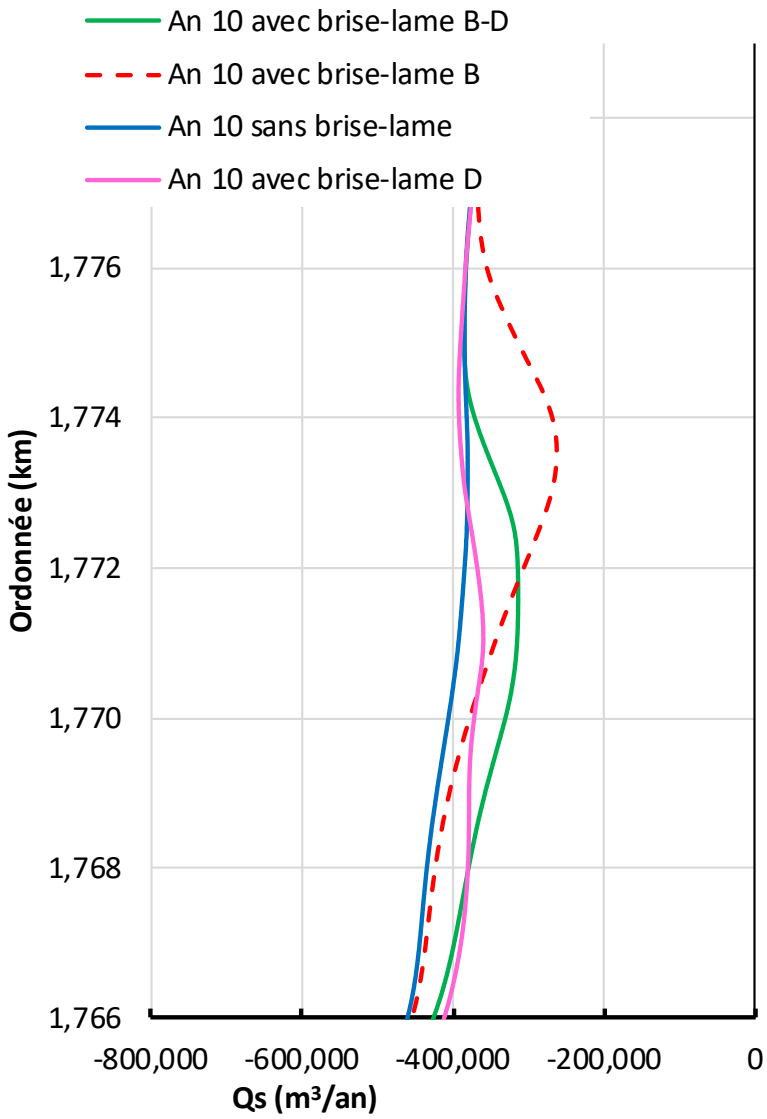


Figure AIV.3 — Changements subis par la ligne côtière après 10 ans relativement au cas sans brise-lames (D_{50} = 0,3 mm)

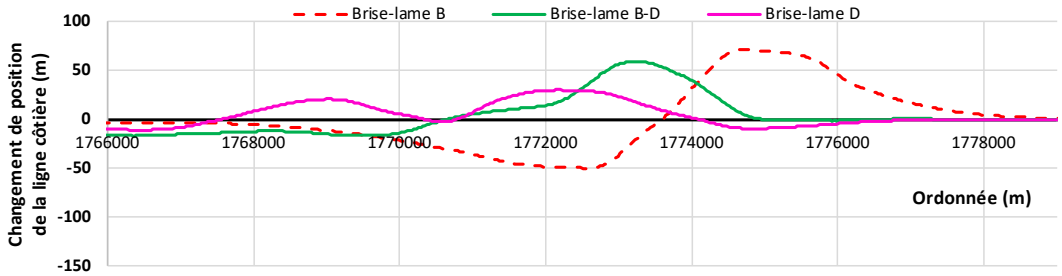
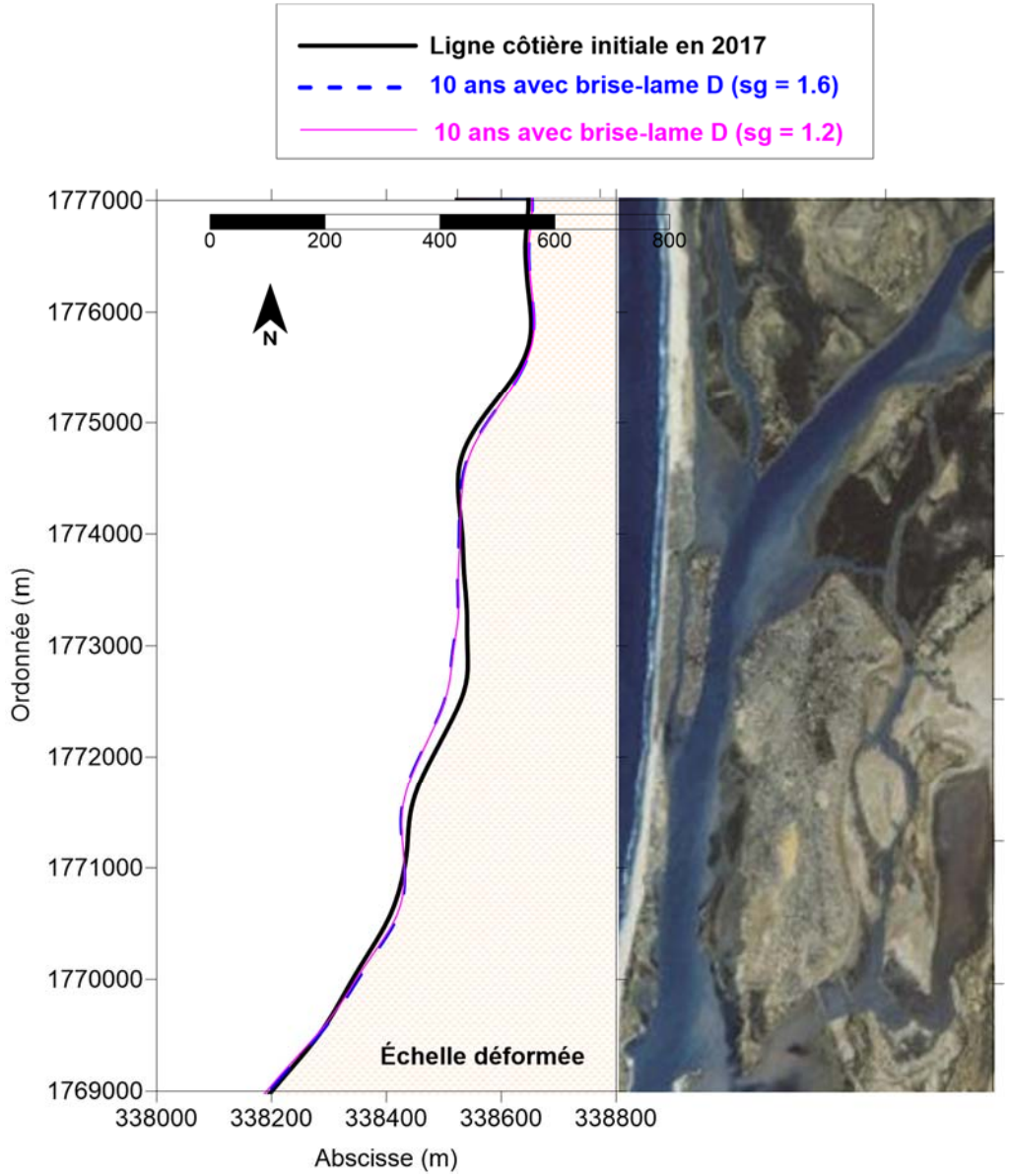
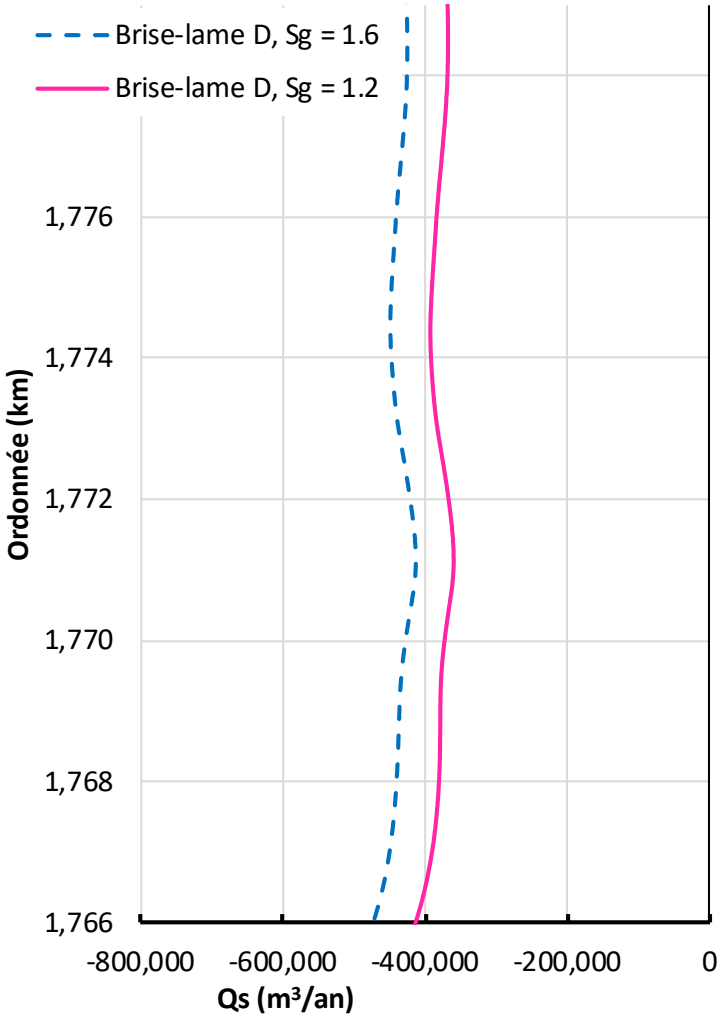


Figure AIV.4 — Effet de Sg sur les changements subis par la ligne côtière avec le brise-lames B (D_{50} = 0,3 mm)



Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Figure AIV.5 — Effet de Sg sur Qs avec le brise-lames B (D_{50} = 0,3 mm)



Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Figure AIV.6 — Effet de la limite sud sur Qs

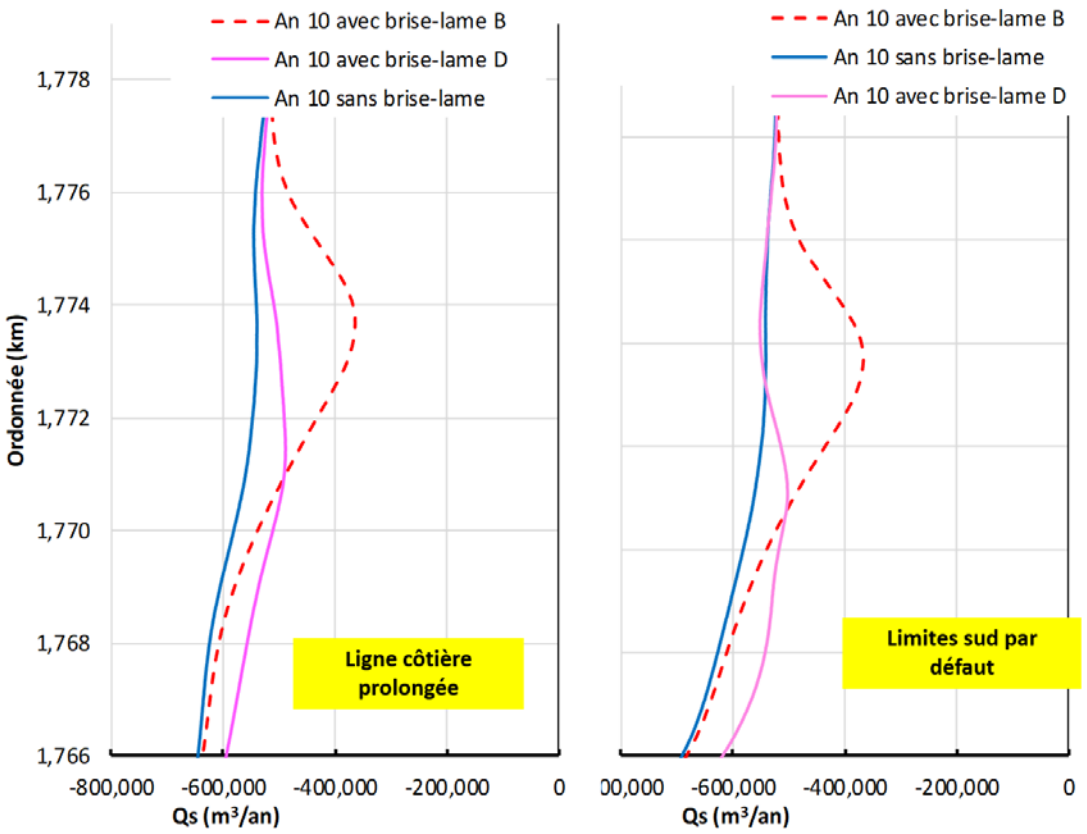
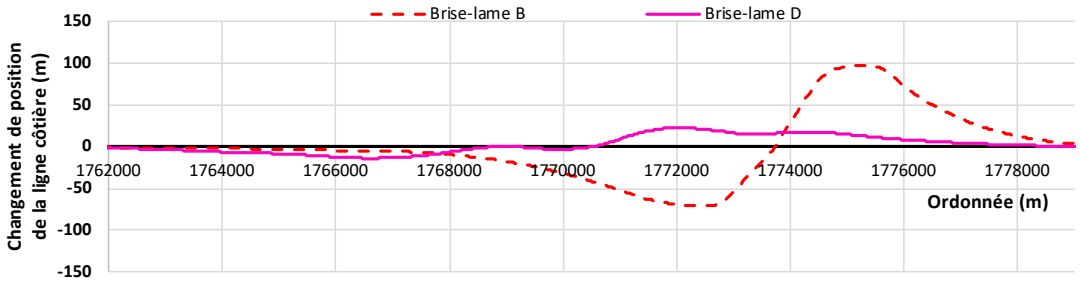


Figure AIV.7 — Changements subis par la ligne côtière avec la prolongation de la côte vers le sud



ANNEXE I-3 : RAPPORT DE MODÉLISATION DE LA LIGNE CÔTIÈRE POUR LE SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE

Classification de sécurité : Informations générales	**Région de la Mauritanie et du Sénégal** Tortue Phase 1	KBR ch2m.

PROJET DE DÉVELOPPEMENT TORTUE

Modélisation de la ligne côtière - Cas de référence

B01	Issued for Information	11/04/2018	K Rakha	H Johnson	S Dunn	-
Rév.	Raison de la révision	Date	Auteur	Vérificateur	Approbateur	AQ

Code de cycle de mise à jour (années) :	Non applicable

Identifiant unique :	Non applicable		Rév.
Type de RD :	Non applicable	MS002-CV-STU-010-04024	B01

Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Utilisation et interprétation du présent document

Ce document est publié par Kellogg Brown & Root Ltd. (KBRL) en vertu de contrats conclus avec BP Mauritania Investments Ltd. et BP Senegal Investments Ltd. (BP) aux fins particulières liées uniquement au projet Tortue. Aucune autre partie ne devrait se fier au présent document ou l'utiliser à d'autres fins. KBRL ne peut être tenue responsable des pertes, dommages ou autres conséquences (qu'elles qu'en soient la cause) découlant du fait qu'une autre partie s'est fiée à ce document ou l'a utilisée à d'autres fins que quelles pour lesquelles il a été créé.

Ce document/logiciel contient des renseignements techniques soumis aux règlements de l'UE, des É.-U. et d'autres pays relativement au contrôle des exportations, notamment des restrictions liées à l'exportation, à la vente ou au transfert d'articles (biens, technologie ou logiciels) à des pays, entités ou personnes soumises à des sanctions ou à un embargo. Il ne peut pas être exporté ni réexporté, sauf lorsqu'autorisé en vertu des exigences pertinentes en matière de contrôle des exportations.

Historique des révisions

Date de révision	Numéro de révision	Approbateur	Description de la révision

* Seulement requis pour les révisions B02 et ultérieures.

Mises en attente

No de réf. de la mise en attente	Description/raison de la mise en attente	Réf. Section
HOLD 1	Aucune mise en attente	

Réviseurs

Nom	Rôle	Type de révision	Date de révision

Documents de référence

Réf.	Numéro de document	Nom du document
1	MS002-CV-STU-010-04012	Évaluation de l'impact sur la ligne côtière
2	MS002-CV-STU-010-04010	Étude météo-océanique côtière : modélisation des vagues près des côtes / B02/ Mars 2018

Abréviations

A	Paramètre utilisé dans le profil d'équilibre de Dean
ArcGIS	Système d'information géographique
BP	Groupe d'entreprises BP
BW	Brise lame
C_{dis}	Coefficient 1 pour la dissipation de la formation de moutons
CE90	Intervalle de confiance de 90 % pour la précision de localisation
CMAP	Cartes numériques
D_{50}	Taille moyenne des grains
d_c	Hauteur du profil de la plage
DHI	DHI Water and Environment Institute
DSAS	Digital Shoreline Analysis System
DDV	Direction dominante des vagues
δ_{dis}	Coefficient 2 pour la dissipation de la formation de moutons
FEED	Ingénierie d'avant projet détaillé
FLNG	Gaz naturel liquéfié flottant
MF	Maillage flexible
FPSO	Plateforme flottante d'extraction, de stockage et de déchargement
h	Profondeur de l'eau provenant du niveau moyen à marée basse en eau vive
H_{m0}	Hauteur de vague au moment zéro (significative du point de vue du spectre)
H_{rms}	Moyenne quadratique de la hauteur de vague
KBR	Groupe d'entreprises KBR
Kn	Rugosité absolue
LITDRIFT	Dérive littorale
LITLINE	Évolution de la ligne côtière
GNL	Gaz Naturel Liquéfié
MIKE	Logiciel de l'entreprise DHI
MLWS	Niveau moyen à marée basse en eau vive
mpcs/j	Millions de pieds cubes standards par jour
NMM	Niveau moyen de la mer
MTPA	Millions de tonnes par an
DMV	Direction moyenne des vagues
N	Nord
NNO	Nord-nord-ouest
OWI	OceanWeather Inc.
DPV	Direction pic des vagues
Qs	Taux de transport des sédiments
S	Sud
S_g	Coefficient d'étalement pour la taille des sédiments
ANM	Augmentation du niveau de la mer
SW	Modèle spectral des vagues
SWAN	Modèle spectral des vagues conçu par la Delft University of Technology
T_p	Période du pic des vagues

Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

O	Ouest
x	Direction côtière
x_o	Distance offshore
y	Distance de la côte par rapport à la référence
z	Courbe isobathe
2D	À deux dimensions

Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Table des matières

Historique des révisions **2**

Mises en attente **2**

Réviseurs **2**

Documents de référence **2**

Table des matières **5**

1.0 SYNTHESE 7

2.0 INTRODUCTION 9

2.1 Contexte 9

2.2 Objectif 10

3.0 METHODOLOGIE ET DONNEES 11

3.1 Méthodologie 11

3.2 Données 14

3.2.1 Données bathymétriques 14

3.2.2 Vagues offshore 19

3.2.3 Données sur le vent 19

3.2.4 Propriétés des sédiments et transport des sédiments 19

3.2.5 Aménagement du brise lame 22

4.1 Logiciel de modélisation 23

4.2 Configuration du modèle 23

5.0 TRANSPORT LITTORAL DES SÉDIMENTS 32

5.1 Logiciel de modélisation 32

5.2 Configuration du modèle LITDRIFT 32

5.2.2 Entrée des vagues 32

5.2.3 Paramètres supplémentaires 32

5.3.1 Sensibilité aux données sur les vagues 33

5.3.2 Sensibilité à l'orientation de la ligne côtière 34

6.1 Logiciel de modélisation 37

6.2 Configuration du modèle LITLINE 37

6.2.2 Autres paramètres de configuration 39

6.3 Vérification du modèle 39

6.4.1 Analyse de sensibilité 45

7.0 CONCLUSIONS, LIMITES ET RECOMMANDATIONS 49

7.1 Résumé 49

7.2 Conclusions 49

7.3 Incertitudes et limitations 49

Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

TABLEAUX

Tableau 4.1 — Configuration et paramètres utilisés dans le modèle SW 27
Tableau 5.1 — Configuration et paramètres utilisés dans le modèle LITDRIFT 32
Tableau 5.2 – Résumé de l'impact des données des vagues utilisées sur la valeur Qs nette et brute 34
Tableau 5.3 – Sensibilité du modèle LITDRIFT au profil de la plage et aux propriétés des sédiments 36
Tableau 7.1 — Résumé des limitations et des incertitudes du modèle 50

FIGURES

Figure 2.1 — Carte de l'emplacement du champ gazier Tortue 9
Figure 3.1 – Emplacement des brises lames testés dans le modèle d'évolution de la ligne côtière de l'étude précédente de sélection du site 12
Figure 3.2 — Diagramme fonctionnel de la méthodologie utilisée dans l'étude, objet de ce rapport 13
Figure 3.3 – Profils de plage fournis dans Barusseau et al. (1998) 15
Figure 3.4 – Profils de plage examinés en juin 1989 comme indiqué dans Barusseau et al. (1998) 16
Figure 3.5 – Profil d'équilibre utilisé précédemment et profils de plage fournis par Barusseau et al. (1998) 17
Figure 3.6 – Profil par défaut utilisé dans l'étude, objet de ce rapport 18
Figure 3.7 – Propriétés des sédiments pour tous les résultats fournis par Barusseau et al. (1998) 20
Figure 3.8 – Propriétés des sédiments pour tous les résultats divisés conformément au profil fourni par Barusseau et al. (1998) 21
Figure 3.9 – Propriétés des sédiments fournies par Barusseau et al. (1998) 21
Figure 3.10 – Aménagement du brise lame de référence utilisé dans la présente étude 22
Figure 4.1 — Maillage flexible utilisé dans le modèle SW-2 25
Figure 4.2 – Maillage flexible aux alentours du brise lame 26
Figure 4.3 — Echantillon de résultat du modèle SW-2 28
Figure 4.4 – Variation des paramètres de vagues le long de la zone d'intérêt avec et sans brise lame (pendant une tempête avec : H_{m0} = 3 m, T_p = 17 s à la limite SW-2) 29
Figure 4.5 — Exemple de rose des vagues à un emplacement situé le long de l'isobathe de 10 m 30
Figure 4.6 – Rose des vagues provenant de l'étude précédente de sélection du site à l'emplacement Lit01 le long de l'isobathe de 10 m 31
Figure 5.1 — Relation Q-alpha 34
Figure 5.2 – Comparaison de la relation Q-alpha entre la présente étude et l'étude de sélection du site 35
Figure 6.1 — Configuration du modèle d'évolution de la ligne côtière 38
Figure 6.2 — Comparaison des taux de changements mesurés et des taux de changements modélisés de changements subis par la ligne côtière 40
Figure 6.3 – Ligne côtière sur 10 ans du modèle LITLINE le long de la zone d'étude avec et sans brise lame 42
Figure 6.4 – Qs net le long de la zone d'étude pour le cas avec et sans brise lame 43
Figure 6.5 – Changement sur 10 ans de la position de la ligne cotiere par rapport au cas sans brise lame 44
Figure 6.6 – Comparaison des taux de changement de la ligne côtière mesurés et modélisés avec variation de D_{50} le long de la ligne côtière (Cas 1) 46
Figure 6.7 – Comparaison des taux de changement de la ligne côtière mesurés et modélisés avec profil variable sur la ligne côtière (Cas 2) 47
Figure 6.8 – Sensibilité du changement dans la position du littoral pour le cas sans brise lame (simulation sur 10 ans) 48

Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

1.0 SYNTHESE

Le hub proposé pour le projet Tortue, situé à la frontière maritime entre la Mauritanie et le Sénégal, comprend un brise lame qui vise à protéger les opérations maritimes, y compris le traitement du gaz naturel liquéfié (GNL) et le chargement de ce GNL dans les navires. Le brise lame proposé se trouve dans une zone exposée à une importante érosion côtière naturelle.

Pendant les activités préalables aux travaux d'ingénierie d'avant projet détaillé (pré-FEED), une évaluation de l'impact sur la côte a été effectuée pour sélectionner un emplacement adéquat pour le brise lame proposé. L'étude pré-FEED (étude de sélection du site) a utilisé des paramètres de vagues transformées selon le climat de vagues annuel moyen offshore. Le climat général annuel moyen des vagues offshore a été transformé pour l'isobathe de 10 m à l'aide d'un modèle spectral des vagues conçu par DHI Water and Environment (MIKE 21 SW). Trois emplacements de brise lame différents ont été simulés à l'aide du modèle d'évolution de la ligne côtière (LITLINE). L'étude de sélection du site a conclu que l'emplacement D (à 33 m de profondeur) était un emplacement adéquat pour le brise lame proposé. Cet emplacement a été sélectionné comme le cas de référence.

La présente étude offre une modélisation supplémentaire de l'évolution de la ligne côtière pour l'emplacement sélectionné (cas de référence). Elle répond également à trois des incertitudes identifiées dans l'étude de sélection du site. La première incertitude abordée est associée à la transformation des paramètres des vagues, au lieu du spectre des vagues, entre l'eau profonde et la côte. Plusieurs modes de vagues ont pu être identifiés dans les données de vagues offshore. Par conséquent, la transformation des paramètres de vagues moyennes basés sur la direction dominante des vagues (DDV), tels qu'utilisés précédemment, ne permet pas de capturer le spectre multimodal des vagues. Dans cette étude, des spectres de vagues à deux dimensions (2D) sont imposés à la limite offshore du modèle de vagues côtières. Le modèle MIKE 21 SW est exécuté en mode entièrement spectral pour 10 ans, avec et sans brise lame.

La deuxième incertitude abordée est associée au manque de données sur le profil de plage (et l'utilisation du profil d'équilibre de plage empirique). Les données publiées sur les profils de plage sont utilisées dans cette étude.

La troisième incertitude abordée concerne les données sur les sédiments de plage. Dans cette étude, un ensemble de données supplémentaires (en plus des études utilisées dans l'étude de sélection du site) provenant d'une étude précédente sur le site du projet a été utilisé.

Le présent rapport fournit un résumé de la modélisation détaillée de l'évolution des lignes côtières effectuée pour prédire l'impact du brise lame proposé sur la ligne côtière dynamique.

Le modèle de dérive littorale (LITDRIFT) est configuré selon les données publiées et une analyse de la sensibilité aux différents paramètres du modèle et aux données d'entrée est effectuée pour quantifier certaines incertitudes.

Dix ans d'évolution de la ligne côtière sont simulés pour le cas avec et sans brise lame (cas où l'on ne fait rien) pour quantifier l'impact du brise lame sur les changements de la ligne côtière existante.

Le brise lame entraîne une diminution de la hauteur des vagues le long d'une partie de la zone d'étude et des changements de direction des vagues. Ces modifications entraînent une réduction des taux de transport des sédiments le long de la section protégée par le brise lame, ce qui produit des changements au niveau de la ligne côtière. L'utilisation de données plus précises sur les vagues par rapport à l'étude précédente de sélection du site a eu une influence

Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

modérée sur les résultats du modèle (une réduction d'environ 25 % des taux de transport des sédiments). L'impact du brise lame sur la ligne côtière prédit par le modèle, est légèrement réduit par rapport à l'étude précédente.

Les résultats du modèle ont montré que dans le cas de référence, les parties developpées de la ligne côtière vont s'accréter par rapport au cas sans brise lame. Cette accrétion aura un impact positif sur la zone résidentielle densément peuplée le long de la zone. Plus au sud, les résultats du modèle montrent que de l'érosion se produiraitpar rapport au cas sans brise lame. La valeur maximale calculée de cette érosion est inférieure aux taux d'érosion naturelle dans certaines parties de la zone d'étude et est située le long d'un segment moins densément peuplé sur la côte.

Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

2.0 INTRODUCTION

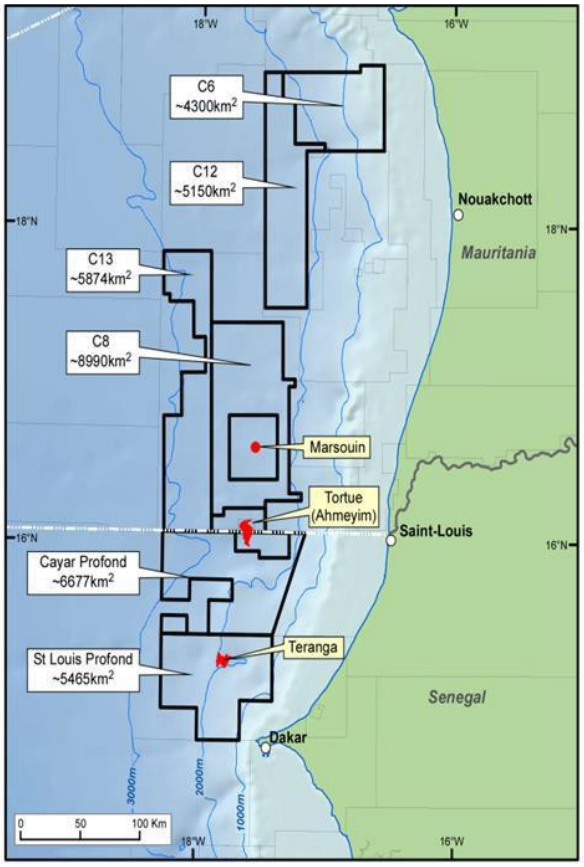
Le projet de développement Tortue de BP comprend un système de production sous-marin lié à une unité flottante de production, stockage et déchargement en mer (FPSO) où est effectué le prétraitement du GNL, cette unité transférant ensuite le gaz naturel liquéfié (GNL) à un hub près des côtes à des fins de production et d'exportation du GNL. Le projet devrait être développé sur plusieurs étapes.

2.1 Contexte

La phase 1A fournira une production de gaz destiné à la vente, produira un approvisionnement interne et génèrera environ 2,5 TMPA de GNL à la Mauritanie et au Sénégal.

Le FPSO de la phase 1A, qui se situe à une profondeur d'eau d'environ 100 à 130 m, traitera le gaz d'admission provenant des puits sous-marins situés sur un certain nombre de centres de forage en séparant les condensats du flux gazeux et en exportant le gaz ainsi conditionné vers un hub, où le traitement et l'exportation du GNL auront lieu. Situé en eau peu profonde à la frontière maritime de la Mauritanie et du Sénégal, le Hub comprend un brise lame pour protéger les opérations maritimes, notamment le traitement du GNL et le chargement du transporteur. Un seul navire flottant de GNL (NFGNL) conditionnera le gaz à des fins d'exportation sous forme de GNL. Une carte montrant l'emplacement du champ est disponible dans la Figure2.1.

Figure 2.1 — Carte de l'emplacement du champ gazier Tortue



Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

La partie centrale du projet Tortue conduira à l'ajout de puits et de centres de forages, qui seront reliés à un système de conduites d'écoulement distinct rattaché à une deuxième installation de traitement du gaz, qui devrait être adjacent au FPSO de la phase 1A. Le gaz exporté à partir des nouvelles installations sera dirigé vers la conduite d'écoulement qui relie le FPSO au hub. Les liquides provenant de la deuxième installation seront acheminés au FPSO à des fins de traitement supplémentaire. Une capacité supplémentaire de traitement du GNL sera fournie pour gérer la production de la partie centrale du projet Tortue.

2.2 Objectif

Le présent rapport fournit des détails sur la modélisation de l'évolution des lignes côtières effectuée pour prédire l'impact du brise lame proposé sur la ligne côtière dynamique.

Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

3.0 METHODOLOGIE ET DONNEES

3.1 Méthodologie

3.1.1 Étude précédente pour la sélection du site

Comme expliqué dans [Réf. 1], une évaluation de l'impact sur la ligne côtière a été effectuée pour sélectionner un emplacement adéquat pour le brise lame proposé. L'emplacement approprié du brise lame a été sélectionné selon l'impact modélisé sur la ligne côtière. Dans cette étude, trois modèles ont été utilisés :

- le modèle spectral des vagues MIKE 21 (SW) avec maillage flexible (MF) ; et
- le modèle de processus littoraux MIKE 21 MF :
  - Dérive littorale
  - Évolution de la ligne côtière

Le modèle MIKE 21 SW a été utilisé pour déterminer le climat des vagues (tableaux de fréquence mensuelle) à la limite offshore des profils de plage. Cette limite offshore a été définie à 10 m de profondeur avec le brise lame inclus dans le domaine du modèle SW. La limite offshore utilisée dans ce modèle MIKE 21 SW a été basée sur les tableaux de fréquence mensuelle obtenus a partir de 38 ans de des données de OceanWeather Inc. (OWI).

Le modèle LITDRIFT a été utilisé pour calculer le bilan sédimentaire. Les profils d'équilibre de plage ont été utilisés en raison de l'absence de données bathymétriques dans la zone du rivage jusqu'à 10 m de profondeur. Le modèle a été calibré en utilisant les taux nets de transport des sédiments dont font état des études antérieures et qui ont été estimés à partir des changements historiques subis par la ligne côtière.

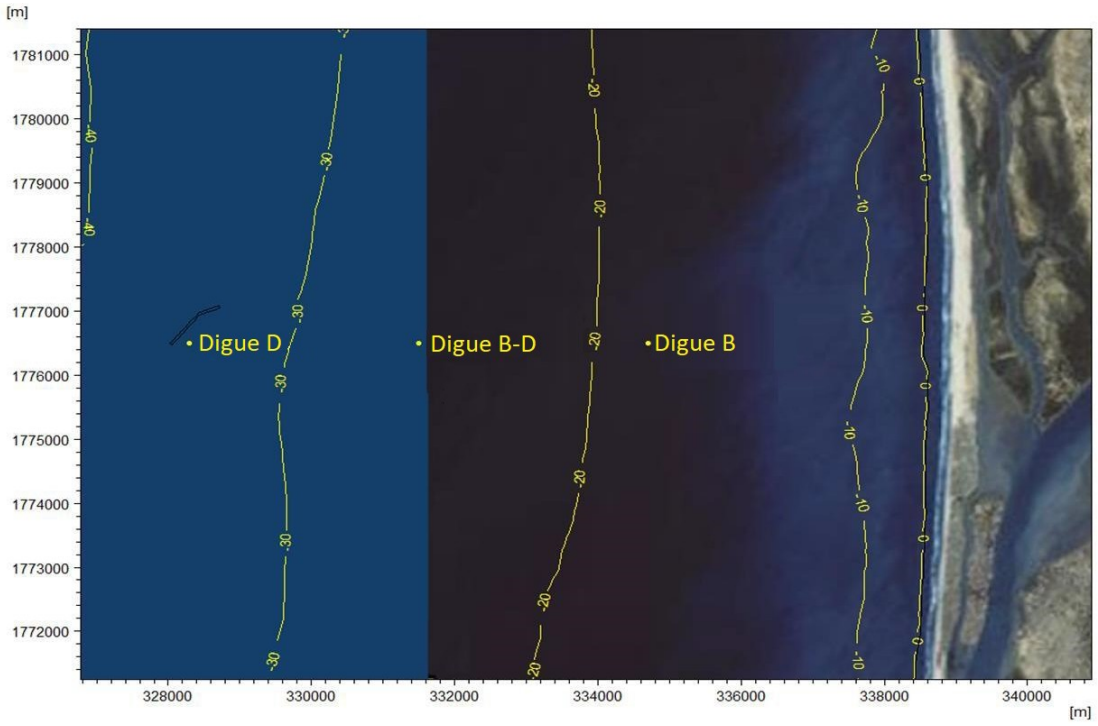
Enfin, le modèle LITLINE a été utilisé pour simuler les changements subis par la ligne côtière pendant une période de 10 ans sans le brise lame (situation actuelle) et pour les différentes options d'emplacements (voir Figure 3.1) et d'aménagements du brise lame. Les principales données d'entrée pour le modèle LITLINE ont été les caractéristiques actuelles de la ligne côtière, le climat des vagues et les tableaux de transport des sédiments. La ligne côtière initiale a été considérée comme le littoral prédit dans le modèle LITLINE après une période Cette simulationd'acclimatation a utilisé la ligne côtière de 2011 et appliqué six ans de climat de vagues pour le cas sans brise lame, ce qui a abouti à la ligne côtière initiale de 2017. Le modèle MIKE 21 SW a permis d'obtenir le climat des vagues le long de l'isobathe de 10 m avec un espacement de 30 m. Les tableaux de transport des sédiments ont été générés à l'aide des paramètres déterminés au moyen du modèle LITDRIFT calibré.

L'étude précédente de sélection du site indique que pour l'emplacement D (à une profondeur d'environ 33 m), une partie de la ligne côtière qui subit actuellement de l'érosion commencera à s'accréter. Cette accrétion aurait un impact positif sur la zone résidentielle densément peuplée le long de la zone. Plus au sud, le modèle prédit que de l'érosion risque de se produire par rapport au cas sans brise lame. Il a été estimé que la valeur maximale de cette érosion serait d'environ 15 m pour une période de 10 ans. Les prédictions montrent que cette augmentation de l'érosion côtière n'aura lieu qu'à proximité de l'extrémité de la langue de sable (c.-à-d. au sud de Saint-Louis). Plus le brise lame est rapproché des côtes, plus son impact augmente. L'érosion augmente également si la longueur du brise lame à l'emplacement B estaccrue.

Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

C'est l'emplacement D qui a été choisirdans l'étude de sélection du site. L'étude, objet de ce rapport, fourni des données de modélisation détaillées pour cet emplacement, y compris des données plus exactes permettant de répondre à certaines des incertitudes identifiées dans [Réf. 1].

Figure 3.1 – Emplacement des brises lames testés dans le modèle d'évolution de la ligne côtière de l'étude précédente de sélection du site



3.1.2 Étude actuelle du cas de référence

L'étude actuelle répond à trois des incertitudes identifiées dans l'étude de sélection du site susmentionnée. Les incertitudes suivantes de l'étude de sélection du site sont abordées :

1. l'incertitude associée à la transformation des paramètres des vagues, au lieu du spectre des vagues ;
2. l'incertitude liée à l'utilisation des profils de plage empiriques en raison du manque de données sur le profil de plage ;
3. l'incertitude due aux données limitées sur les caractéristiques des sédiments.

La première incertitude abordée a été la transformation des paramètres des vagues, au lieu du spectre des vagues, entre l'eau profonde et la côte. Comme démontré dans [Réf. 1 et 2], plusieurs modes de vagues ont pu être identifiés dans les données de vagues offshore. La transformation des paramètres de vagues moyennes basés sur la direction dominante des vagues (DDV), tels qu'utilisés précédemment, ne permet pas de capturer le spectre multimodal des vagues.

Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

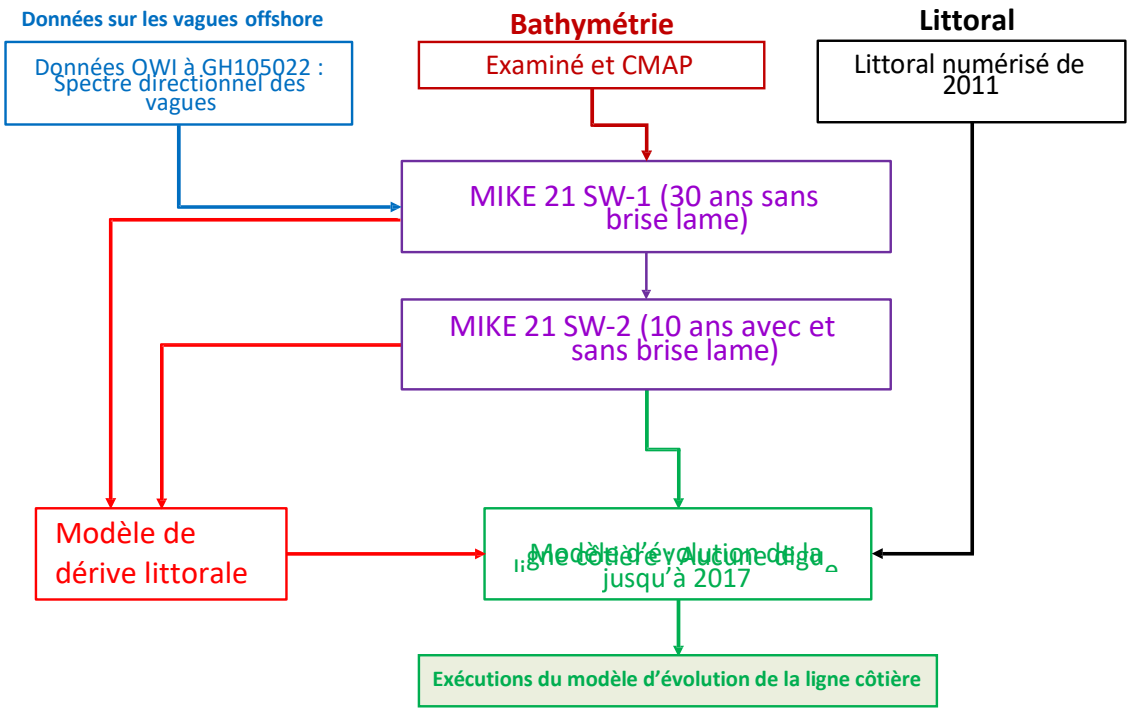
Un diagramme fonctionnel de la méthodologie utilisée dans cette étude est presenté en Figure 3.2. Les données des vagues à la limite offshore du modèle local SW (SW-2) utilisé dans cette étude (à une profondeur d'environ 40 m) proviennent du modèle spectral des vagues (SW) MIKE 21 (appelé SW-1) expliqué dans [Réf. 2]. Le modèle SW-1 a été exécuté pendant 30 ans afin de générer les données des vagues à long terme dans les conditions existantes (sans brise lame). La période de 30 ans a été fondée sur le spectre des vagues offshore provenant des données OWI offshore. Une période de dix ans de spectre de vagues offshore générée par le modèle SW-1 est utilisée comme limite offshore pour le modèle SW-2 pour simuler les vagues le long de la ligne côtière pour le cas avec et sans brise lame proposé. Les détails du domaine pour le modèle local SW-2 sont fournis plus bas dans la Section 4.2.

En outre, le modèle MIKE 21 SW utilisé dans cette étude a été calibré comme expliqué dans [Réf. 2].

Les autres incertitudes abordées dans cette étude sont l'absence de relevés de profils de plage et d'échantillons de sédiments couvrant la zone sédimentaire active. Bien qu'aucun relevé récent ne soit disponible, certaines données supplémentaires provenant d'études précédentes sont utilisées comme expliqué ci-dessous.

Les données des vagues à l'emplacement sélectionné le long de la côte ont été utilisées comme entrée dans le modèle LITDRIFT pour tester la sensibilité du modèle aux différents paramètres et données d'entrée. La sensibilité des résultats du modèle LITDRIFT à la période de 10 ans sélectionnée est étudiée à l'aide des données provenant du modèle SW-1. Selon cette analyse, certaines données et certains paramètres ont été sélectionnés pour être utilisés dans le modèle LITLINE.

Figure 3.2 — Diagramme fonctionnel de la méthodologie utilisée dans l'étude, objet de ce rapport



Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

3.2 Données

Les principales données requises pour le modèle SW sont la bathymétrie et les conditions de vague offshore. Le profil de plage, la ligne côtière et les propriétés des sédiments sont aussi des données requises pour l'application des modèles littoraux.

3.2.1 Données bathymétriques

Les données bathymétriques utilisées dans le modèle MIKE 21 SW sont identiques à celles utilisées dans l'étude précédente de sélection du site [Réf. 1]. Pour les modèles LITDRIFT et LITLINE, l'étude de sélection du site a utilisé un profil d'équilibre de la plage sur la zone de déferlement (de la côte jusqu'à des profondeurs de 5 m). Ce profil d'équilibre a été fondé sur le profil de Dean (Dean, 1977), et s'exprime comme suit :

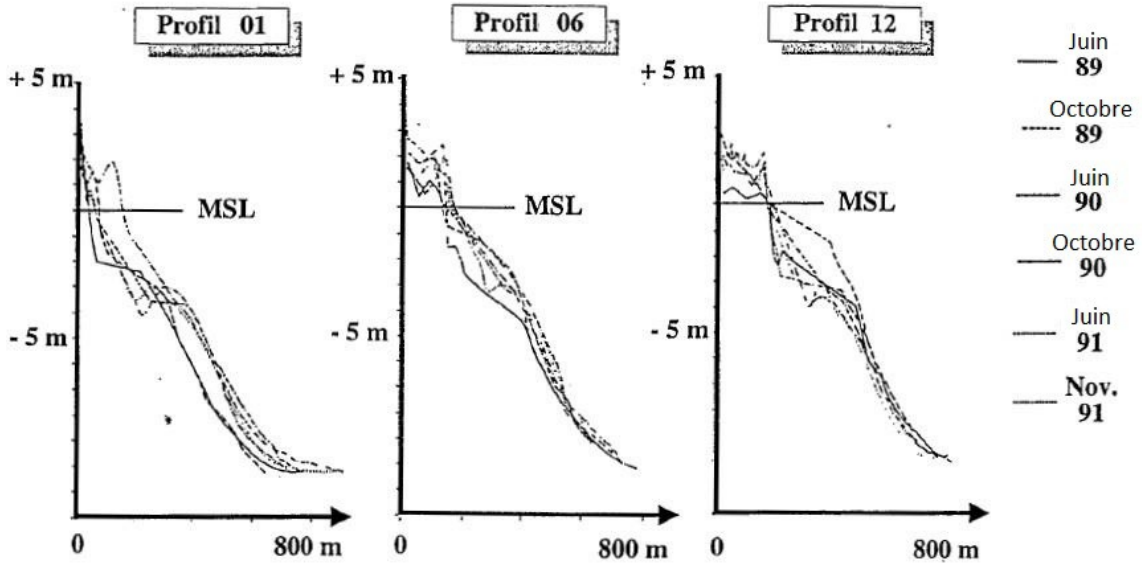
$$h = Ax_o^{2/3} \qquad 3\text{-}1$$

où h est la profondeur de l'eau provenant du niveau moyen à marée basse en eau vive, x_o est la distance offshore par rapport à la ligne côtière du MLWS et A est un paramètre de profil d'équilibre déterminé à partir de la vitesse de chute selon Dean (2002).

Barusseau et al. (1998) ont fourni des diagrammes pour plusieurs profils de plage relevés tous les 6 mois entre juin 1989 et novembre 1991 (comme indiqué dans la Figure 3.3). Les profils s'étendaient sur un segment d'environ 6,5 km au niveau du profil le plus au sud à environ 2,5 km au nord de l'emplacement de la langue de sable en 1986. Bien que les profils relevés soient actuellement situés dans la zone de la brèche, les données peuvent fournir un guide sur le profil de plage attendu pour la zone de l'étude.

Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

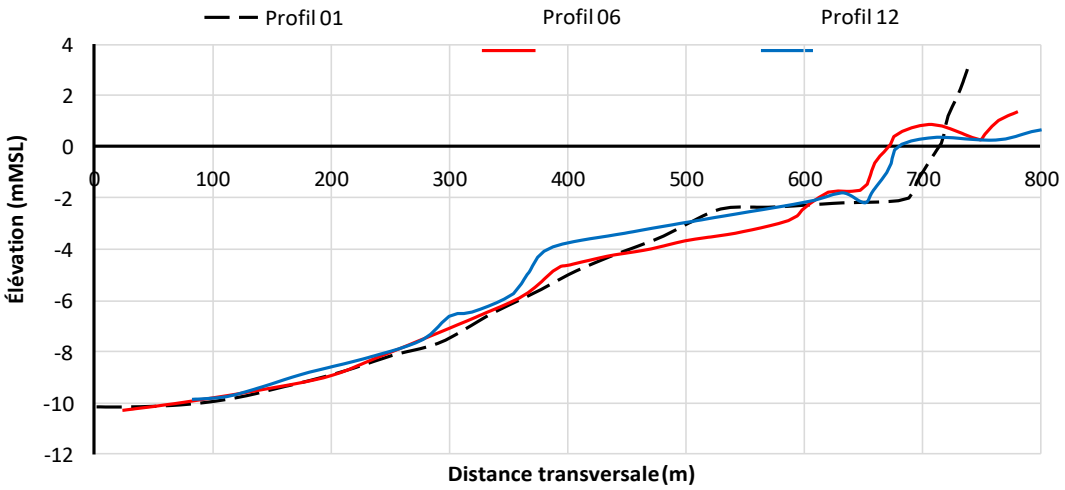
Figure 3.3 – Profils de plage fournis dans Barusseau et al.(1998)



La Figure 3.4 offre une comparaison des profils de plage pris en juin 1989 dans trois emplacements où la distance transversale a été ajustée pour avoir des profils en chevauchement dans la partie plus profonde des profils. On peut voir que les profils de plage sont en général composés de trois sections principales. La première section est l'estran qui est assez pentu et la deuxième section s'étend d'une profondeur d'environ 1 m à une profondeur d'environ 5 m. La dernière section est comprise entre 5 m et 10 m de profondeur, avec une pente plus inclinée que la section médiane. Une barre littorale a été observée dans certains cas, comme le montre la Figure 3.3.

Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Figure 3.4 – Profils de plage examinés en juin 1989 comme indiqué dans Barusseau etal. (1998)



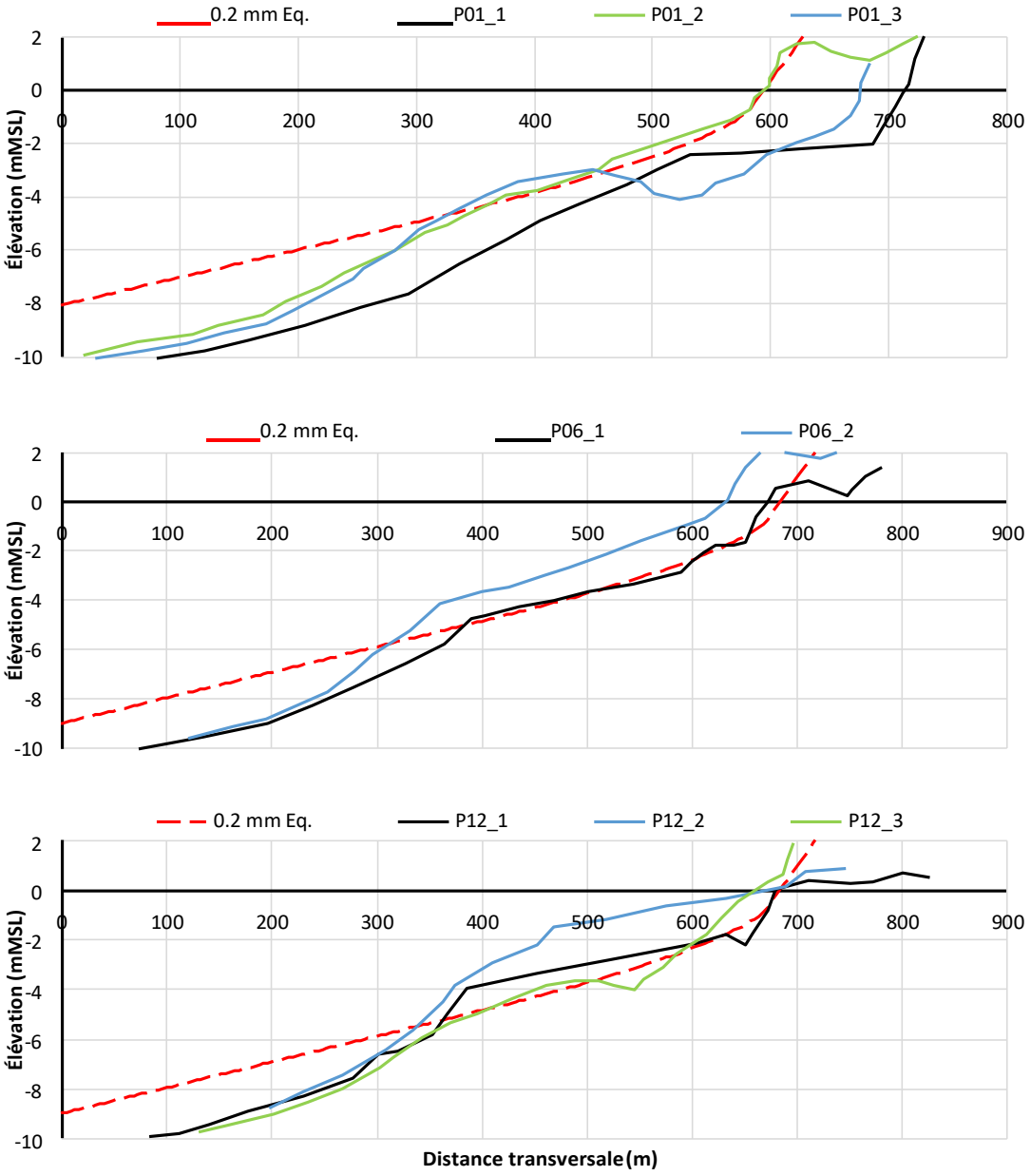
La Figure 3.5 présente le graphique de plusieurs profils montrés dans la Figure 3.3 ainsi que le profil d'équilibre de plage utilisé dans l'étude précédente de sélection du site (selon une taille moyenne des grains de D_{50} = 0,2 mm). Le profil d'équilibre suit certains profils mesurés pour la zone centrale (à une profondeur de 1 à 5 m).

Selon l'analyse des profils de plage, un profil de plage par défaut a été créé à l'aide du profil d'équilibre de plage jusqu'à une profondeur de 5 m et un profil de plage mesuré jusqu'à une profondeur de 10 m. Ce profil est representé dans la Figure 3.6 avec un profil de plage mesuré.

Le profil de plage avec barre littorale P01_3 presenté en Figure 3.5 est également testé dans cette étude.

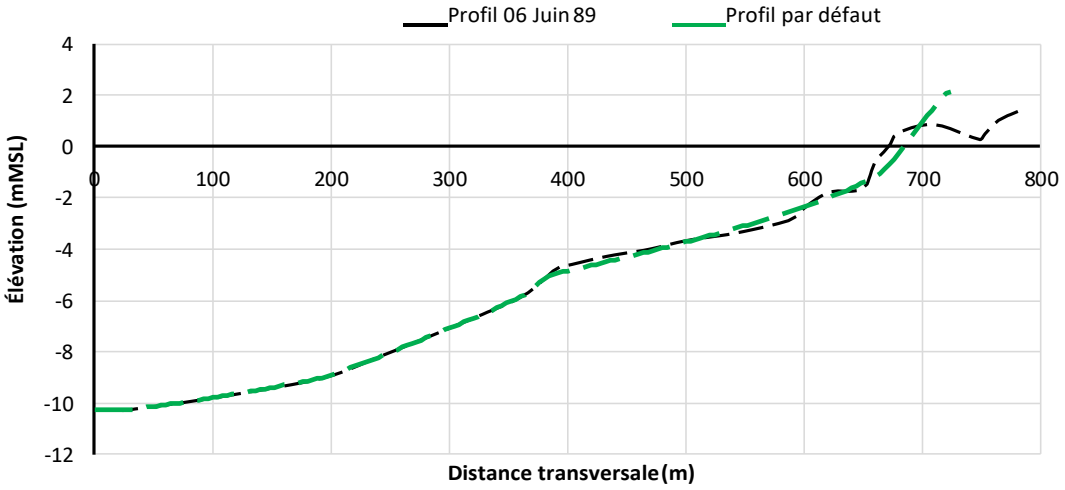
Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Figure 3.5 – Profil d'équilibre utilisé précédemment et profils de plage fournispar Barusseau et al. (1998)



Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Figure 3.6 – Profil par défaut utilisé dans l'étude, objet de ce rapport



Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

3.2.2 Vagues offshore

Comme mentionné ci-dessus, les données des vagues spectrales offshore à GH105022 proviennent de l'OWI. Ces données portent sur une période de 38 ans qui a commencé en janvier 1979. Trente ans de ces données (de 1987 à 2016) ont été transformées en données relatives au littoral à l'aide du modèle de vagues spectrales (SW-1). Les 10 dernières années du spectre des vagues ont été extraites à la limite du modèle SW-2. Le modèle SW-2 a ensuite été utilisé pour déterminer les conditions de vagues le long e l'isobathe de 10 m de profondeur pour les cas avec et sans brise lame à l'emplacement D (33 m de profondeur). Les détails relatifs aux données des vagues offshore et au modèle de vagues spectrales SW-1 utilisé sont disponibles dans [Réf. 2].

3.2.3 Données sur le vent

Les données sur le vent utilisées sont extraites de la CFSR (Climate Forecast System Reanalysis) par le NCEP (Nationa Centres for Environmental Prediction). Il s'agit des données horaires 2D sur la vitesse du vent (composants dans les directions E et N) à 10 m au- dessus de la surface de la mer, disponibles depuis 1979.

3.2.4 Propriétés des sédiments et transport des sédiments

Les valeurs provenant d'études précédentes sont utilisées pour la taille des sédiments le long de la ligne côtière et à différentes profondeurs le long un profil de plage. L'étude réalisée par ARCADIS (2011) a utilisé une taille médiane de grain de sédiments (D50) de 0,2 mm pour calculer les taux approximatifs de transport des sédiments à l'emplacement de la brèche de 2003. Les auteurs ont mentionné que cette valeur était fondée sur leurs travaux de terrain. Ils ont calculé que les taux approximatifs nets de transport des sédiments étaient de 175 000 m3 par année vers le sud. Cependant, cette valeur a été basée sur des calculs qui ont négligé les vagues dans la direction -15 ˚N à +15 ˚N. Des tests de sensibilité ont également été effectués en utilisant une valeur D50 de 0,3 mm.

Dans une autre étude [AlDioma et al. 2013], les données présentées indiquaient une valeur,

D50, comprise entre 0,2 mm et 0,33 mm. L'étalement ($Sg = \sqrt{D84/D16}$) allait d'environ 1,2 à 1,6.

Par conséquent, pour l'étude de sélection du site, une valeur conservatrice de 0,2 mm pour D50

a été utilisée avec un étalement correspondant de 1,2. Une analyse de la sensibilité a été effectuée avec D_{50} = 0,3 mm et S_g = 1,6. AlDioma et al. (2013) ont aussi conclu que les taux de transport des sédiments (y compris le transport éolien), selon des études antérieures, variaient entre 365 000 m^3/année et 1 500 000 m^3/année.

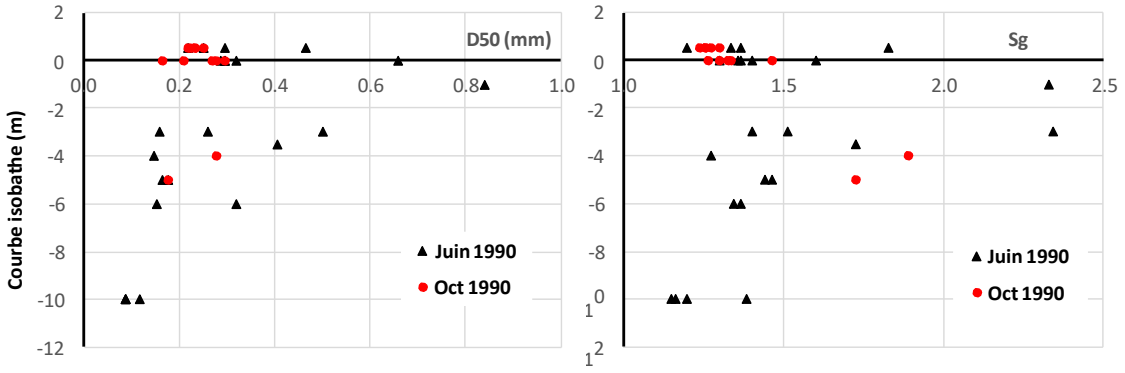
Dans une étude récente (Sadio et al. 2017), le taux de transport littoral des sédiments produit par la houle a été estimé à 669 000 m^3/année (du nord au sud). Les auteurs y ont indiqué que la contribution de la houle au taux total de transport littoral des sédiments était d'environ 89 %.

Dans l'étude précédente de la sélection du site [Réf. 2] basées sur images satellites, il a été déterminé que le taux de transport net estimé était compris entre 626 000 et 828 000 m^3/an (vers le sud).

Barusseau et al. (1998) ont fourni des données sur les propriétés des sédiments qui portaient sur plusieurs des profils de plage décrits ci-dessus dans la Section 3.2.1. Les valeurs D_{50} et S_g des données fournies dans cet article sont schématisées dans la Figure 3.7 et la Figure 3.8. Les données du mois de juin 1990 montrent que, de façon générale, plus la valeur D_{50} diminue, plus la courbe isobathe diminue. Une tendance similaire pour S_g peut être observée, mais avec davantage de dispersion dans les données. Les valeurs D_{50} au niveau de la côte sont principalement comprise entre 0,2 et 0,3 mm, comme dans les autres études.

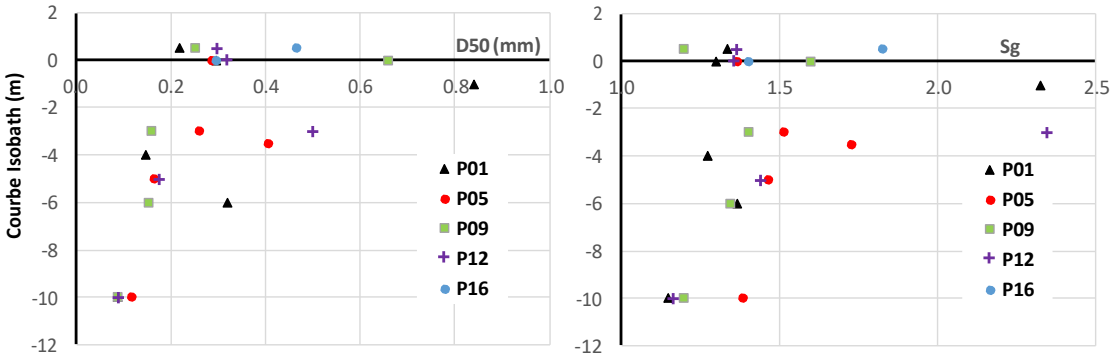
Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Figure 3.7 – Propriétés des sédiments pour tous les résultats fournis par Barusseau et al. (1998)



Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Figure 3.8 – Propriétés des sédiments pour tous les résultats divisés conformément au profil fourni par Barusseau et al. (1998)

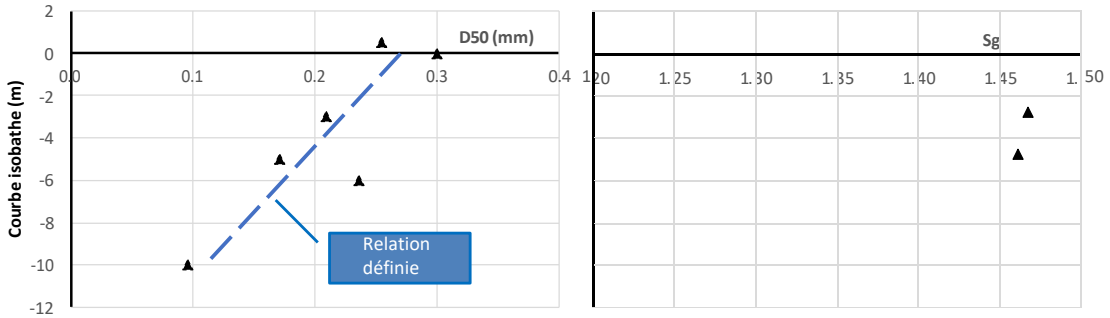


Les données de juin 1990 présentées en Figure 3.7 ont été analysées en commençant par exclure les courbes isobathes pour lesquelles un seul échantillon était disponible et en écartant les échantillons extrêmes (avec une valeur D_{50} > 0,45 mm). Ensuite, les valeurs moyennes D_{50} et S_g ont été calculées et les résultats sont présentés dans la Figure 3.9. On peut voir que plus la valeur D_{50} diminue, plus la courbe isobathe diminue. Une relation linéaire a été définie, ce qui a donné le résultat suivant :

D_{50}(mm) = 0,016 z + 0,27, où z représente la courbe isobathe en m.

Pour S_g, une valeur moyenne d'environ 1,4 peut être utilisée à cause de la grande dispersion dans les données.

Figure 3.9 – Propriétés des sédiments fournies par Barusseau et al. (1998)

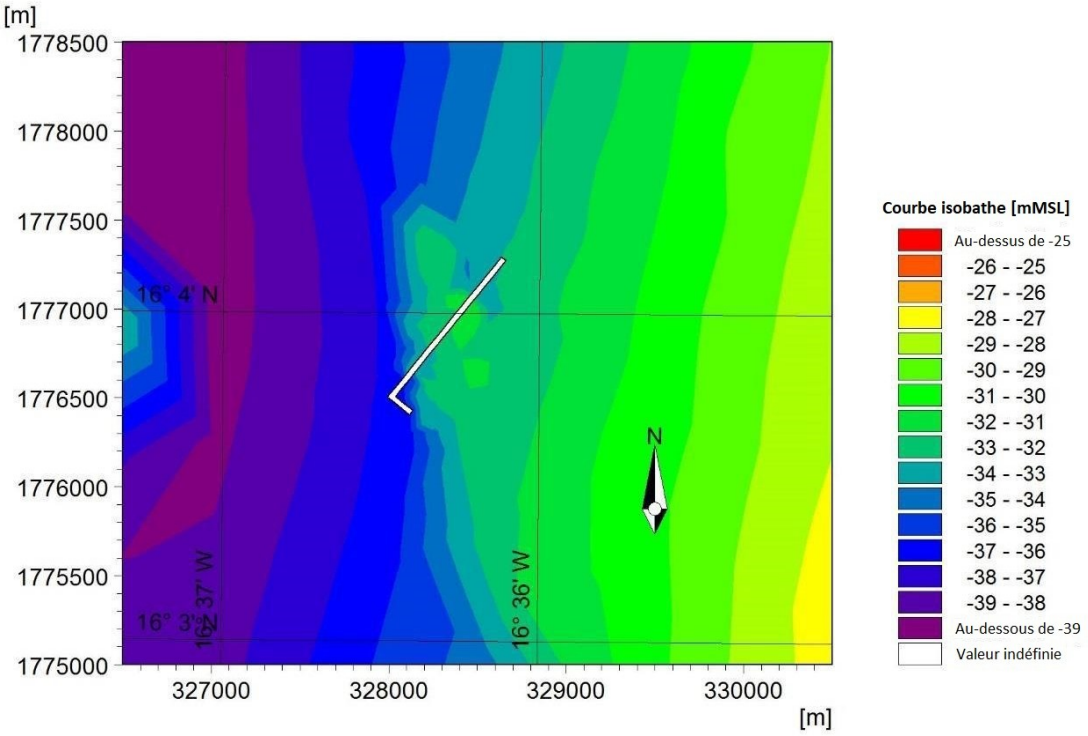


Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

3.2.5 Aménagement du brise lame

Dans cette étude, l'aménagement du brise lame de référence présenté dans la Figure 3.10 est utilisé. Ce brise lame se trouve à l'emplacement D indiqué dans la Figure3.1.

Figure 3.10 – Aménagement du brise lame de référence utilisé dans la présenteétude



Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

4.0 MODELE RELATIF AUX VAGUES LITTORALES

Les données propres aux vagues au pied du profil de plage doivent être utilisées comme valeurs d'entrée pour les calculs du transport des sédiments. Par conséquent, un modèle relatif aux vagues littorales capable de transformer le climat de vagues offshore en climat de vagues au pied du profil de plage doit être utilisé.

4.1 Logiciel de modélisation

La modélisation permettant de transformer le climat des vagues est réalisée à l'aide du module MIKE 21 SW MF du logiciel DHI, un module à la pointe de la technologie. MIKE 21 SW MF est un module spectral vent-vague de troisième génération qui fait appel à des mailles non structurées. Le modèle SW simule l'amplification, l'amortissement et la transformation des vagues et de la houle produites par le vent dans les régions offshore et côtières. Le modèle tient compte des phénomènes physiques suivants :

- l'amplification des vagues découlant de l'action des vents ;
- l'interaction vague-vague non linéaire ;
- l'amortissement des vagues causées par la formation de moutons, la friction de fond et le déferlement des vagues provoqué par la profondeur de l'eau ;
- la réfraction et le déprofondissement des vagues causés par des variations de profondeur ;
- la diffraction des vagues ;
- l'interaction vagues-courant ; et
- l'effet des profondeurs variables dans le temps, y compris l'inondation et l'assèchement des surfaces émergées basses.

La formule de spectre complet dans MIKE 21 SW est utilisée dans cette étude dans laquelle le spectre de fréquence directionnelle de l'action des vagues est la variable dépendante. Cette formule est fondée sur l'équation de conservation de l'action des vagues, comme décrit dans Komen et al., 1994 et dans Young, 1999.

La diffraction est incluse dans la formule à l'aide de l'approximation de réfraction-diffraction de phases dissociées proposée par Holthuijsen et al. (2003). Cette approximation est fondée sur l'équation de pente douce pour la réfraction et la diffraction, en excluant les données propres à la phase.

Dans une étude d'Enet et al. (2006), les chercheurs ont réalisé des essais pour un brise lame semi- infinie à l'aide du modèle spectral des vagues conçu par la Delft University of Technology (SWAN), qui met en application la même méthode pour le calcul de la diffraction. Ces tests ont révélé que l'approximation de la diffraction est adéquate pour ce type d'étude.

4.2 Configuration du modèle

Comme mentionné dans la Section 3.1.2, le modèle SW-1 a été utilisé pour générer 30 ans de données de vagues spectrales à la limite du modèle SW-2. Les données spectrales 'une station le long de la limite ouest du brise lame (E = 325 380 m et N = 1 776 800 m) ont été appliquées le long des limites ouvertes.

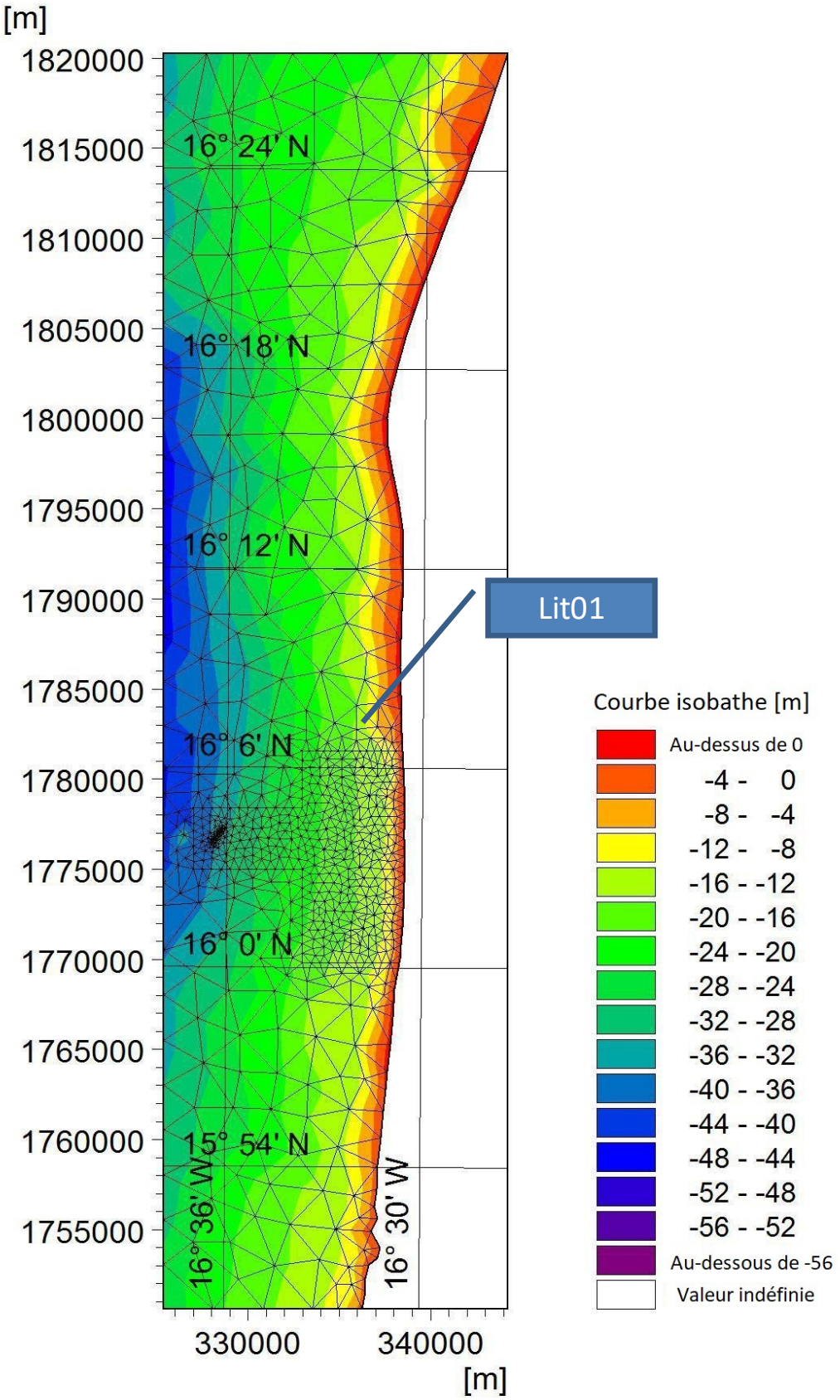
Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Le maillage du modèle SW-2 est illustré à la Figure 4.1 et à la Figure 4.2. La taille du maillage variait d'environ 1,2 km en zone offshore à 30 m autour du brise lame. Les données bathymétriques décrites précédemment ont été utilisées pour interpoler les courbes isobathes aux nœuds du maillage (Figure 4.2).

Le modèle SW a été configuré avec les paramètres et les options présentés dans le Tableau 4.1. Ces paramètres sont basés sur le calibrage du modèle, comme expliqué dans [Réf. 2].

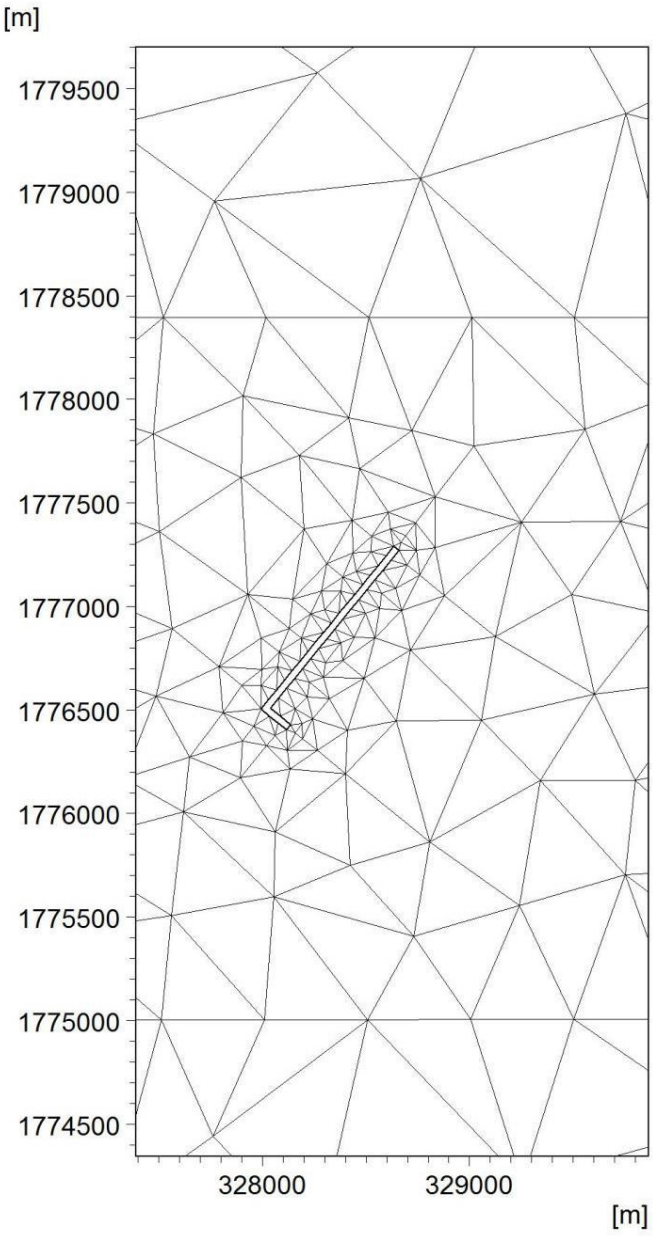
Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Figure 4.1 — Maillage flexible utilisé dans le modèle SW-2



Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Figure 4.2 – Maillage flexible aux alentours du brise lame



Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Tableau 4.1 — Configuration et paramètres utilisés dans le modèleSW

Paramètre	Contexte
Équations de base	Spectrale : Spectre complet Temps : fixe
Discrétisation spectrale	Nombre de fréquences : 28 Fréquence minimale : 0,028 Hz Facteur de fréquence : 1,1 Nombre de directions : 24
Technique de résolution	De droite, algorithme rapide
Condition relative au niveau de l'eau	NMM
Conditions relatives au courant	Aucun courant
Forçage du vent	Vent 2D CFSR
Diffraction	Incluse
Transfert d'énergie	Interaction quadruples vagues incluse
Déferlement des vagues	Gamma (constante) : 0.8 Alpha : 1
Friction de fond	Rugosité équivalente de Nikuradse (constante), kn : 0,001 m
Formation de moutons	Coefficient d'amortissement 1, C_{dis} (constante) : 4.5 Coefficient d'amortissement 2, δ_{dis} (constante) : 0.5
Conditions relatives aux limites	Spectre des vagues 2D spécifié le long de toutes les limites

4.3 Résultats du modèle

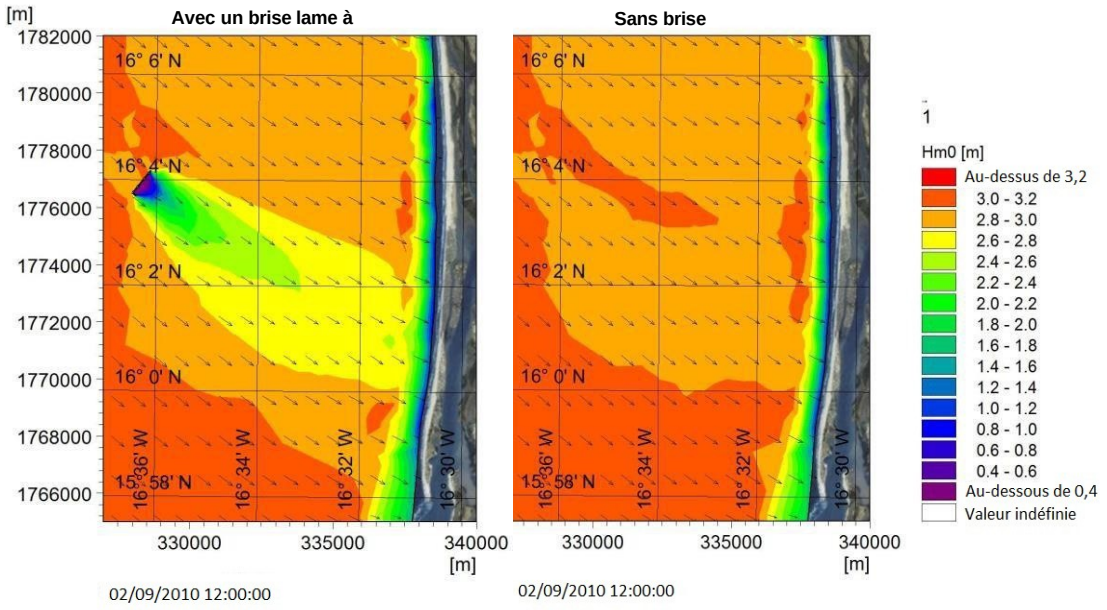
La Figure 4.3 présente un echantillon des résultats du modèle pendant une tempête où la protection qu'apporte le brise lame est claire. Cette protection est davantage élaborée en schématisant les différents paramètres des vagues le long de l'isobathe de 10 m, comme indiqué dans la Figure 4.4.

Une rose des vagues pour une station (Lit01 présenté dans la Figure 4.1) située le long de l'isobathe de 10 m (E = 336 790 m et N = 1 775 700 m) est présentée à la Figure 4.5 (cas sans brise lame). On peut voir que la rose des vagues est similaire lorsque la direction pic des vagues (DPV) ou la direction moyenne des vagues (DMV) est utilisée à cet emplacement. La Figure 4.5 montre clairement que les vagues prédominantes transporteront les sédiments du nord vers le sud. La rose des vagues au niveau de Lit01 de l'étude précédente de sélection du site (selon la transformation des paramètres des vagues) est présentée en Figure 4.6. On peut voir que la rose des vagues basée sur la transformation des paramètres des vagues utilisant la DPV a donné des résultats proches de ceux du modèle entièrement spectral avec le spectre des vagues 2D imposé sur la limite offshore. Les différences suivantes peuvent être observées :

- Le pourcentage des vagues à 315˚ N est inférieur dans la présente étude que dans l'étude de sélection du site. Il est probable que cela entraîne une réduction des taux du transport littoral des sédiments dans la présente étude, et
- Le pourcentage des vagues du quadrant sud-ouest est inférieur pour la présente étude.

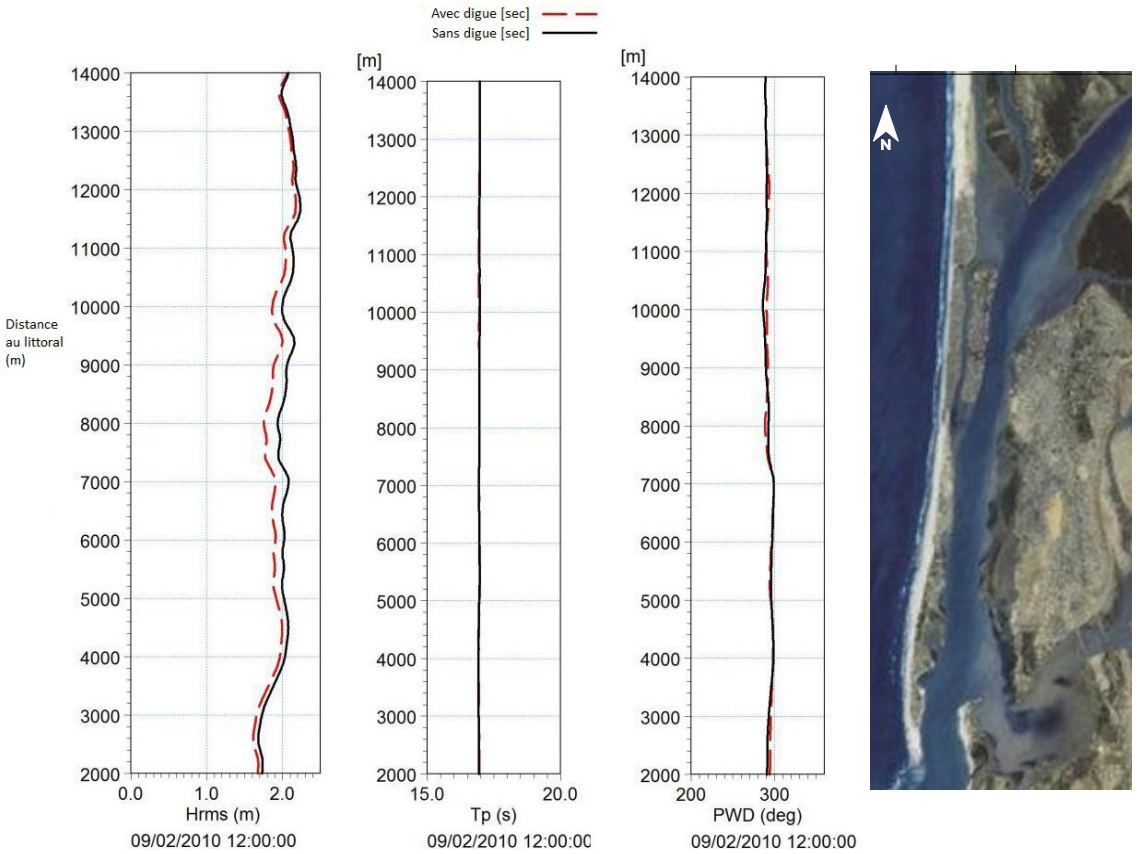
Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Figure 4.3 — Echantillon de résultat du modèle SW-2



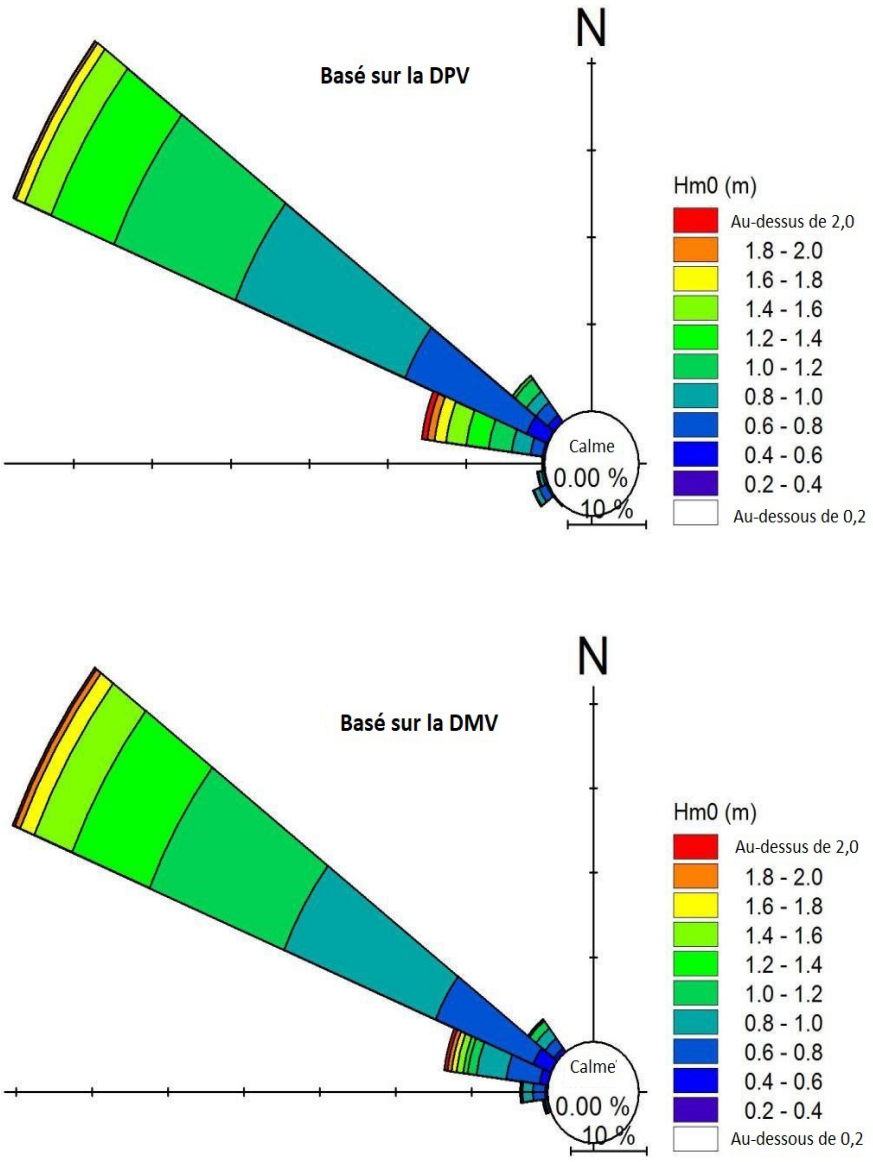
Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Figure 4.4 – Variation des paramètres de vagues le long de la zone d'intérêt avec et sans brise lame (pendant une tempête avec : H_{m0} = 3 m, T_p = 17 s à la limite SW-2)



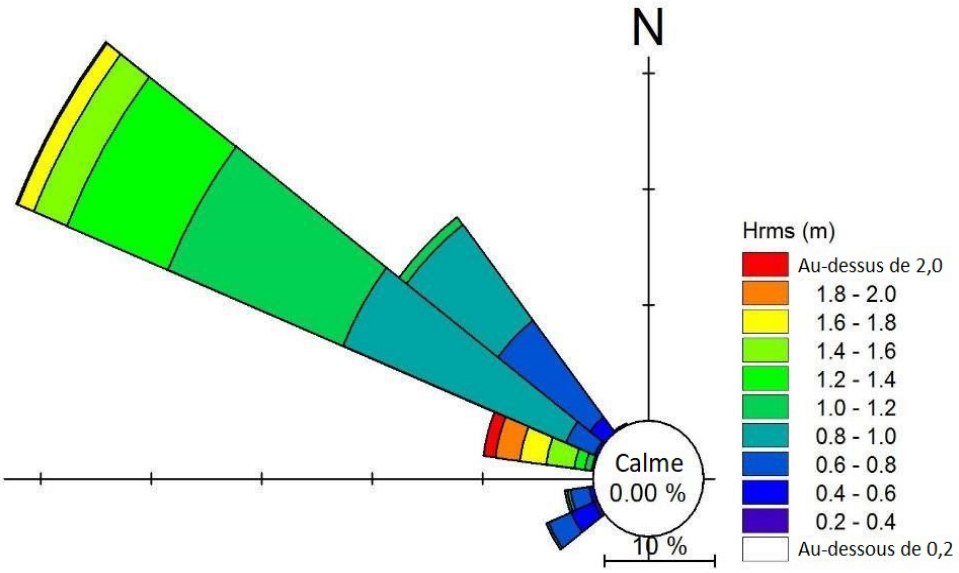
Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Figure 4.5 — Exemple de rose des vagues à un emplacement situé le long del'isobathe de 10 m



Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Figure 4.6 – Rose des vagues provenant de l'étude précédente de sélection du site à l'emplacement Lit01 le long de l'isobathe de 10 m



Remarques :

1. Basé sur la DPV

Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

5.0 TRANSPORT LITTORAL DES SÉDIMENTS

Les taux de transport littoral des sédiments donnent un aperçu de la dynamique de la zone côtière relativement au mouvement des sédiments.

5.1 Logiciel de modélisation

Le modèle de processus littoraux MF conçu par DHI Water and Environment a été utilisé. Le modèle de processus littoraux est un système de modélisation intégré qui simule le transport de sédiments non cohésifs et l'évolution de la ligne côtière. Le module LITDRIFT calcule la distribution de la hauteur et de la direction des vagues transversales par rapport au littoral, les courants correspondants générés par les vagues et la dérive littorale pour un ou plusieurs profils transversaux du littoral en fonction des conditions de vague au pied du profil. Le module LITDRIFT est utilisé pour déterminer les taux de transport annuels nets et bruts de sédiments le long des côtes du projet.

5.2 Configuration du modèle LITDRIFT

5.2.1 Profil de plage

Le profil de plage par défaut utilisé dans cette étude est celui présenté en Figure 3.6. Il est supposé que le profil de plage présente un angle de 270 degrés par rapport au nord (angle de la normale par rapport à la côte, avec le nord en sens horaire). Dans certaines des exécutions du modèle LITDRIFT, le profil d'équilibre de plage utilisé dans l'étude précédente de sélection du site et présenté en Figure 3.5 a été utilisé (pour comparer les valeurs avec l'étude précédente). D'autres profils de plage, tels que le profil avec barre littorale P01_3 présenté dans la Figure 3.5, ont également été utilisés pour les tests de sensibilité.

5.2.2 Entrée des vagues

Les valeurs de H_{m0} ont été converties en hauteurs de vague H_{rms} en supposant une distribution de Rayleigh pour les vagues (H_{rms} utilisé avec le modèle de déferlement de vagues de Battjes et Jansenl dans LITDRIFT).

5.2.3 Paramètres supplémentaires

La rugosité absolue du fond peut être utilisée comme facteur de calibration si des mesures exactes du bilan sédimentaire sont disponibles. Dans l'étude précédente de la sélection du site [Réf. 1], il a été déterminé qu'une valeur de 0,01 m pour Kn produisait un taux net de transport des sédiments (Qs) semblable à l'estimation fondée sur les changements historiques subis par la ligne côtière et aux données publiées à ce sujet. Cette valeur et les autres options précédemment utilisées sont maintenues dans cette étude, comme indiqué dans le Tableau 5.1.

Tableau 5.1 — Configuration et paramètres utilisés dans le modèle LITDRIFT

Paramètre	Contexte
Niveau d'eau	NMM
Courant	Aucun courant
Résistance du fond	Rugosité absolue Kn = 0,01 m
Modèle de vague utilisé	Battjes et Jansen (gamma = 0,8)
Forçage du vent	Aucun vent
Propriétés des sédiments	Sable nivelé

Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Paramètre	Contexte
Paramètres du fond	Rides de plage incluses
Théorie relative aux vagues	Vagues linéaires
Méthode de concentration du fond	Déterministe

5.3 Résultats du modèle LITDRIFT

La sensibilité des taux de transport des sédiments aux différents paramètres est étudiée pour quantifier l'impact de l'utilisation de données plus exactes sur les vagues et identifier l'entrée la plus adéquate à utiliser dans le modèle LITLINE. Les paramètres suivants sont testés :

- la sensibilité aux données des vagues oùdifférentes périodes de 10 ans sont testées et une comparaison avec l'étude précédente de sélection du site,
- la sensibilité à l'orientation de la côte, et
- la sensibilité au profil de plage et à la taille des grains.

5.3.1 Sensibilité aux données sur les vagues

L'effet des données des vagues sur les taux de transport des sédiments (Qs) est testé en utilisant les données des vagues à une isobathe de 10 m pour un emplacement où l'orientation de la ligne côtière était de 270 deg. (à l'emplacement Lit01). Les paramètres des sédiments du fond sont spécifiés comme D_{50} = 0,2 mm et S_g = 1,2 dans ces simulations pour être cohérents avec l'étude de sélection du site. De même, le profil d'équilibre de 0,2 mm (Figure 3.5) est utilisé, comme dans l'étude de sélection du site. Les résultats du transport des sédiments sont résumés dans le Tableau 5.2.

Pour étudier la variabilité des taux de transport des sédiments à des intervalles de 10 ans differents, les données du modèle SW-1 sont utilisées (le modèle SW-2 couvre une période de 10 ans seulement). Le choix de la période de 10 ans (dans la période de simulation de 30 ans) change seulement les résultats par une différence maximale de 6 % par rapport aux résultats obtenus en utilisant la période entière de 30 ans (voir Tableau 5.2). La dernière période de 10 ans donne des résultats Qs proches de ceux prédits pour toute la période de 30 ans (à 3 % près). Cette période de 10 ans est utilisée dans le modèle LITLINE. Il convient de noter que les résultats provenant du modèle SW-1 et du modèle SW-2 ont produit des résultats proches à l'emplacement Lit01 (différence de 10 % dans la valeur Qs nette).

Les résultats présentés dans le Tableau 5.2 montrent que l'utilisation de données plus exactes sur les vagues (par rapport à celles utilisées dans l'étude de sélection du site) a produit des valeurs Qs inférieures. Par conséquent, il est attendu que les résultats de l'étude de sélection du site soient légèrement plus conservateurs.

Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Tableau 5.2 – Résumé de l'impact des données des vagues utilisées sur la valeurQs nette et brute

Données sur les vagues	Qs net (m^3/année)	Qs brut (m^3/année)
Les données sur les vagues provenant de l'étude précédente de sélection du site	-570,700	587,700
Modèle SW-1 : de 1987 à 1996	-452,100	466,700
Modèle SW-1 : de 1997 à 2006	-415,100	424,000
Modèle SW-1 : de 2007 à 2016	-418,100	427,400
Modèle SW-1 : de 1987 à 2016	-428,400	439,400

Remarques :-ve valeur pour le Qs net du nord au sud

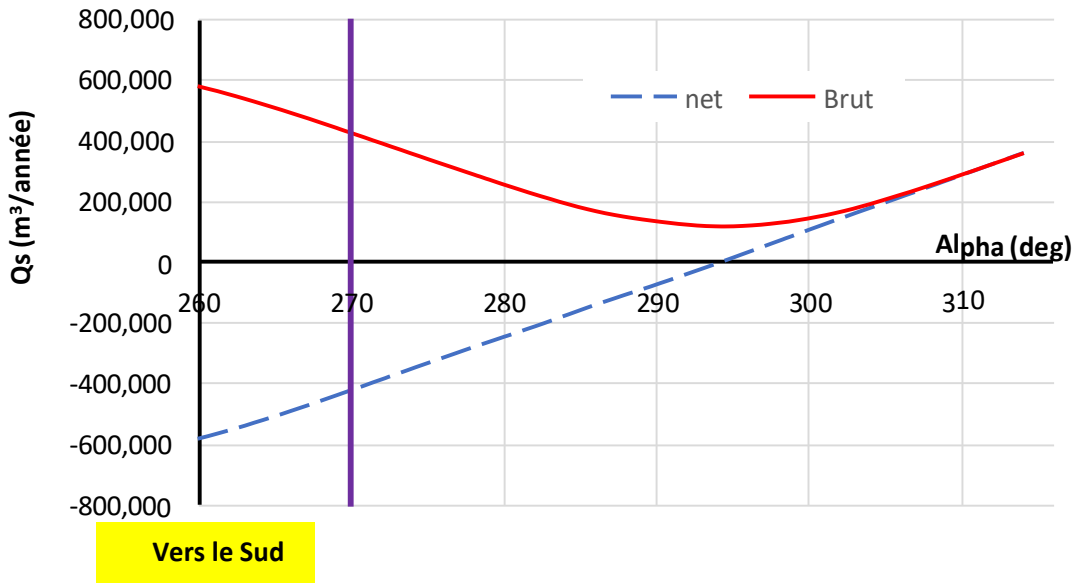
5.3.2 Sensibilité à l'orientation de la ligne côtière

Les calculs ci-dessus ont été effectués à l'aide d'une orientation de la ligne côtière (alpha) de 270 degrés. La ligne côtière proprement dite change d'orientation le long de la zone d'étude, et cette orientation variera aussi avec le temps si la ligne côtière subit des changements. Il est donc utile d'étudier la variation de la valeur Qs pour les différentes valeurs alpha (relation Q-alpha).

Dans la Figure 5.1, qui illustre la relation Q-alpha, il peut être observé que la valeur de Qs varie considérablement lorsque l'orientation de la ligne côtière subit un changement de 10 degrés. La Figure 5.1 montre également que l'orientation d'équilibre de la ligne côtière (orientation de la côte pour une valeur nette de Qs = 0,0) est d'environ 294 degrés. L'orientation d'équilibre de la ligne côtière correspond à l'orientation qu'atteindra la côte immédiatement en amont d'un long épi (où aucune dérivation de sable n'a lieu).

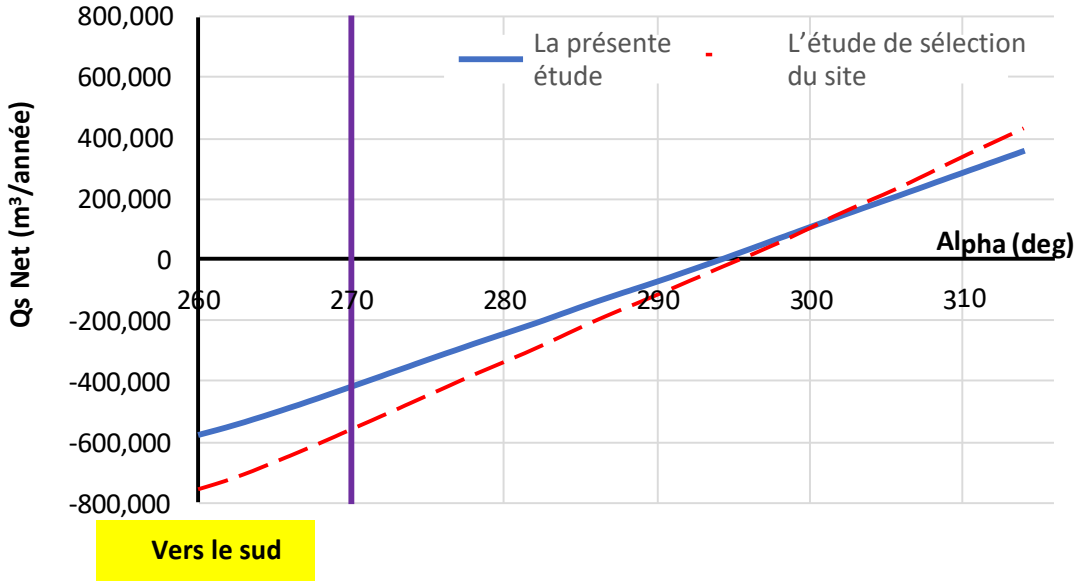
Les taux de transport des sédiments sont inférieurs à ceux estimés dans l'étude de sélection du site, comme le montre la Figure 5.2. Cependant, l'orientation d'équilibre de la ligne côtière est presque la même (294 degrés, au lieu de 295 degrés), comme le montre la Figure 5.2.

Figure 5.1 — Relation Q-alpha



Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Figure 5.2 – Comparaison de la relation Q-alpha entre la présente étude et l'étudede sélection du site



5.3.3 Sensibilité au profil de la plage et aux propriétés des sédiments

La sensibilité du modèle LITDRIFT au profil de la plage et aux propriétés des sédiments a été testée. Les données sur les vagues à l'emplacement Lit01 pour les années comprises entre 2007 et 2016 sont utilisées. Les paramètres suivants du profil de la plage et des propriétés des sédiments ont été testés :

- Profil de plage par défaut (Figure 3.6) avec D_{50} = 0,2 mm et S_g=1,4
- Profil de plage avec barre littorale avec D_{50} = 0,2 mm et S_g=1,4
- Profil par défaut avec D_{50} variable et S_g = 1,4
- Profil de plage avec barre littorale avec D_{50} variable et S_g=1,4

Les résultats du transport des sédiments sont présentés dans le Tableau 5.3. Le profil de plage avec barre littorale (P01_3 présenté dans la Figure 3.5) entraîne une réduction importante de la valeur Qs. Un tel profil de plage avec barre littorale se développerait dans des conditions de tempête et réduirait la dérive littorale dans ces conditions. Une variation du profil de plage le long de la zone d'étude entraînera des changements de la valeur Qs, ce qui peut affecter les changements de littoral. La conclusion souligne l'importance d'une surveillance à long terme des profils de plage le long de la zone d'étude.

L'introduction d'une variation des valeurs D_{50} sur le profil de plage, comme expliqué dans la Section 3.2.4 (en utilisant une valeur S_g = 1,4), entraîne une réduction supplémentaire de la valeur Qs.

Pour le modèle LITLINE, une valeur D_{50} constante de 0,2 mm est utilisée, avec une valeur S_g=1,4. Le profil de plage par défaut présenté dans la Figure 3.6 est également utilisé.

Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Tableau 5.3 – Sensibilité du modèle LITDRIFT au profil de la plage et aux propriétés des sédiments

Cas	Qs net (m^3/année)	Qs brut (m^3/année)
Par défaut	-416,000	425,200
Profil de plage avec cordon littoral	-241,200	246,300
Profil par défaut avec D_{50} variable et S_g = 1,4	-336,000	345,500
Profil de plage avec cordon littoral avec D_{50} variable et S_g=1,4	-207,700	213,000

Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

6.0 MODÈLE D'ÉVOLUTION DE LA LIGNE CÔTIÈRE

Un modèle d'évolution de la ligne côtière basé sur le concept oneline (une seule ligne) a été utilisé dans l'étude de sélection du site. L'emplacement D du brise lame a été sélectionné selon l'impact prédit sur la ligne côtière. Ce modèle est utilisé pour étudier l'impact potentiel du brise lame sur l'emplacement D en utilisant des données plus précises sur les vagues, comme décrit ci- dessus.

6.1 Logiciel de modélisation

Le module d'évolution de la ligne côtière du modèle de processus littoraux MF conçu par DHI Water and Environment a été utilisé. Le module LITLINE calcule l'évolution de la ligne côtière lorsque cette ligne présente un ou plusieurs profils transversaux représentatifs. Le modèle LITLINE s'appuie sur l'approximation oneline, qui suppose que le profil de plage ne change pas pendant la période de simulation. Par conséquent, tout gradient dans le taux de transport littoral des sédiments le long de la ligne côtière entraînera des changements de la ligne côtière. La hauteur du profil de plage, d_c, correspond à la somme de la profondeur de fermeture et de la hauteur de la berme. Les résultats du modèle ne comprendront aucun changement du littoral qui serait dû au transport transveral des sédiments. Compte tenu du fait que tout brise lame proposé diminuerait les conditions de vagues incidentes dans l'ombre du brise lame, il n'est pas prévu que le brise lame aura un impact défavorable sur l'érosion causée par les processus transversaux par rapport aux côtes.

L'impact de l'augmentation du niveau de la mer (SLR) sur l'érosion côtière n'est pas inclus, puisque l'impact dubrise lame proposée par rapport à l'option de ne rien faire est étudié. L'augmentation du niveau de la mer augmenterait l'érosion pour le cas avec et sans brise lame.

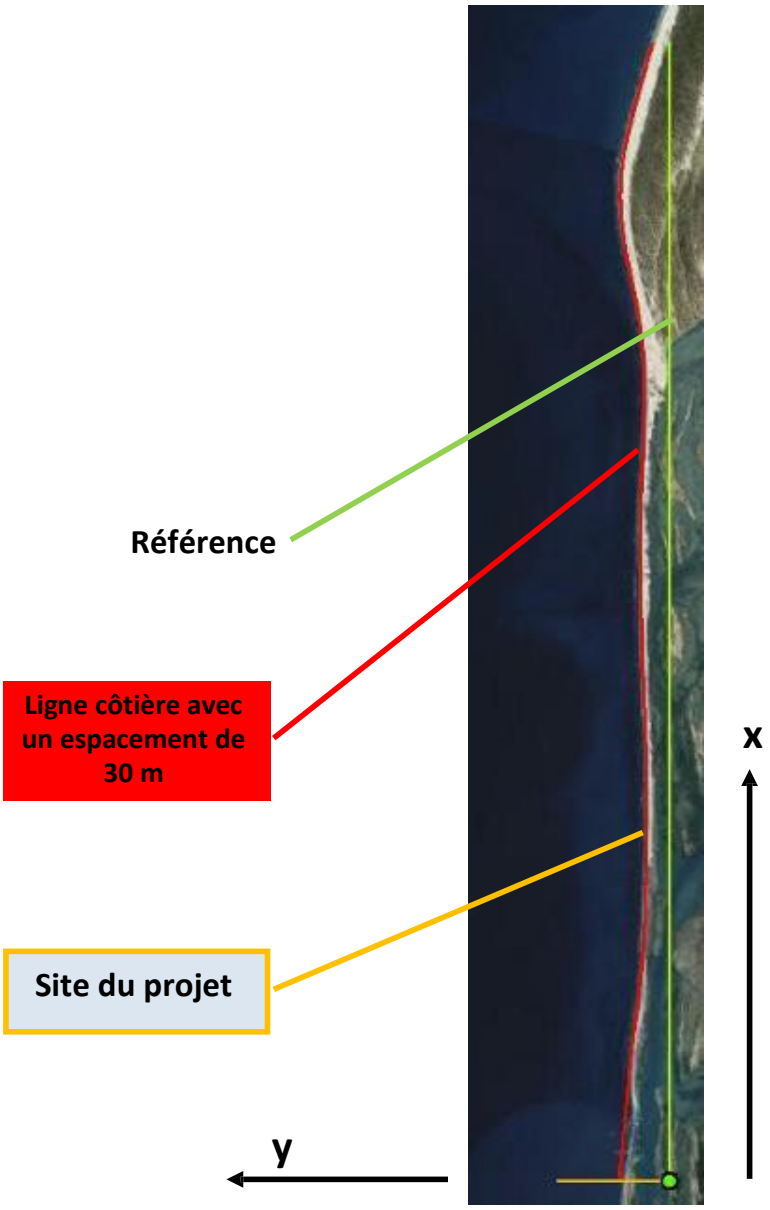
6.2 Configuration du modèle LITLINE

La présente étude utilise le même segment de ligne côtière de 40 km utilisé dans l'étude de sélection du site. Selon les données de référence pour le modèle, la ligne côtière était alignée avec l'orientation sud-nord. L'emplacement de la ligne côtière est mesuré en fonction de la ligne côtière de référence (y) avec un espacement de 30 m le long de l'orientation parallèle à la côte (x). Les profils de page utilisés dans les calculs du modèle LITDRIFT ont également été utilisés dans ce modèle. La configuration par défaut utilise le même profil de plage et les mêmes propriétés des sédiments sur les 40 km simulés (du fait de l'absence de données).

Avant d'effectuer la simulation de la ligne côtière, nous avons créé des tableaux de transport à utiliser dans les calculs de transport des sédiments. Ces tableaux ont été générés à l'aide des mêmes paramètres utilisés dans le modèle LITDRIFT.

Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Figure 6.1 — Configuration du modèle d'évolution de la ligne côtière



Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

6.2.1 Limites du modèle

La limite sud du modèle se trouve à un endroit très complexe, où la langue de sable se déplace vers le sud. Il est supposé que cette limite est ouverte, étant donné que la majeure partie du transport de sédiments se fait du nord au sud et que le sable qui quitte cet endroit se dépose au sud de la limite (c'est-à-dire à l'embouchure du fleuve). Les mécanismes touchant les environs de l'embouchure du fleuve sont très complexes, et ils dépendent de l'interaction entre le débit de marée, le courant fluvial et les vagues déferlantes, qui entraînent tous le transport littoral de sédiments. Cependant, le modèle ne peut pas prédire les changements que subira la ligne côtière à cet endroit complexe. Un modèle 2D serait nécessaire pour simuler la dynamique d'une langue de sable aussi complexe. Quelques tests de la sensibilité des différentes limites de la dérive ont été effectués dans l'étude de sélection du site [Réf. 1]. Ces tests ont montré que la limite de la dérive utilisée n'a qu'un impact mineur sur les résultats du modèle dans la zone d'étude.

Aucun apport sédimentaire n'est supposé à l'embouchure du fleuve, car il est attendu que la plus grande partie des sédiments déchargés à l'embouchure du fleuve va se déplacer vers le sud. En outre, tout apport sédimentaire réduirait l'érosion possible de la ligne côtière des plages, ce qui fait que la présente configuration serait plus conservatrice.

Il a également été supposé que la limite nord était ouverte, et cette limite a été définie au niveau d'une section où la ligne côtière était relativement droite et éloignée de la zone d'intérêt. Par conséquent, il est attendu que cette limite n'aura aucun impact sur les résultats du modèle dans la zone d'étude.

6.2.2 Autres paramètres de configuration

Le modèle LITLINE a été exécuté pour une période de 6 ans en utilisant la ligne côtière de 2011 comme ligne côtière initiale. La ligne côtière résultante a ensuite été utilisée comme ligne côtière initiale de 2017 pour tous les cas étudiés. Cette modélisation préliminaire était nécessaire pour retirer toutes les fluctuations de la ligne côtière plutôt que de lisser la ligne côtière initiale.

Les conditions de vague (H_{rms}, T_p, DDV) ont été fournies le long de l'isobathe de 10 m de profondeur, avec un espacement de 30 m.

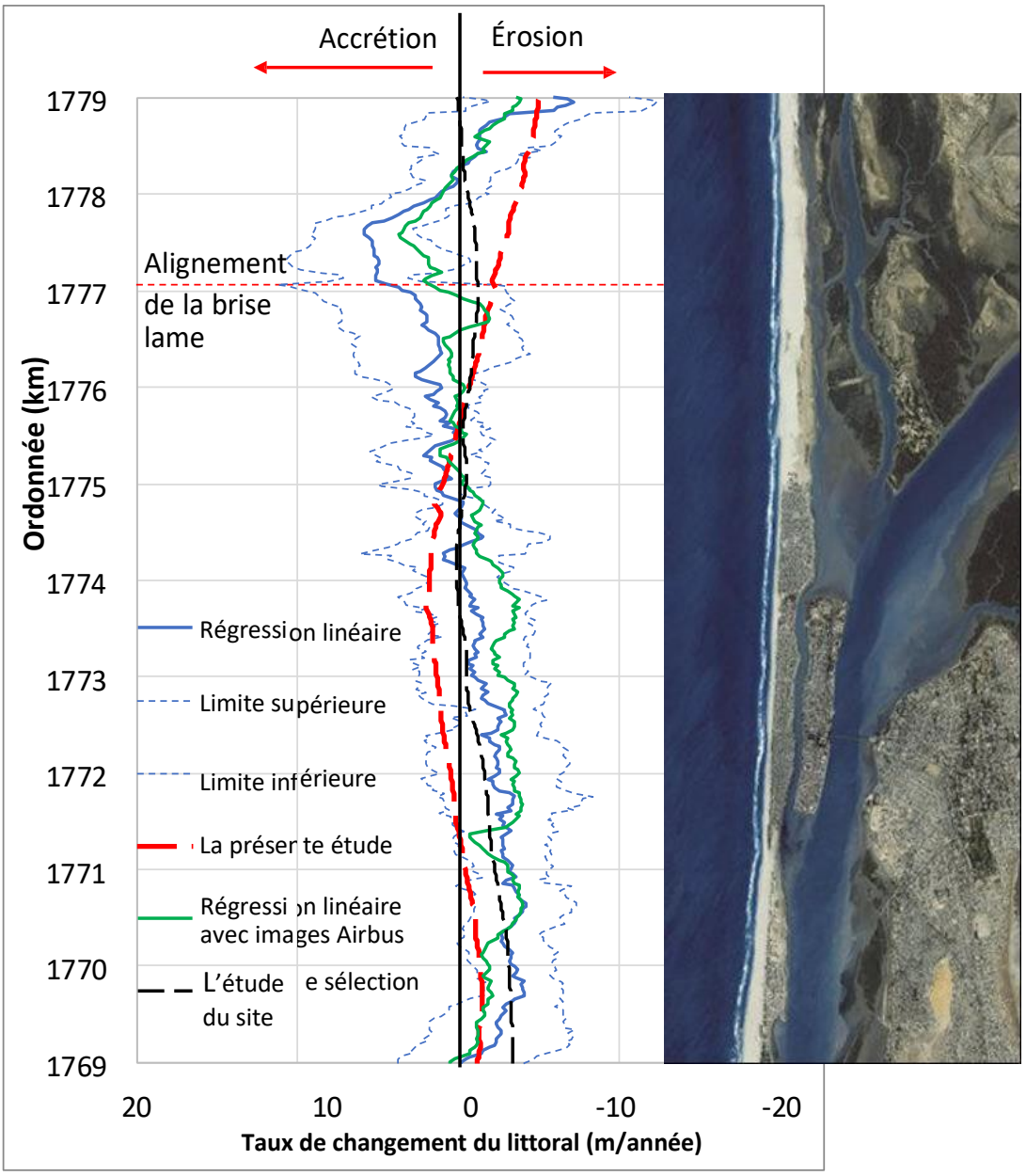
6.3 Vérification du modèle

Les résultats du modèle LITLINE ont été utilisés pour vérifier les tendances prédites par le modèle. Ce modèle a été exécuté pour une période de 10 ans, et les taux annuels de changements subis par la ligne côtière ont été évalués de manière estimative. Figure 6.2 montre que dans la zone d'étude, le modèle prédit relativement bien les tendances observées relativement à la ligne côtière (selon l'analyse des changements subis par la ligne côtière) sur certaines portions. Compte tenu des données disponibles sur la zone d'étude, ces résultats sont satisfaisants. L'utilisation de données plus précises n'a donné aucune amélioration par rapport à l'étude de sélection du site (également présentée en Figure 6.2). Par conséquent, le modèle des vagues plus simple utilisé dans l'étude de sélection du site était raisonnable.

Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Les écarts entre le présent modèle et les tendances observées sur la ligne côtière pourraient être dus à la variation spatiale du profil de plage et des propriétés des sédiments le long de la zone modélisée, mais aucune donnée n'est disponible pour évaluer cette variation. Il a déjà été déterminé que les taux de transport des sédiments étaient sensibles au profil de plage. L'analyse de la sensibilité concernant l'effet du profil de plage ou des propriétés des sédiments variables le long du segment modélisé est présentée dans la Section 6.4.1.

Figure 6.2 — Comparaison des taux de changements mesurés et des taux de changements modélisés de changements subis par la ligne côtière



Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

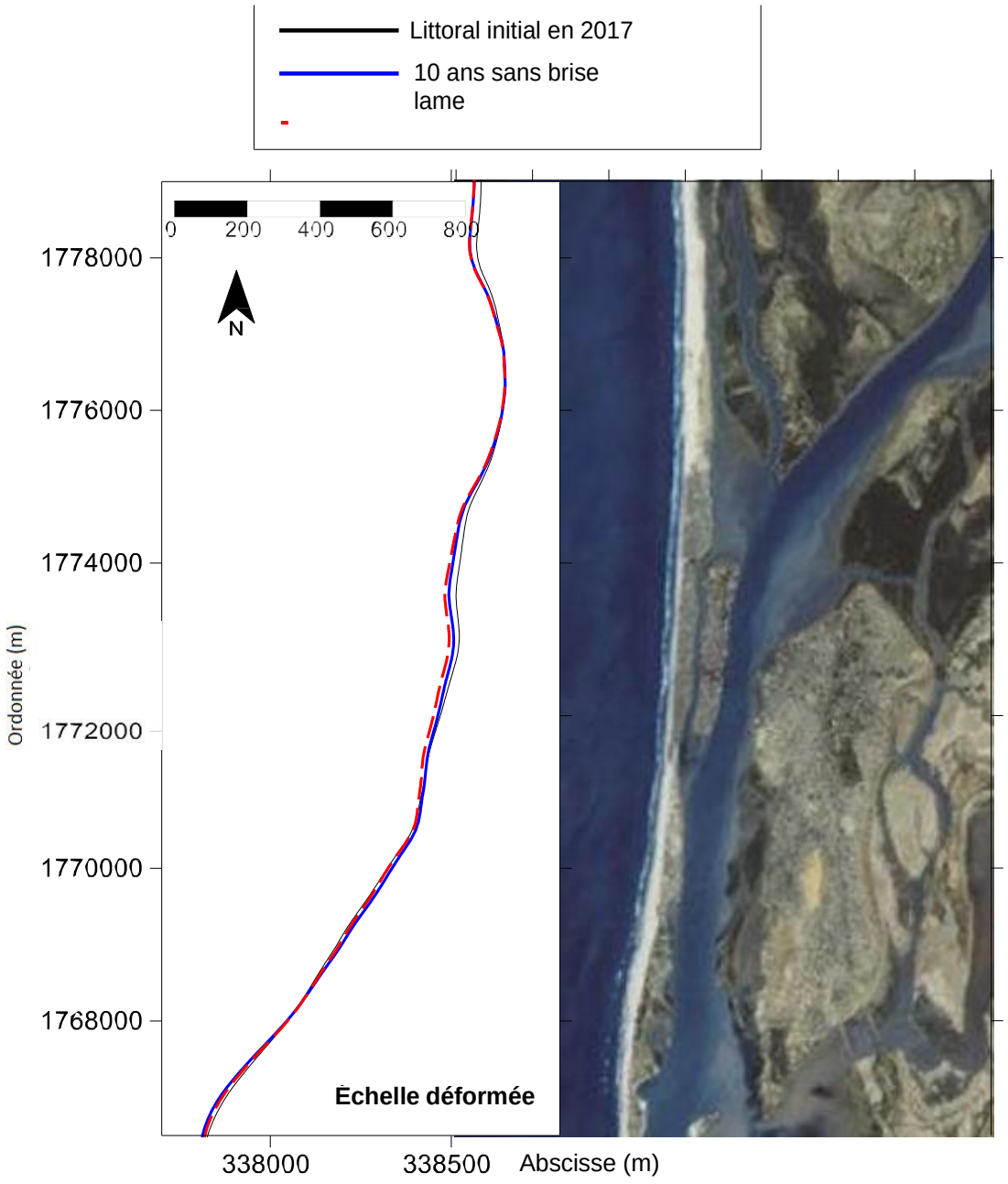
6.4 Résultats du modèle

La Figure 6.3 présente les changements du littoral prédits sur 10 ans pour le cas avec et sans brise lame de référence. On peut voir que l'impact potentiel du brise lame, par comparaison au cas sans brise lame, est limité (< 1 m/année). Un impact positif (accrétion) est prédit le long de la plus grande partie de la ligne côtière développée. L'impact du brise lame est dû à la réduction des taux de transport des sédiments provoquée par le brise lame, comme le montre la Figure 6.4.

Le changement maximal sur la ligne côtière en 10 ans, par rapport au cas sans brise lame, est présenté dans la Figure 6.5. Les résultats du modèle montrent que la plus grande partie de la zone concernée enregistrera une accrétion et que les changements sont moins importants que ceux prédits dans l'étude de sélection du site.

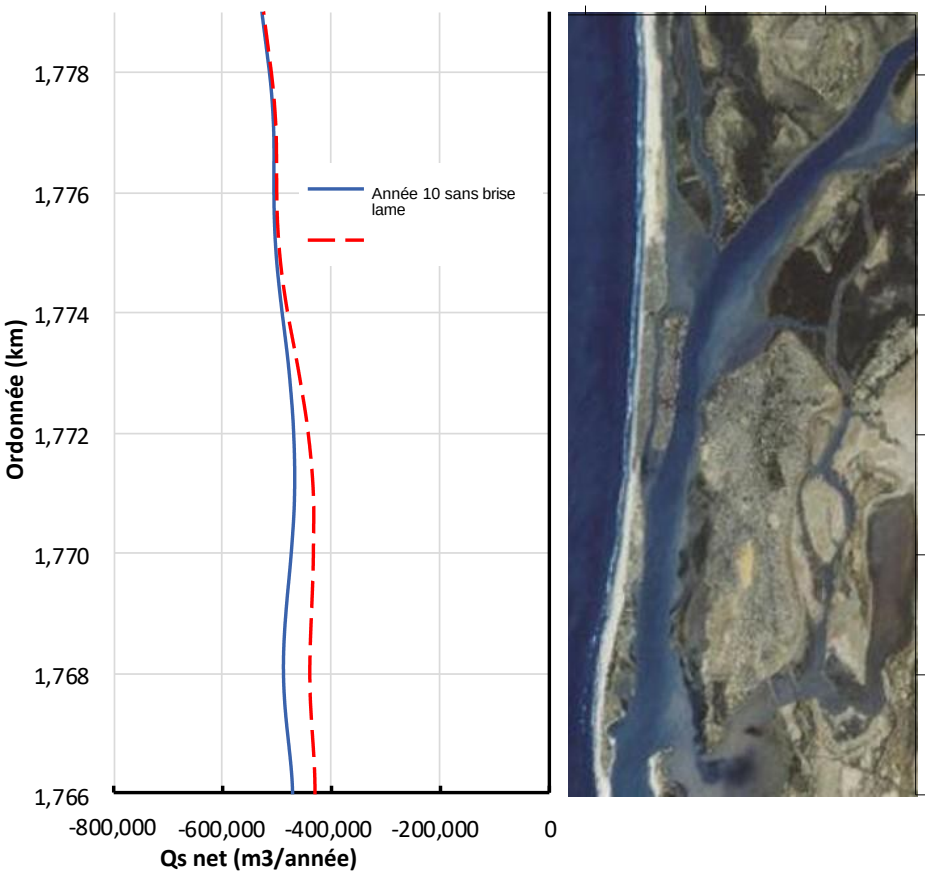
Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Figure 6.3 – Ligne côtière sur 10 ans du modèle LITLINE le long de la zone d'étudeavec et sans brise lame



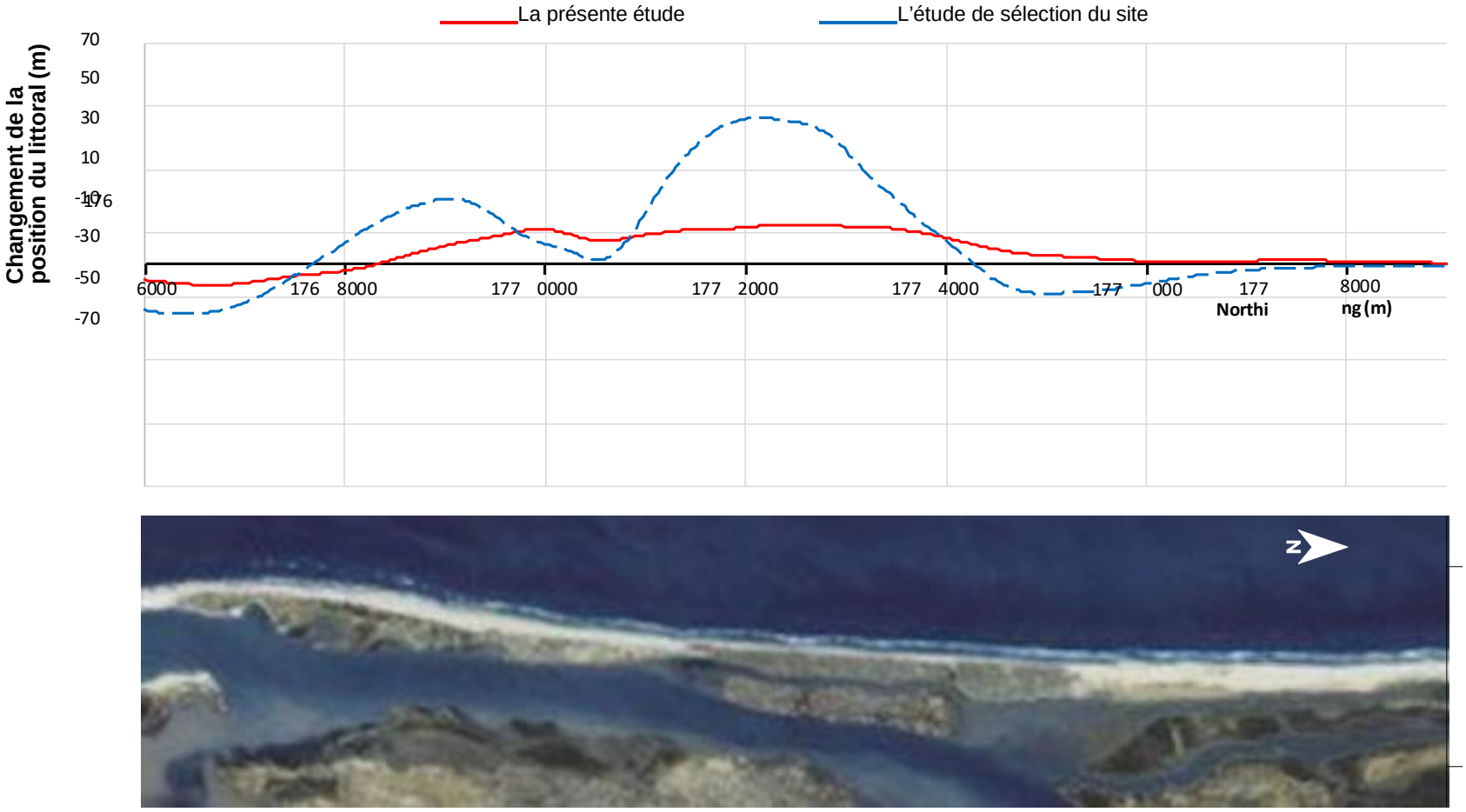
Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Figure 6.4 – Qs net le long de la zone d'étude pour le cas avec et sansbrise lame



Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Figure 6.5 – Changement sur 10 ans de la position de la ligne cotiere par rapport au cas sans brise lame



Il est prédit que le changement maximal lié à l'érosion (par rapport au cas sans brise lame) pour ce cas sera de 6 m sur 10 ans. Cette augmentation du taux d'érosion est faible par rapport aux variations naturelles observées de la ligne côtière qui peuvent atteindre 5 m/année (voir la Figure 6.2). En outre, cette augmentation de l'érosion est proche de la brèche, comme le montre la Figure 6.5.

6.4.1 Analyse de sensibilité

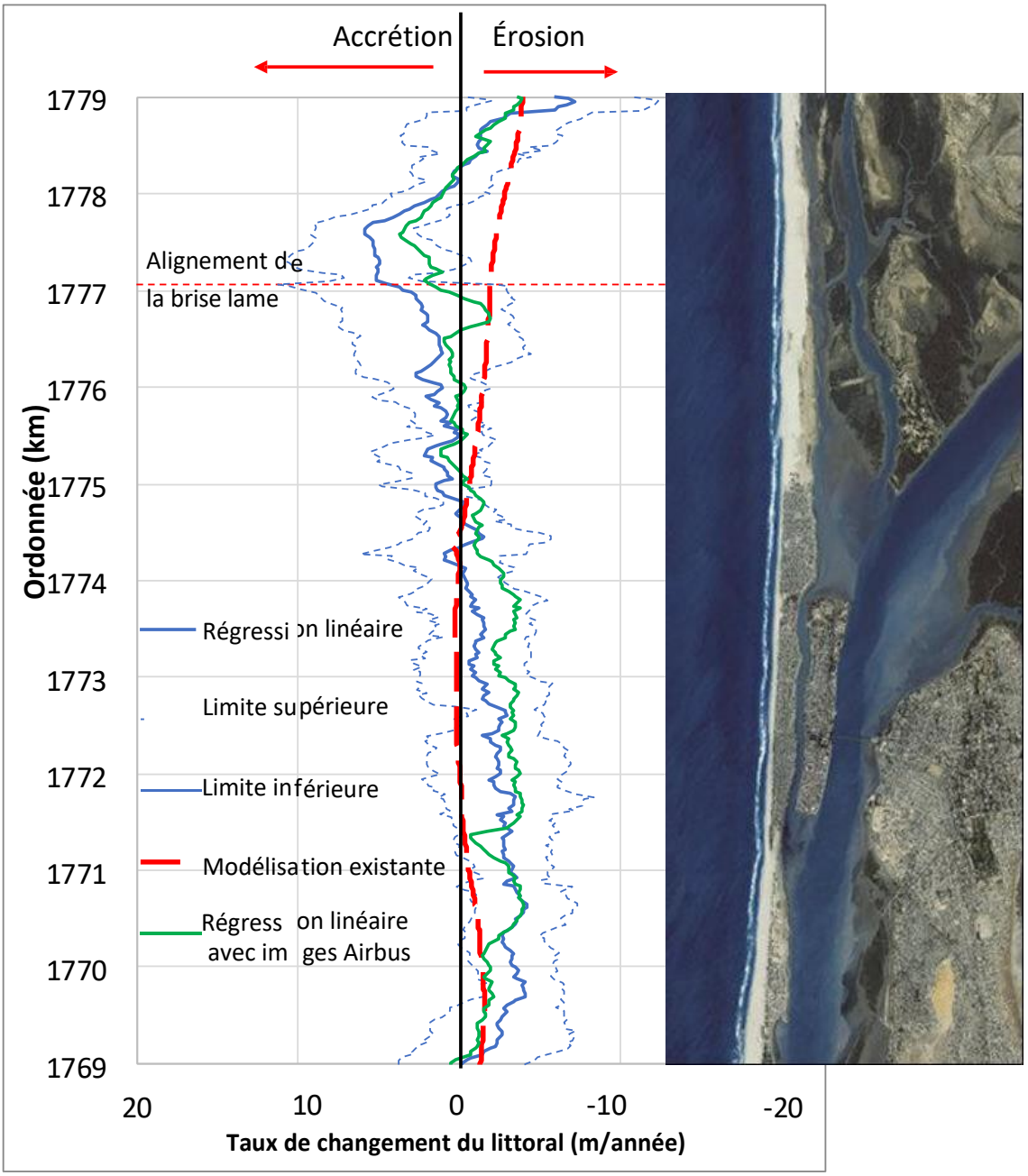
En raison du manque de données sur la variation spatiale dans la valeur D_{50} et le profil de plage sur le domaine modélisé, des tests de la sensibilité ont été effectués. Deux cas ont été simulés :

- Cas 1 : La valeur de D_{50} a été définie à 0,3 mm pour le nord du segment de N=1774400 et de 0,2 mm pour le reste du domaine modélisé.
- Cas 2 : Le profil de plage avec barre littorale (P01_3 présenté dans la Figure 3.5) est utilisé pour le nord du segment de N=1774400 et le profil par défaut pour le reste du domaine modélisé.

On peut voir dans la Figure 6.6 et la Figure 6.7 que les résultats du modèle sont assez sensibles à une variation de la valeur D_{50} ou du profil de plage le long de la ligne côtière (comparer les résultats à la Figure 6.2).

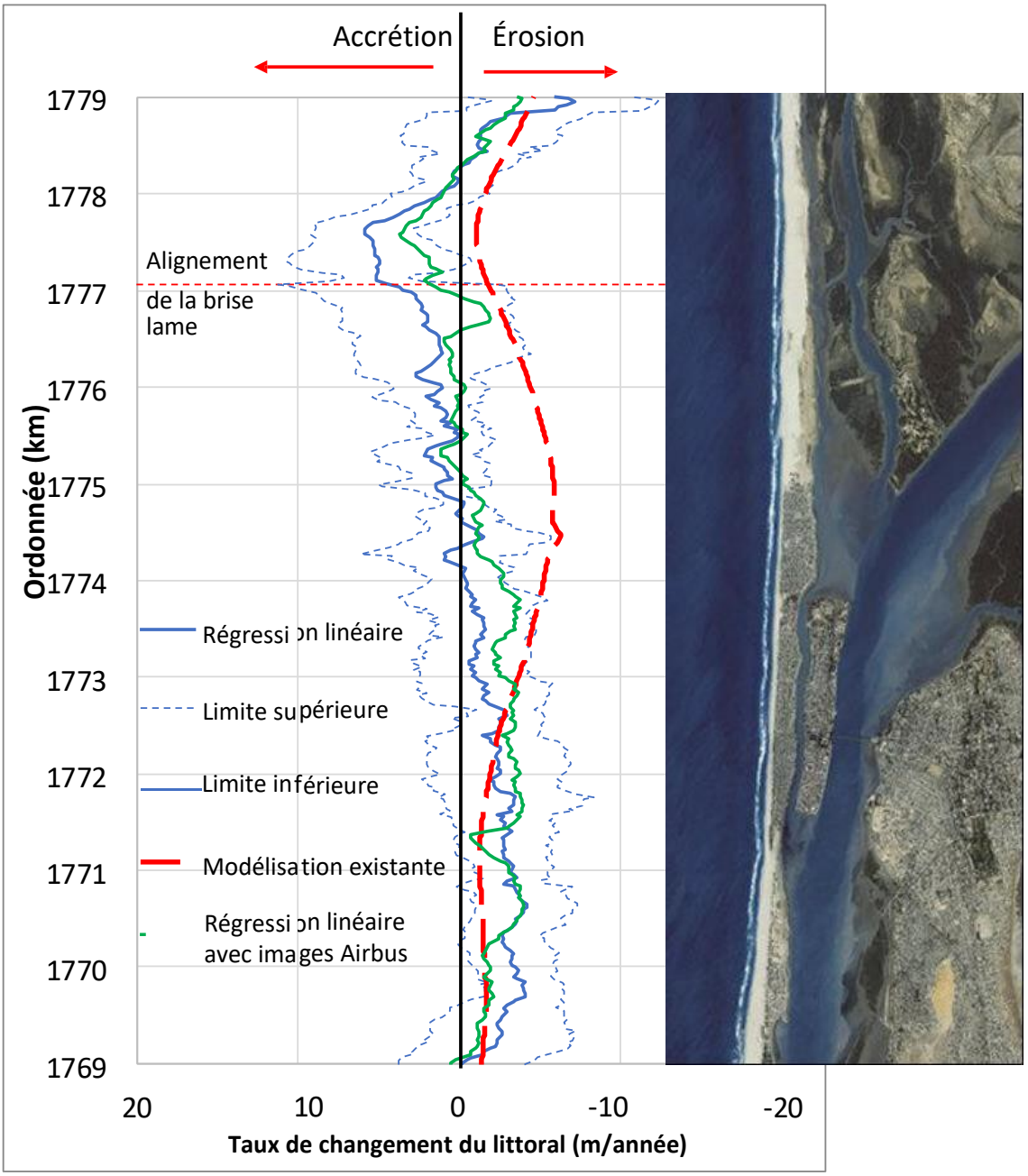
Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Figure 6.6 – Comparaison des taux de changement de la ligne côtière mesuréset modélisés avec variation de D_{50} le long de la ligne côtière (Cas 1)



Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

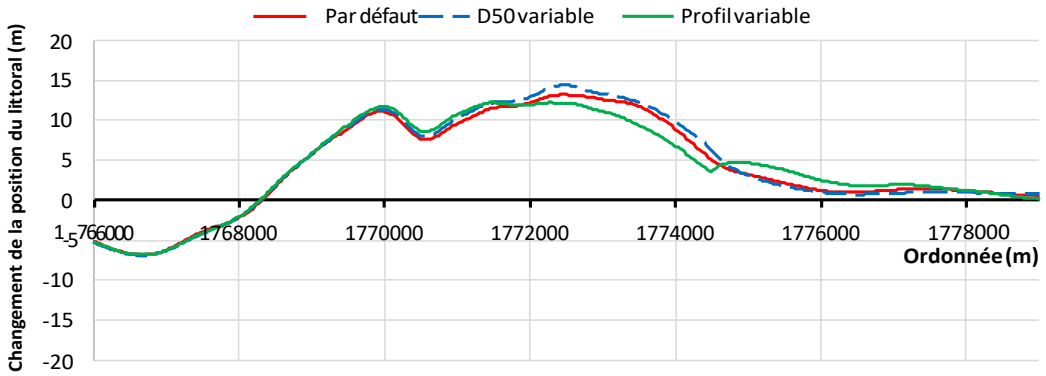
Figure 6.7 – Comparaison des taux de changement de la ligne côtière mesuréset modélisés avec profil variable sur la ligne côtière (Cas2)



Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

Bien que les changements du littoral pour ces différents cas soient importants, l'effet relatif de la présence d'un brise lame n'est pas aussi sensible, comme le montre la Figure 6.8. Dans la Figure 6.8, le cas avec brise lame est comparé au cas correspondant sans brise lame (exécution avec et sans brise lame, avec la même variation de la valeur $D5_0$ ou le même profil de plage). Cela conforte la conclusion qu'il n'est pas prévu que le brise lame proposé aura un quelconque impact négatif sur la ligne côtière sur le site du projet.

Figure 6.8 – Sensibilité du changement dans la position du littoral pour le cas sansbrise lame (simulation sur 10 ans)



Non contrôlé lorsque imprimé ou stocké localement

7.0 CONCLUSIONS, LIMITES ET RECOMMANDATIONS

7.1 Résumé

L'impact du brise lame de référence sur la stabilité de la ligne côtière a été étudié à l'aide d'un modèle d'évolution de la ligne côtière. 10 ans de données spectrales offshore ont été transformées sur l'isobathe de 10 m de profondeur en utilisant le modèle MIKE 21 SW. Ces données relatives aux vagues ont été extraites à chaque 30 m le long de la ligne côtière afin de calculer les changements dans le climat des vagues provoqués par le brise lame proposé.

Les taux de transport des sédiments ont été évalués à l'aide du modèle LITDRIFT et l'analyse de la sensibilité avec différents paramètres a été effectuée.

Les changements de la ligne côtière ont été modélisés à l'aide du modèle LITLINE pour le cas avec brise lame. Les résultats de ces simulations ont été comparés aux résultats des simulations sans brise lame (cas où l'on ne fait rien) pour déterminer l'impact du brise lame proposée.

Une analyse de la sensibilité pour le modèle LITLINE est effectuée pour prendre en compte le manque de données sur la variation du profil de plage et les propriétés des sédiments le long du segment modélisé.

7.2 Conclusions

Les résultats du modèle LITDRIFT ont montré que l'utilisation de données plus précises sur les vagues a entraîné une réduction d'environ 25 % dans les taux de transport des sédiments par rapport à l'étude de sélection du site. Les données plus précises sur les vagues n'ont pas entraîné d'amélioration dans la validation du modèle LITLINE. L'impact potentiel du brise lame proposé est légèrement inférieur par rapport à l'étude précédente de sélection du site.

Les résultats du modèle LITLINE ont montré que pour le cas avec brise lame, une partie de la ligne côtière qui souffre actuellement de l'érosion commencera à s'accréer. Cette accrétion aura un impact positif sur la zone résidentielle densément peuplée le long de la zone. Plus au sud, les résultats du modèle montrent que de l'érosion se produirait, par rapport au cas sans brise lame. Cette érosion modélisée est située le long d'un segment moins densément peuplé (près de l'extrémité de la langue de sable, c'est-à-dire au sud de Saint Louis).

7.3 Incertitudes et limitations

Cette étude a été fondée sur les meilleures données disponibles afin qu'elle fournisse une évaluation de l'impact potentiel du brise lame proposée sur la ligne côtière. Bien qu'il ait été possible de répondre à certaines incertitudes de l'étude de sélection du site, il reste encore quelques incertitudes et limitations. Une partie de ces limitations et incertitudes ont été prises en compte par l'entremise de tests de sensibilité, comme décrit dans le Tableau 7.1. Certaines autres incertitudes nécessiteront une collecte de données supplémentaires sur le terrain, ainsi que d'autres études.

Tableau 7.1 — Résumé des limitations et des incertitudes du modèle

Article	Incertitude/Limitation	Mesures d'atténuation prises	Études recommandées
Données			
Données relatives au profil de plage	Manque de données relatives aux mesures de profil de plage le long de la zone d'étude.	Les profils de plage disponibles dans un article publié ont été utilisés.	Les profils de plage devraient être mesurés parallèlement à la zone d'étude pour tenir compte de toute variation le long de la côte.
Données bathymétriques	Données de travaux de reconnaissance limitées, en particulier dans la zone côtière.	Des tests de sensibilité ont été réalisés.	Données bathymétriques requises.
Propriétés des sédiments	Données de mesure limitées le long de la plage et du profil de plage.	Des tests de sensibilité ont été réalisés.	Des données devraient être recueillies sur le terrain.
Taux de transport des sédiments	Manque d'estimations précises sur le terrain pour les taux de transport des sédiments du littoral.	Lignes côtières historiques analysées. Données recueillies dans les études précédentes.	Données bathymétriques pour la croissance de la langue de sable sur une période de quelques années.
Modèle d'évolution de la ligne côtière			
Limites méridionales	Il n'est pas possible de représenter la langue de sable de façon précise dans un modèle oneline.	Des tests de sensibilité ont été réalisés.	Un modèle 2D pourrait être configuré dans les études à venir pour améliorer la compréhension de la dynamique côtière à l'embouchure du fleuve et d''impact potentiel sur la zone de brèche.

8.0 RÉFÉRENCES

AlDioma B., I. A. Bilbao, A. Abou, I. S. Perez et S. R. Valido (2013). Résultats du suivi 2010-2012 de l'évolution de la brèche ouverte sur la Langue de Barbarie au Sénégal et de ses conséquences. Physio-Géo Géographie physique et environnement, Volume 7.

ARCADIS (2011). Some Considerations on Water and Climate Change Impacts – Saint-Louis, Sénégal. Rapport final.

Barusseau J.P., M. Ba, C. Descamps, E.S. Diop, B. Diouf, A. Kane, J.L. Saos et A. Soumare (1998). Morphological and sedimentological changes in the Senegal River estuary after the construction of the Diama dam. Journal of African Earth Sciences, Vol. 26, No. 2, pp. 317-326.

Dean, R.G. (1977). Equilibrium beach profiles: U.S. Atlantic and Gulf coasts. Department of Civil Engineering, Ocean Engineering Report No. 12, University of Delaware, Newark, Delaware.

Dean, R.G. (2002). Beach Nourishment Theory and Practice. Advanced Series on Ocean Engineering: Volume 18. World Scientific.

Enet F., A. Nahon, G. van Vledder et D. Hurdle (2006). Evaluation of diffraction behind a semi-infinite breakwater in the SWAN wave model. 9th International Workshop on Wave Hindcasting and Forecasting.

Holthuijsen L.H., A. Herman et N. Booij (2003). Phase-decoupled refraction–diffraction for spectral wave models. Coastal Eng. Volume 49, Issue 4, pp. 291-305.

Komen, G.J., Cavaleri, L., Doneland, M., Hasselmann, K., Hasselmann, S. et Janssen, P.A.E.M. (1994). Dynamics and modelling of ocean waves. Cambrigde University Press, R.-U., 560p.

Sadio M., E. J. Anthony, A. T. Diaw, P. Dussouillez, J.T. Fleury, A. Kane, R. Almar et E. Kestenare (2017). Shoreline Changes on the Wave-Influenced Senegal River Delta,West Africa: The Roles of Natural Processes and Human Interventions. Water, 9,357.

Young, I.R. (1999), Wind generated ocean waves, in Elsevier Ocean Engineering Book Series, Volume 2, Réd. R. Bhattacharyya et M.E. McCormick, Elsevier.

ANNEXE J : RAPPORT DE MODÉLISATION DES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES

RAPPORT DE MODÉLISATION DES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES

Tortue Phase 1A

Préparé par :

TRINITY CONSULTANTS
919 Lake Baldwin Lane
Suite B
Orlando, FL 32814
(407) 982-2891

2 mai 2018

Environmental solutions delivered uncommonly well

SOMMAIRE EXECUTIF I
Seuils de modélisation I
Émissions modélisées I
Hypothèses sur les émissions et la modélisation III
Résumé des résultats de modélisation V
Contenu du rapport VI

1. DESCRIPTION DU PROJET 1-1
1.1. Description des installations 1-1
1.2. Description du processus 1-2

2. MÉTHODOLOGIE DE MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE 2-1
2.1. Sélection du modèle 2-1
2.2. Seuils applicables en matière de qualité de l'air 2-2
2.3. Caractéristiques du terrain et rabattement du panache 2-4
2.4. Concentrations de fond d'Ozone et d'ammoniaque 2-4
2.5. Traitement des données météorologiques avec CALMET 2-4
2.6. Emplacement des récepteurs et impact en région terrestre 2-8
2.7. Spéciation des émissions de PM 2-11
2.8. Taux d'émissions entrés dans le modèle 2-13
2.9. Analyse post-traitement CALPOST 2-13
2.10. Analyse de l'impact de l'ozone 2-13

3. RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION DE DISPERSION 3-1
3.1. Analyse de la contribution des sources pour le modèle NO_2 de 1 heure 3-2
3.2. Conclusion des résultats de modélisation 3-10

ANNEXE JA : DISCUSSION DE LA QUANTIFICATION DES ÉMISSIONS 3-11
Résumé du scénario d'exploitation normale (comprise dans la modélisation de la dispersion) 3-11
Sources et hypothèses relatives aux installations du FPSO *3-11*
Sources et hypothèses relatives à aux installations du FLNG *3-12*
Sources et hypothèses relatives aux installations du hub GNL *3-13*
Navires de soutien et hypothèses *3-13*
Détails de calcul des émissions - Scénario d'exploitation normale 3-15
Turbines à gaz *3-15*
Génératrices au gaz *3-16*
Équipements auxiliaires alimentés au diesel *3-17*
Opérations de torchage *3-19*
Navires de soutien *3-20*

ANNEXE JB : CALCULS DÉTAILLÉS DES ÉMISSIONS 3-22

Liste des acronymes

API	American Petroleum Institute
BOEM	Bureau of Ocean Energy Management
BP	Groupe d'entreprises BP
CH_4	Méthane
CO_2e	Équivalent en dioxyde de carbone
CO	Monoxyde de carbone
ZEE	Zone économique exclusive
EPA	Environmental Protection Agency
FLNG	Navire de liquéfaction et d'entreposage flottants de gaz naturel (*Floating Liquified Natural Gas)*
FPSO	Unité flottante de production, de stockage et de déchargement (*Floating Production, Storage and Offloading*)
GES	Gaz à effet de serre
TG	Turbine à gaz
PRP	Potentiel de réchauffement planétaire
PCS	Pouvoir calorifique supérieur
KBR	Groupe d'entreprises KBR
kW	kilowatt
PCI	Pouvoir calorifique inférieur
GNL	Gaz naturel liquéfié
LNGC	Méthanier (*Liquefied Natural Gas Carrier*)
ppb	partie par milliard
MARPOL	Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires
MEG	Monoéthylène de glycol
MJ/kg	Mégajoules par kilogramme
MMscfd	Millions de pieds cubes standards par jour
MW_e	Mégawatt électrique
MW_{th}	Mégawatt thermique
NO_X	Oxydes d'azote
NO_2	Dioxyde d'azote
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PM	Matière particulaire
$PM_{2.5}$	Matières particulaires de moins de 2,5 microns de diamètre
PM_{10}	Matières particulaires de moins de 10 microns de diamètre
TPM	Matières particulaires totales
RICE	Moteurs à mouvement alternatif à combustion interne (*Reciprocating Internal Combustion Engines*)
SO_2	Dioxyde de soufre
T_e/an	Tonnes par an
USEPA	United States Environmental Protection Agency
WHR	Récupération de chaleur (*Waste Heat Recovery*)

Au nom de BP, ce rapport résume l'étude de modélisation préalable de la dispersion pour l'évaluation des impacts des activités du Projet Tortue Phase 1A sur la qualité de l'air du littoral de la frontière maritime entre le Sénégal et la Mauritanie, effectuée par Trinity Consultants (Trinity). Cette analyse est appelée dans ce document « analyse préalable ou préliminaire » en raison des différentes hypothèses conservatrices et des principes de précaution appliqués à l'analyse de modélisation et aux estimations des émissions présentées dans ce rapport. La Section 1 comprend des détails supplémentaires sur la description du projet. Cette synthèse est centrée sur :

- La quantification des émissions associées aux Zones de Pipeline et du Terminal du Hub GNL près des Côtes
- Résumé de la modélisation de dispersion pour le projet Tortue Phase 1A

Comme mentionné plus haut, l'objectif principal de cette analyse de modélisation de la dispersion consiste à évaluer les impacts de modélisation préalable des activités du projet Tortue Phase 1A sur le littoral de la frontière maritime entre le Sénégal et la Mauritanie. Cette analyse évalue l'impact des émissions atmosphériques des activités classées dans la Zone de Pipeline du projet Tortue Phase 1A, ainsi que dans les environs du terminal du hub GNL. L'analyse de modélisation de la dispersion a été effectuée à l'aide du modèle de dispersion CALPUFF, qui est présenté avec plus de détails à la Section 3.

SEUILS DE MODELISATION

Les taux d'émissions modélisés dans ce rapport ont été comparés aux seuils de modélisation pour les périodes de calcul de la moyenne indiquées dans le tableau A. Après avoir démontré la conformité aux seuils plus contraignants du tableau A, Trinity estime que la conformité est également démontrée avec les valeurs limites sénégalaises relatives à la qualité de l'air dont les valeurs sont supérieures au tableau ci-dessous.

Tableau A. Seuils applicables (µg/m³)

Contaminant	Valeurs indicatives recommandées de l'OMS pour les différentes périodes de calcul de la moyenne (µg/m³)[1]		
	1 heure	24 heures	Annuel
NO_2	200	-	40
SO_2	-	20	-
PM_{10}	-	50	20
$PM_{2,5}$	-	25	10

ÉMISSIONS MODELISEES

Le tableau B présente les différentes sources et activités qui ont été comprises dans l'effort de modélisation de la dispersion ainsi que les émissions quantifiées pour chaque activité et les paramètres de cheminée modélisées. Étant donné que les périodes de calcul de la moyenne des seuils de modélisation varient en durée (période d'une heure, période de 24 heures, période annuelle), Trinity a utilisé le taux d'émission à court terme en grammes/seconde (g/s) pour toutes les périodes de calcul de la moyenne comme estimation conservatrice[2]. Les émissions détaillées sont présentées dans l'annexe Jb. Les hypothèses concernant la quantification des émissions sont présentées dans cette synthèse.

[1]Trinity présume que, à défaut d'information promulguée par l'OMS sur les critères de respect des valeurs indicatives recommandées c'est à dire la manière dont les concentrations doivent être calculées pour respecter les valeurs indicatives, celles-ci peuvent être définis à partir des lignes directrices actuelles sur la qualité de l'air ambiant promulguées par l'EPA.
[2] Le taux d'émissions en g/s est conservateur puisque les sources pourraient ne pas être opérées simultanément en continu pendant toute l'année. Par conséquent, les émissions en tonnes annuelles par année seront, au mieux, égales ou inférieures aux taux d'émissions en g/s.

Tableau B. Sources d'émissions comprises dans l'évaluation de l'impact atmosphérique

Désignation de la source	Description de la source	NO_X (g/s)	SO_2 (g/s)	PM (g/s)	Hauteur de la cheminée (m)	Diamètre de sortie de la cheminée (m)	Température de sortie (°C)[3], [4]	Vitesse de sortie (m/s)
FPSO	Turbines à gaz	1,31	-	0,33	80	2,00	555	25,09
	Génératrice de secours	5,17	1,64	0,15	60	0,30	380	30,70
	Pompes FW	15,40	4,89	0,49	60	0,25	380	32,90
	Génératrice pour les services essentiels	9,79	3,11	0,30	10	0,20	--	--
	Brûleurs veilleuse de la torchère	7,53	-	2,69	125	0,80	40	347,63
	Remorqueur	20,16	2,03	1,08	7	0,45	573	34,00
	Navire d'approvisionnement	12,89	1,28	0,70	14	0,30	573	40,00
	Bateau patrouilleur	4,48	0,44	0,24	2	0,30	573	40,00
	Bateau d'équipage	19,90	1,96	1,09	2	0,30	573	40,00
FLNG	Turbines à gaz	13,17	0,28	0,93	75	3,00	515	32,60
	Génératrices au gaz	7,76	0,28	0,95	75	1,00	380	26,80
	Allumeurs de torchère	6,25	0,28	0,47	125	0,80	-60	347,63
TERMINAL DU HUB	Remorqueur	20,16	2,03	1,08	7	0,45	573	34,00
	Remorqueur de service	20,16	2,03	1,08	7	0,45	573	34,00
	Navire d'ancrage	20,16	2,03	1,08	7	0,45	573	34,00
	Bateau patrouilleur	4,48	0,44	0,24	2	0,30	573	40,00
	Bateau d'équipage	19,90	1,96	1,09	2	0,30	573	40,00
	Allumeurs de torchère	0,23	-	0,02	60	0,25	-90	44,45
	Génératrices au gaz	10,56	-	0,34	15	0,40	380	33,50
	Génératrice de secours	0,10	0,33	0,09	15	0,15	380	26,80
	Pompes FW	7,93	2,52	0,37	60	0,25	380	32,90

Étant donné la quantité limitée d'informations disponibles lors de la conception du modèle, toutes les sources répertoriées dans le tableau B ont été modélisées à ces taux d'émissions, et il a été considéré qu'elles fonctionnent de façon simultanée dans cette version de l'analyse de modélisation préalable de la dispersion atmosphérique.

[3] Température de cheminée du navire de soutien selon la température de sortie des navires similaires modélisés précédemment par Trinity.
[4] Températures de sortie de la torchère supposées pour une torchère « froide ».

HYPOTHESES SUR LES EMISSIONS ET LA MODELISATION

BP et Trinity ont établi plusieurs hypothèses pour quantifier les émissions dans cette analyse de modélisation préalable. Les hypothèses clés sont présentées dans cette synthèse, et les hypothèses entraînant le scénario de modélisation « le plus défavorable » sont indiquées comme telles. Les hypothèses détaillées sont présentées dans la discussion sur les émissions dans l'annexe JA.

- Les émissions provenant du FPSO, FLNG et du terminal du hub GNL, ainsi que des activités des navires de soutien dans chaque Zone ont été incluses dans le modèle de dispersion.
- Les émissions de la Zone Offshore, composée des réservoirs et du système de production sous-marine (à environ 125 km du littoral), ont été exclues de cette analyse de modélisation.
- **Hypothèse conservatrice -** Comme mentionné dans la section précédente, chaque période de calcul de la moyenne modélisée comprend le taux d'émissions à court terme en g/s, puisque toutes les sources peuvent ne pas être opérées en continu pendant toute l'année. Par conséquent, les émissions en tonnes annuelles par année seront, au mieux, égales ou inférieures aux taux d'émissions en g/s.
  - Bien que les annexes de ce rapport comprennent les émissions en tonnes par année, les émissions annuelles potentielles sont indiquées dans le présent rapport de modélisation seulement à des fins d'exhaustivité. Cette analyse de modélisation est uniquement centrée sur le taux d'émissions à court terme pour chaque source d'émissions. Les taux d'émissions à court terme sont les plus importants en magnitude et ils contribuent donc au scénario d'émissions modélisé le plus défavorable.
  - Ces taux d'émissions à court terme représentent surtout le fonctionnement le plus défavorable, car il s'agit des taux les plus élevés concevables des émissions polluantes des moteurs des navires et des sources d'émissions associées avec une utilisation à 100 % ; cependant, cette représentation n'est pas réaliste de leur mode de fonctionnement pendant toute l'année ou lorsque tous les navires sont à quai dans le FPSO/hub GNL.
- Les émissions de la torchère n'ont pas été incluses dans l'analyse de modélisation, car la torchère ne sera en fonction que dans les conditions d'urgence ou imprévues. Toutefois, les émissions des brûleurs veilleuse de la torchère ont été incluses pour tenir compte des conditions de fonctionnement normales.
- **Hypothèse conservatrice -** Bien que les équipements d'urgence, tels que les pompes d'eau du système d'extinction d'incendie, les génératrices d'urgence et les génératrices essentiels sont désignés principalement pour les situations d'urgence, Trinity comprend que ces équipements nécessiteront un entretien annuel et des tests pendant le fonctionnement normal. Par conséquent, en tant que mesure conservatrice, ces sources ont été incluses dans le modèle de dispersion pour tenir compte des scénarios hypothétiques dans lesquels l'entretien et les tests sont effectués dans un contexte de fonctionnement normal.
  - La génératrice de secours et la génératrice pour les services essentiels du FPSO sont limitées à 216 heures et 438 heures d'opération par année, respectivement, selon les données de BP.
  - La génératrice de secours du terminal du hub GNL et les pompes d'eau du système d'extinction d'incendie du terminal du hub GNL et du FPSO sont limités à 100 heures d'opération par année (chaque équipement), selon les données opérationnelles estimées.
- **Hypothèse conservatrice** - Comme pour les autres types de sources d'émissions, la conception préliminaire du projet présume des heures de fonctionnement variables pour chaque type de navire de soutien[5]. Pour tenir compte du scénario modélisé le plus défavorable pour les navires de soutien, Trinity a modélisé le taux d'émissions à court terme pour chaque navire de soutien (taux d'émissions en kg/h ou g/s) au lieu de modéliser les tonnes annuelles par année. Il est également présumé que les navires de soutien fonctionnent à une charge de 100 % pour les besoins du modèle, même en mode d'attente.

[5] Par exemple, la durée annuelle d'opération des trois remorqueurs d'assistance du FPSO est estimée à 216 heures par année, et celle des trois remorqueurs d'assistance de FLNG/hub GNL à 1 752 heures par année.

- Les émissions provenant de la combustion du carburant diesel sont incluses à des fins de documentation. L'analyse de modélisation préalable ne comprend pas les émissions diesel provenant des turbines à gaz.
- **Hypothèse conservatrice** - Pour les navires de soutien pour lesquels les données n'étaient pas suffisamment disponibles, Trinity a établi des hypothèses appropriées sur les taux d'émissions à court terme en utilisant les émissions de navires de soutien similaires. Il s'agit d'une hypothèse conservatrice, puisque ces navires de soutien ne devraient pas présenter des taux d'émissions aussi élevés une fois que la sélection et la planification des navires de soutien ont été finalisées. Les hypothèses sont indiquées ci-dessous :
  - Trinity a présumé que le remorqueur de service et les navires d'ancrage du FLNG/hub GNL auraient le même fonctionnement normal que les remorqueurs d'assistance du FLNG/hub GNL.
  - Trinity a présumé que le bateau patrouilleur de FLNG/hub GNL aurait le même fonctionnement normal que le bateau patrouilleur du FPSO.
  - Les émissions du navire de soutien indiquées dans le tableau ci-dessus comprennent les émissions totales provenant de chaque type de navire.
- Dans cette analyse préalable, toutes les sources ont été modélisées comme sources ponctuelles pour plus de simplicité. Veuillez noter que certaines sources modélisées sont en fait des sources mobiles qui sont considérées comme étant fixes pour les besoins de cette analyse de modélisation.
- **Hypothèse conservatrice -** Il a été présumé que toutes les sources modélisées indiquées dans le tableau B seront en opération de façon simultanée. En considérant un fonctionnement simultané, cette analyse tient compte de l'impact cumulatif des émissions provenant de l'ensemble du projet.
- L'analyse de modélisation n'a pas été effectuée pour le contaminant CO, car l'OMS n'a pas de valeur indicative recommandée de la qualité de l'air ambiant à laquelle il faut se conformer.
- De plus, les modèles O_3 de 8 heures et SO_2 de 10 minutes n'ont pas été inclus dans cette analyse de modélisation. Des informations supplémentaires concernant les exclusions sont incluses dans la Section 2.
- **Hypothèse conservatrice -** Les estimations actuelles des émissions atmosphériques sont plus conservatrices que les règles de la Convention MARPOL, ce qui mène à une modélisation conservatrice des impacts[6]. Par exemple, la Convention MARPOL comprend des limites sur les émissions NO_X pour les moteurs diesel en mer ayant une puissance de génération de plus de 130 kW. Les limites s'appliquent à la fois aux moteurs principaux à propulsion et aux moteurs auxiliaires, et nécessitent que les moteurs fonctionnent conformément aux limites d'émissions NO_X de la Convention MARPOL. Après la finalisation de la conception des équipements, les sources d'émission du projet seront conformes aux règles pertinentes de la Convention MARPOL, ce qui devrait générer des concentrations de modélisation inférieures.
- **Hypothèse conservatrice -** Les informations sur les paramètres de cheminée des brûleurs veilleuse de la torchère ont été fournies à Trinity par BP selon les estimations préliminaires. Ces paramètres de cheminée sont actuellement considérés comme étant extrêmement conservateurs et pourraient être sujets à modification suite à la finalisation ultérieure de la conception. Cependant, les brûleurs veilleuse de la torchère contribuent de façon négligeable aux résultats du modèle le plus défavorable.
- **Hypothèse conservatrice** - Les paramètres de cheminée de chaque installation et des navires de soutien ont été fournis par BP, KBR ou Golar. Si les données n'étaient pas disponibles au moment de l'analyse de modélisation préalable, Trinity a établi des hypothèses fondées sur son expérience de modélisation de sources d'émissions similaires.
  - Trinity a présumé que les paramètres de cheminée du remorqueur du terminal du hub GNL seraient équivalents aux paramètres de cheminée du remorqueur du FPSO.
  - De même, il a été présumé que les paramètres de cheminée des bateaux patrouilleurs et d'équipage du terminal du hub GNL seraient équivalents aux bateaux patrouilleurs et d'équipage aux installations du FPSO.

[6] https://www.epa.gov/enforcement/marpol-annex-vi

- Étant donné que les informations sur les pompes d'eau du système d'extinction d'incendie du terminal du hub GNL n'étaient pas disponibles au moment de la modélisation préalable, les paramètres de cheminée correspondants des pompes d'eau du système d'extinction d'incendie du FPSO ont été utilisés en tant qu'estimation conservatrice.

- Plusieurs agences fédérales et d'état américaines autorisent l'exclusion des sources intermittentes ou des équipements de secours dans les analyses de modélisation typiques, ou l'annulation des émissions provenant de ces sources, ayant des heures de fonctionnement sensiblement inférieures à 8 760 heures par année[7][8]. En l'absence de lignes directrices similaires de l'OMS, Trinity a appliqué les lignes directrices américaines disponibles pour les sources intermittentes dans le cadre de cette analyse.
- Au total, 124 récepteurs ont été modélisés par Trinity à la frontière maritime entre le Sénégal et la Mauritanie. Les récepteurs étaient proches (jusqu'à 10 km) et lointains (jusqu'à 40 km) de la Zone du Terminal du Hub GNL près des Côtes. Par conséquent, il est présumé que le domaine de modélisation tient suffisamment compte de l'impact du projet Tortue Phase 1A sur le littoral de cette frontière maritime.
- **Hypothèse conservatrice -** L'OMS a défini une valeur indicative recommandée pour le NO_2 (200 µg/m³), mais n'a pas de valeur indicative correspondante pour les NO_X. Bien que les rejets de NO_X liés à la combustion des carburants subissent généralement une réaction chimique avec l'ozone ambiant pour former le NO_2, ce qui entraîne la conversion de seulement une portion de NO_X en rejet de NO_2 dans l'atmosphère, cette analyse de modélisation suppose que tous les NO_X sont convertis en NO_2. Par conséquent, les émissions de NO_X calculées sont modélisées et comparées à la valeur indicative recommandée de NO_2 plus contraignante de l'OMS.

RESUME DES RESULTATS DE MODELISATION

Le tableau C présente un résumé des résultats pour les contaminants modélisés à différentes périodes de calcul de la moyenne, et les compare à leurs valeurs indicatives recommandées respectives fournis par l'OMS.

Tableau C. Résultats de la modélisation préalable de la dispersion atmosphérique (µg/m³)

Contaminant - Période de calcul de la moyenne	Valeurs indicatives de l'OMS (µg/m³)	Concentrations modélisées pour la période 2014-2016			Respect des valeurs indicatives recommandées?
		2014 (µg/m³)	2015 (µg/m³)	2016 (µg/m³)	
NO_2 - 1 heure (H1H)[1]	200	252,33	312,05	254,00	Oui[2]
NO_2 - 1 heure (H8H)[1]	200[9]	180,48	196,19	181,29	
NO_2 - Annuel	40	3,67	3,72	3,88	Oui
SO_2 - 24 heures	20	6,06	6,67	11,26	Oui
PM_{10} - 24 heures	50	2,85	3,22	5,51	Oui
PM_{10} - Annuel	20	0,23	0,24	0,24	Oui
$PM_{2,5}$ - 24 heures	25	2,46	2,78	4,77	Oui
$PM_{2,5}$ - Annuel	10	0,20	0,20	0,21	Oui

[1] H1H = Plus élevée des 1ere concentrations les plus élevées, H8H = Plus élevée des 8e concentrations les plus élevées.
[2] Les résultats du NO_2 – 1 heure respectent les valeurs indicatives recommandées lorsque la méthodologie de l'EPA est appliquée pour évaluer les résultats NO_2 – 1 heure.

[7] Mémo de l'EPA américaine - https://www3.epa.gov/scram001/guidance/clarification/Additional_Clarifications_AppendixW_Hourly-NO2-NAAQS_FINAL_03-01-2011.pdf
[8] Page 100 de https://www.tceq.texas.gov/assets/public/permitting/air/Modeling/guidance/airquality-mod-guidelines6232.pdf
[9] Les résultats pour le NO_2 sont inclus pour la valeur moyenne du 98e percentile calculée sur 3 ans, et sont conformes au critère de respect actuel de la norme utilisée par l'USEPA.

Un examen des résultats modélisés pour ce projet à l'aide des données météorologiques de 2014 à 2016 indique que les opérations proposées ne dépassent pas les seuils applicables pour le SO_2, les PM_{10} et les $PM_{2,5}$, ainsi que le NO_2 - annuel. De plus, étant donné que l'OMS n'a pas promulgué de directives quant aux critères de respect des seuils de modélisation, Trinity a utilisé les critères de respect des normes de l'EPA, car les seuils pour la période de calcul de la moyenne de 1 heure pour le NO_2 de l'EPA (**188 µg/m³)** et de l'OMS (**200 µg/m³)** sont similaires. Par conséquent, les résultats pour le NO_2 - 1 heure pour la valeur H8H (moyenne du 98e percentile calculée sur 3 ans de données modélisées) indiquent que la concentration modélisée du NO_2 - 1 heure (ainsi que pour toutes les autres périodes de calcul de la moyenne) est inférieure aux valeurs indicatives recommandées de l'OMS et aux normes de l'EPA pour le NO_2. Selon les concentrations modélisées, l'impact du projet Tortue Phase 1 sur la qualité de l'air ne devrait pas enfreindre les valeurs indicatives recommandées de qualité de l'air de l'OMS.

CONTENU DU RAPPORT

La suite de ce rapport de modélisation comprend les informations suivantes :

- La Section 1 comprend une brève description du projet Tortue Phase 1A.
- La Section 2 comprend une discussion supplémentaire sur la méthodologie de modélisation.
- La Section 3 comprend une discussion détaillée des résultats de modélisation, notamment une représentation visuelle et une analyse de la contribution des sources à la concentration modélisée de NO_2 du cas le plus défavorable
- L'Annexe JA comprend une discussion sur les méthodologies de quantification des émissions.
- L'Annexe JB comprend les calculs détaillés des émissions.

BP propose d'exploiter un champ gazier situé à environ 125 km au large, le long de la frontière maritime entre la Mauritanie et le Sénégal, ainsi que les infrastructures associées pour transporter, traiter et comprimer le gaz naturel. Le projet appelé Tortue Phase 1A et comprend les trois principales composantes suivantes :

- **La Zone Offshore** : Une **Zone Offshore**, située à environ 125 km de la côte et contenant l'extension aréale des réservoirs dans les horizons stratigraphiques du Cénomanien inférieur et de l'Albien qui feront l'objet du développement. Ces réservoirs seront exploités à l'aide d'un système de production sous-marin (SPSM), notamment grâce à des puits de développement reliés à deux systèmes de collecteurs (MC), à des collecteurs de production et à des lignes de production situées dans le champ gazier. L'ensemble des équipements de la Zone Offshore sera situé à une profondeur d'environ 2 700 à 2 800 m, sur le talus continental et à l'intérieur des zones économiques exclusives (ZEE) de la Mauritanie et du Sénégal.

- **La Zone de Pipeline** : constituée d'un corridor d'une largeur de 3 km reliant la Zone Offshore à la Zone du Terminal du Hub GNL près des Côtes. Les infrastructures se trouvant dans la partie offshore de la Zone de Pipeline comprendront ce qui suit : deux lignes de production de diamètre externe (DE) de 16 pouces qui transporteront le gaz produit par les puits offshores jusqu'au FPSO; un ombilical, qui permettra de contrôler les apports électriques, les produits hydrauliques et les additifs chimiques de production nécessaires pour les puits dans la Zone Offshore; une conduite de livraison d'un DE de 6 pouces transportant du monoéthylène glycol, servant à s'assurer que le gaz produit soit traité adéquatement afin de prévenir la formation d'hydrates; et un FPSO. Des mesures de prévention, détaillées dans le tableau 2-1, seront mises en œuvre pour protéger les infrastructures sous-marines des dommages pouvant être causés par la pêche. Entre le FPSO et la Zone du Terminal du Hub GNL près des Côtes, un pipeline d'un DE de 30 pouces livrera le gaz traité vers les installations près des côtes. La Zone de Pipeline s'étend du talus continental et traverse le plateau continental, qui se trouvent tous deux à l'intérieur des limites de la ZEE de la Mauritanie et du Sénégal.

- **La Zone du Terminal du Hub GNL près des Côtes** : soit une zone construite ayant une superficie d'environ 0,165 km^2 (excluant la zone d'exclusion de sécurité) et contenant un brise-lames, des installations d'amarrage connexes, un FLNG et un quai d'amarrage pour les méthaniers faisant escale. La Zone du Terminal du Hub GNL près des Côtes sera située à environ 10 ou 11 km des côtes, à une profondeur d'environ 33 m, sur le plateau continental et à l'intérieur des frontières de la ZEE de la Mauritanie et du Sénégal. Le traitement du GNL à bord du FLNG refroidira le gaz à des températures inférieures à -160 °C afin de l'amener à l'état liquide, ce qui en permettra ainsi le stockage et le transport sur de longues distances. Le FLNG liquéfiera le gaz et le stockera à des fins de transport; ce transport sera fait par l'entremise de visites périodiques de méthaniers.

Le projet comprend également une composante terrestre appelée les Zones de Soutien aux Opérations. Celles-ci comprennent une base d'approvisionnement dans le Port de Dakar, une base d'approvisionnement dans le Port de Nouakchott et des installations aux aéroports de Dakar et de Nouakchott.

1.1. DESCRIPTION DES INSTALLATIONS

Le projet Tortue Phase 1A est composé de trois installations : l'unité flottante de production, de stockage et de déchargement (FPSO), le navire de liquéfaction et d'entreposage flottants de gaz naturel (FLNG) et les installations du hub GNL. Le FLNG et les installations du hub GNL seront situées dans la Zone du Terminal du Hub GNL près des Côtes. Le FPSO et les installations du FLNG/hub GNL auront également des navires de soutien qui serviront principalement au transport du personnel et du matériel.

1.2. DESCRIPTION DU PROCESSUS

Un pipeline multiphasique permet d'acheminer le gaz, le condensat et l'eau produite vers les installations du FPSO, où ils seront séparés. Le condensat est ensuite stabilisé, traité et stocké à bord du FPSO pour le transport régulier par un navire-citerne de condensat. Le gaz traité est ensuite transporté par pipeline vers le FLNG, où il est comprimé et liquéfié, ce qui permet de transporter le GNL par méthanier. Le hub GNL sera principalement composé d'un brise-lames long d'environ 1 000 m et de logements pour le personnel des installations.

2. MÉTHODOLOGIE DE MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE

Cette section du rapport décrit les procédures de modélisation et les sources de données qui ont été utilisées dans la modélisation de la dispersion atmosphérique. La modélisation a été effectuée selon les estimations d'émissions et les paramètres de cheminée les plus à jour, comme illustré dans le tableau B de ce rapport. Pour les modélisations de la dispersion atmosphérique, les données météorologiques disponibles pour les trois dernières années (2014-2016) ont été sélectionnées, et les concentrations modélisées ($\mu g/m^3$) correspondant aux trois années météorologiques ont été comparées aux seuils applicables en matière de qualité de l'air. Cette étude de modélisation a été effectuée pour déterminer l'impact des activités proposées sur la qualité de l'air des zones côtières de la Mauritanie et du Sénégal.

2.1. SELECTION DU MODELE

Les modèles de dispersion prédisent les concentrations de contaminants sous le vent (en aval) en simulant l'évolution du panache de contaminants dans le temps et l'espace selon les données utilisées. Ces données d'entrée comprennent la quantité des émissions et les conditions initiales d'échappement de la cheminée dans l'atmosphère. Le fait qu'un modèle spécifique de qualité de l'air soit approprié pour l'évaluation des impacts de la source dépend des facteurs suivants :

- Les complexités météorologiques et topographiques de la région ;
- Le niveau de détail et l'exactitude nécessaires pour l'analyse ;
- La compétence technique des personnes effectuant cette modélisation par simulation ;
- Les sources de données disponibles ; et
- L'exactitude de la base de données (c.-à-d. les données d'inventaire des émissions, météorologiques et de qualité de l'air).

L'un des modèles préconisés pour analyser le transport des contaminants de longue portée (c.-à-d. à des distances supérieures à 50 km) est le système de modélisation CALPUFF. La dernière version (Version 6.42) du modèle CALPUFF a été utilisée pour déterminer les impacts potentiels du projet proposé. CALPUFF 6.42 est la version la plus récente de BREEZE, une division de Trinity Consultants. Les caractéristiques qui ont été ajoutées à la version SRC CALPUFF 7.2.1 (ayant suivi la version 6.42) n'étaient pas requises pour cette analyse de modélisation préliminaire (par ex., les nouveaux types de sources, y compris les voies routières, le nouveau système de pré-traitement SUFRGEN qui peut traiter les données ASOS subhoraires et les systèmes de post-traitement CALRANK, CALAVE et CALMAX). Par conséquent, le logiciel de modélisation Breeze CALPUFF a été utilisé à des fins de modélisation, conformément aux analyses similaires soumises récemment par Trinity à d'autres agences réglementaires. Le post-traitement des données CALPUFF a été effectué à l'aide de la dernière version de CALPOST (Version 6.292). Les données météorologiques qui ont été traitées à l'aide du logiciel CALMET (Version 5.8.5) étaient également compatibles avec les dernières versions de CALPUFF et CALPOST. CALPUFF est un modèle de nuage lagrangien multicouche, multi-composés et non stationnaire, qui peut simuler les effets de variation des conditions spatiotemporelles sur le transport, la transformation et l'élimination des contaminants. Pour cette analyse affinée, les champs météorologiques générés par CALMET ont été utilisés comme entrées au modèle CALPUFF afin de s'assurer que les effets du terrain et des caractéristiques de surface variables dans l'espace sur la météorologie sont pris en considération.

En plus des données météorologiques, le modèle CALPUFF utilise plusieurs autres fichiers d'entrée pour spécifier les paramètres des sources et des récepteurs. La sélection et le contrôle des options de CALPUFF sont déterminés par les entrées spécifiques de l'utilisateur contenues dans le fichier de contrôle. Ce fichier contient toutes les informations nécessaires pour définir l'exécution d'un modèle (p. ex., date de début, durée d'exécution, spécifications du maillage, options techniques, options de résultats).

2.2. SEUILS APPLICABLES EN MATIERE DE QUALITE DE L'AIR

Les règlements du Sénégal concernant la qualité de l'air comprennent des normes de base sur les valeurs limites de qualité de l'air que Trinity a considéré pour cette analyse. Après l'examen préliminaire, Trinity a déterminé que les valeurs limites sénégalaises ne sont pas aussi contraignantes que les valeurs indicatives recommandées de l'OMS (à l'exception du NO_2, pour lequel les autorités réglementaires ont des valeurs limites équivalentes). En outre, Trinity n'a pas trouvé de valeur limite ou norme de la qualité de l'air ambiant spécifiques à la Mauritanie dans le cadre de la revue réglementaire de la qualité de l'air. Cependant, les « Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air : particules, ozone, dioxyde d'azote et dioxyde de soufre - Synthèse de l'évaluation des risques - Mise à jour mondiale 2005 (appelée « Les Lignes directrices »), offrent des lignes directrices sur les valeurs indicatives recommandées pour les principaux contaminants atmosphériques qui présentent des risques pour la santé[10]. Les Lignes directrices s'appliquent dans le monde entier et sont basées sur l'évaluation par des experts des preuves scientifiques actuelles (PM, ozone (O_3), NO_2 et SO_2) dans toutes les régions de l'OMS. Ces valeurs indicatives recommandées ont été utilisées comme seuils de modélisation pour effectuer cette analyse. Le tableau 2-1 résume ces seuils pour les principaux contaminants et leurs différentes périodes de calcul de la moyenne, qui ont été également incluses dans le sommaire exécutif.

Tableau 2-1. Seuils applicables (µg/m³)

Contaminant	Organisations[11],	Seuils pour les différentes périodes de calcul de la moyenne (µg/m³)		
		1 heure	24 heures	Annuel
NO_2	**OMS**	200	-	40
	Normes sénégalaises sur les rejets contribuant à la pollution atmosphérique	200[a]	-	40[b]
SO_2	**OMS**	-	20	-
	Normes sénégalaises sur les rejets contribuant à la pollution atmosphérique	-	125[c]	50[d]
PM_{10}	**OMS**	-	50	20
	Normes sénégalaises sur les rejets contribuant à la pollution atmosphérique	-	260[e]	80[f]
$PM_{2,5}$	**OMS**	-	25	10
	Normes sénégalaises sur les rejets contribuant à la pollution atmosphérique	-	-	-

[a] Moyenne horaire
[b] Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
[c] Moyenne quotidienne
[d] Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
[e] Moyenne quotidienne ; ne doit en aucun cas être dépassée plus d'une fois par année
[f] Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)

Les résultats de modélisation ont été comparés aux valeurs indicatives recommandées de l'OMS indiqués dans le tableau 2-1. Ces valeurs sont plus contraignantes que les normes sénégalaises sur la qualité de l'air, comme souligné ci-dessus.

[10] http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69477/1/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf
[11] Trinity présume que les critères de respect des normes sur la qualité de l'air ambiant promulgués par l'EPA peuvent être appliqués aux valeurs indicatives recommandées par l'OMS en l'absence de direction publiée par l'OMS.

Dans cette analyse de modélisation de la dispersion atmosphérique, l'approche préliminaire la plus conservatrice a été adoptée, où tous les NO_X émis sont modélisés comme du NO_2, c'est-à-dire qu'il est présumé que les NO (la forme chimique principale des NO_X) sont totalement convertis en NO_2. Si l'impact prédit selon cette approche génère des dépassements des seuils, une technique plus affinée pourrait être utilisée.

Étant donné que la valeur indicative recommandée pour le NO_2 -1 heure est plus contraignante par rapport à la valeur indicative recommandée annuelle, l'hypothèse de $NO_X = NO_2$ adoptée dans cette analyse de modélisation préalable pourrait être considérée comme étant extrêmement conservatrice. De façon générale, cette méthode est adoptée lorsque le projet est encore aux étapes initiales de planification, où les installations ne disposent pas d'informations suffisantes sur les ratios des cheminées (c.-à-d. que le facteur de conversion NO_2/NO_X n'est pas disponible dans les données de tests de cheminée), ou de données suffisantes sur la surveillance des conditions ambiantes et/ou de données sur l'ozone de fond. La majorité des émissions d'oxydes d'azote (NO_X) provenant de sources d'émissions atmosphériques sont sous forme d'oxyde nitrique (NO), alors que l'EPA a établi une Norme nationale de qualité de l'air ambiant (NAAQS, National Ambient Air Quality Standard) pour le dioxyde d'azote (NO_2).

Conformément aux plus récentes lignes directrices de modélisation de la dispersion atmosphérique BOEM (datées de janvier 2018) [12] utilisées pour l'analyse similaire de modélisation des dispersions atmosphériques offshores dans le Golfe du Mexique, si les résultats de modélisation ne respectent pas les seuils avec l'hypothèse $NO_X = NO_2$, on peut appliquer un taux de conversion NO_2/NO_X de 0,8 pour les résultats de modélisation du NO_X – 1 heure et de 0,75 pour les résultats de modélisations du NO_X – annuel.

De même, selon la Section 4.2.3.4 - Modèles pour le dioxyde d'azote des Lignes directrices de l'EPA[13] les plus récentes, cette approche de conversion complète est appelée « approche de premier niveau ». L'approche de deuxième niveau permet au modèle de supposer un équilibre ambiant entre le NO et le NO_2. Sous la juridiction de l'USEPA, celui-ci est désigné sous le nom « Méthode de ratio ambiant 2 » (ARM2 – Ambient Ratio Method 2), ce qui fournit des estimations des ratios d'équilibre représentatifs de la valeur NO_2/NO_X basée sur les niveaux ambiants de NO_2 et NO_X dérivés des données nationales provenant du Système de qualité de l'air (AQS) de l'EPA. La valeur nationale par défaut pour ARM2 comprend un rapport NO_2/NO_X ambiant minimal de 0,5 et un rapport ambiant maximal de 0,9. Bien qu'il n'y ait pas d'informations suffisantes sur la qualité de l'air ambiant à l'emplacement de ce projet, Trinity estime qu'un taux de conversion NO_2/NO_X de 0,9 pourrait être utilisé si les résultats de la modélisation indiquent un impact important sur la qualité de l'air ambiant.

Veuillez noter que les modèles pour l'O_3 - 8 heures et le SO_2 - 10 minutes ne sont pas inclus dans cette analyse de modélisation. Veuillez également noter que du point de vue des émissions atmosphériques, il est important d'estimer les émissions de tous les polluants courants. Par conséquent, les émissions atmosphériques du contaminant CO sont incluses, le CO étant l'un des six contaminants qui ont des effets sur la santé à différents niveaux de concentrations, même si l'OMS n'établit pas de valeur indicative recommandée de qualité de l'air pour le CO. Une modélisation du SO_2 à court terme a été effectuée pour la période de calcul de la moyenne de 24 heures. Conformément aux exigences des analyses de modélisation similaires pour les projets sous la juridiction de l'USEPA, la modélisation des contaminants sur une période de calcul de la moyenne à court terme est limitée à 60 minutes (1 heure) comme le terme le plus court pour la modélisation par rapport aux seuils de qualité de l'air ambiant. La modélisation de l'ozone[14] est généralement effectuée dans les zones où le seuil de qualité de l'air ambiant pour ce contaminant n'est pas accessible. Les NO_2 et COV sont des précurseurs à la formation d'ozone. Toutefois, il n'existe actuellement aucune station de surveillance des concentrations de fond pour les NO_2 et les COV dans les environs du projet. Par conséquent, il n'est pas possible pour le moment de déterminer le statut des objectifs d'émissions de l'ozone.

[12] https://www.boem.gov/Dispersion-Modeling-Guidelines/
[13] U.S. EPA : Guideline on Air Quality Models, 40 CFR Part 51 – Appendix W (Revised January 17, 2017) (Lignes directrices sur les modèles de qualité de l'air, 40 CFR Partie 51 -- Annexe W (révisée le 17 janvier 2017)), appelée dans les présentes « Lignes directrices de l'EPA »
[14] Le modèle CALPUFF n'est pas utilisé pour la modélisation de l'ozone. Les modèles de transport des produits chimiques, tels que CMAQ et CAMx, sont pris en considération pour la modélisation de l'ozone aux fins de démonstration des objectifs d'émissions.

2.3. CARACTERISTIQUES DU TERRAIN ET RABATTEMENT DU PANACHE

Étant donné que la zone côtière concernée est située au niveau de la mer, les caractéristiques du terrain n'ont pas été prises en considération (c.-à-d. terrain simple uniquement). Il est supposé qu'il n'y a pas de bâtiments ou de structures susceptibles d'influencer le rabattement des sources d'émissions.

2.4. CONCENTRATIONS DE FOND D'OZONE ET D'AMMONIAQUE

Le modèle CALPUFF est capable de simuler les effets de transformation chimique linéaire en utilisant les mécanismes de pseudo-réaction chimique de premier ordre pour les conversions du SO_2 en SO_4, et du NO_X, du composé d'oxyde nitrique (NO) et de dioxyde d'azote (NO_2), en NO_3 et en HNO_3. Dans cette analyse, les transformations chimiques impliquant les cinq espèces (SO_2, SO_4, NO_X, HNO_3 et NO_3) ont été modélisées à l'aide du modèle de transformation chimique MESOPUFF II, conformément aux lignes directrices du IWAQM (Interagency Workgroup on Air Quality Modeling - groupe de travail inter-organismes sur la modélisation de la qualité de l'air). De plus, deux paramètres d'entrée sélectionnés par l'utilisateur sont disponibles et affectent la transformation chimique MESOPUFF II : les concentrations d'ammoniaque et les concentrations d'ozone. La sélection de chaque paramètre est discutée séparément.

Les concentrations d'ozone ambiant peuvent être saisies dans le modèle comme un niveau de fond ou à l'aide des observations horaires variables dans l'espace. De même, les concentrations d'ammoniaque de fond constantes dans l'espace peuvent être utilisées pour participer au mécanisme de transformation chimique MESOPUFF II. En l'absence d'un réseau de surveillance étendu de l'ozone et de l'ammoniaque et compte tenu des limites du modèle CALPUFF liées à la simulation d'un niveau d'ozone et d'ammoniaque de fond unique moyenné par domaine pour chaque mois de l'analyse, une seule valeur provenant des régions offshores similaires près des États-Unis a été utilisée. Par conséquent, les niveaux de fond de l'ozone et de l'ammoniaque utilisés dans l'analyse sont de 80 ppb et 3 ppb, respectivement. Ces valeurs de fond ont été utilisées dans plusieurs analyses de modélisation de la dispersion atmosphérique utilisant le modèle CALPUFF effectuées dans la région du Golfe du Mexique sous la juridiction de l'USEPA. Par conséquent, et pour être conservateur, ces niveaux de fond sont présumés être représentatifs des conditions à l'emplacement de ce projet.

2.5. TRAITEMENT DES DONNEES METEOROLOGIQUES AVEC CALMET

Les données de l'Analyse mondiale opérationnelle NCEP FNL (finale) (maillages 1 degré par 1 degré préparées de façon opérationnelle toutes les six heures ; format GRIB2)[15], les Données météorologiques d'observation atmosphérique supérieure mondiales NCEP ADP[16], les Données météorologiques d'observation de surface mondiales NCEP ADP[17], les données de températures de surface de la mer mondiales quotidiennes en temps réel[18], et les données géographiques[19] pour les années 2014 à 2016 ont été utilisées comme entrées au système du modèle Weather Research and Forecasting (WRF) [20](recherche et prévision météo).

La méthode d'imbrication à deux voies a été utilisée lors de l'exécution du modèle WRF. Le domaine parent a été centré à 328 504 m à l'est, 1 776 823 m au nord, zone UTM 28Q, couvrant une région de 612 km sur 612 km. Le domaine parent a une résolution de 12 km, entraînant des points de maillage de 52 sur 52, avec le point de maillage (1, 1) au coin sud-ouest. Le nid commence au point du maillage parent (18, 18), avec un centre identique au centre du domaine parent, couvrant une région de 204 km sur 204 km (17 cellules du maillage du domaine parent). Le nid a une résolution de 4 km, entraînant des points de maillage fins de 52 sur 52.

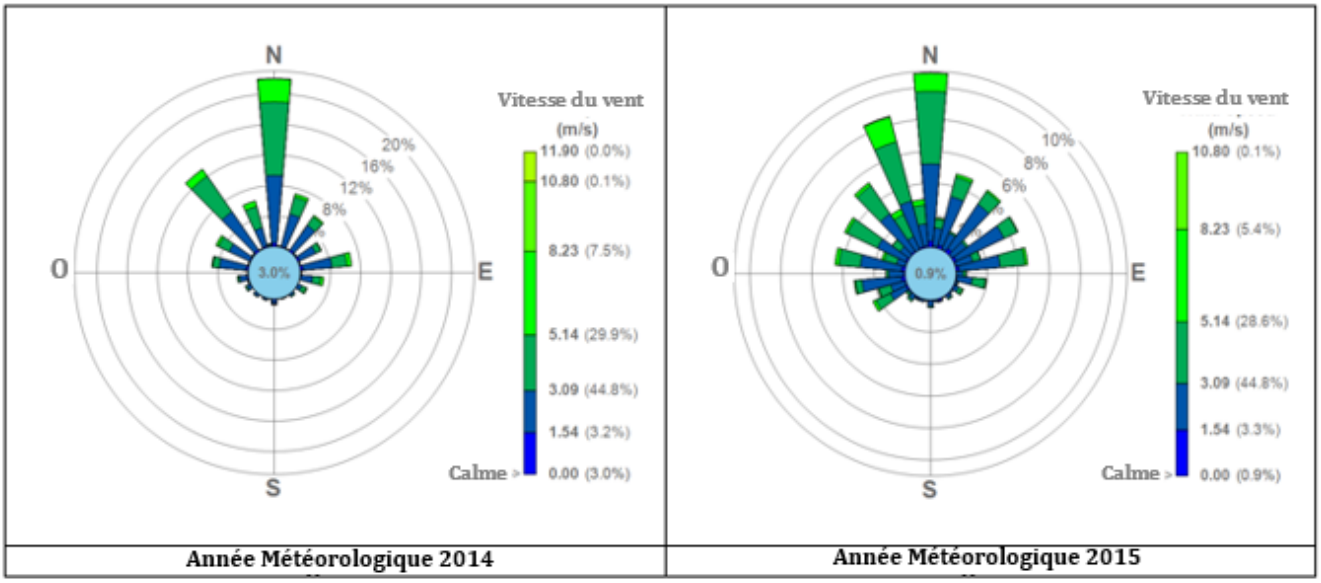
[15] https://rda.ucar.edu/datasets/ds083.2/
[16] https://rda.ucar.edu/datasets/ds351.0/
[17] https://rda.ucar.edu/datasets/ds461.0/
[18] ftp://polar.ncep.noaa.gov/pub/history/sst/rtg_high_res/
[19] http://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/download/get_sources.html
[20] https://www.mmm.ucar.edu/weather-research-and-forecasting-model

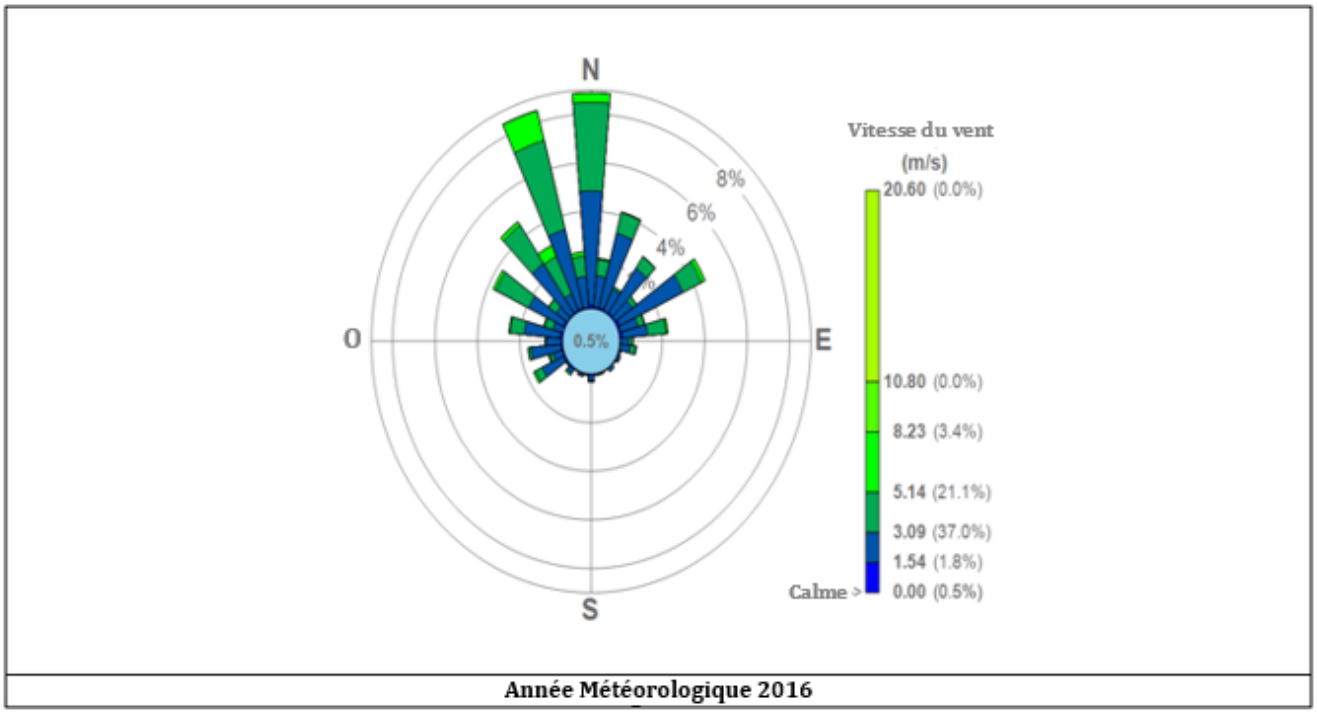
Le système du modèle WRF comprend : le système de traitement WRF (WPS : GEOGRID, UNGRIB et METGRID), l'analyse objective (OBSGRID) et WRF. Pendant l'exécution du WPS, le GEOGRID crée des données terrestres à partir des données géographiques ; le système UNGRIB extrait les données de l'analyse mondiale opérationnelle NCEP FNL et les données de température de surface de la mer quotidiennes en temps réel, et les regroupe dans un format de fichier intermédiaire; puis le système METGRID interpole les données météorologiques dans les domaines parent et niché. OBSGRID est un programme d'analyse objective conçu pour améliorer les analyses météorologiques sur la grille de mésoéchelle en incorporant les informations provenant des observations. Il utilise les résultats WPS et les Données météorologiques d'observation atmosphérique supérieure mondiales NCEP ADP comme entrées. Enfin, le système WRF utilise les résultats OBSGRID pour générer les prévisions météorologiques numériques. Les données FNL de 2014 jusqu'au 12 mai 2016 ont 27 couches verticales et, après le 12 mai 2016, les données ont 32 couches verticales. Toutes les couches verticales ont été utilisées lorsque le système WRF a été exécuté dans le cadre de cette tâche de traitement.

Les résultats géophysiques et météorologiques 3-D des données WRF et de surface observationnelle provenant de la station météorologique internationale (station 616000 GOSS, latitude 16,051°, longitude -16,463°) ont été ensuite traités par CALMET pour générer les données météorologiques 3-D prêtes au traitement dans le modèle CALPUFF. Le système CALMET a été exécuté à l'aide des options recommandées par l'USEPA (11 couches verticales allant de 0 m à 4 000 m)[21]. Le domaine CALMET de 150 km sur 150 km a un centre à 328 504 m à l'est, 1 776 823 m au nord, zone UTM 28Q, avec une résolution de 1 km, entraînant des points de maillage horizontale de 151 sur 151. La Figure 2-1 montre les roses des vents de trois ans à la station météorologique internationale GOSS. Située à St. Louis, au Sénégal, la station GOSS est la seule station météorologique qui se trouve dans le domaine de modélisation. Elle a donc été utilisée en combinaison avec les données WRF, car elle correspond aux caractéristiques climatologiques de la région modélisée.

[21] https://www3.epa.gov/scram001/guidance/clarification/CALMET%20CLARIFICATION.pdf

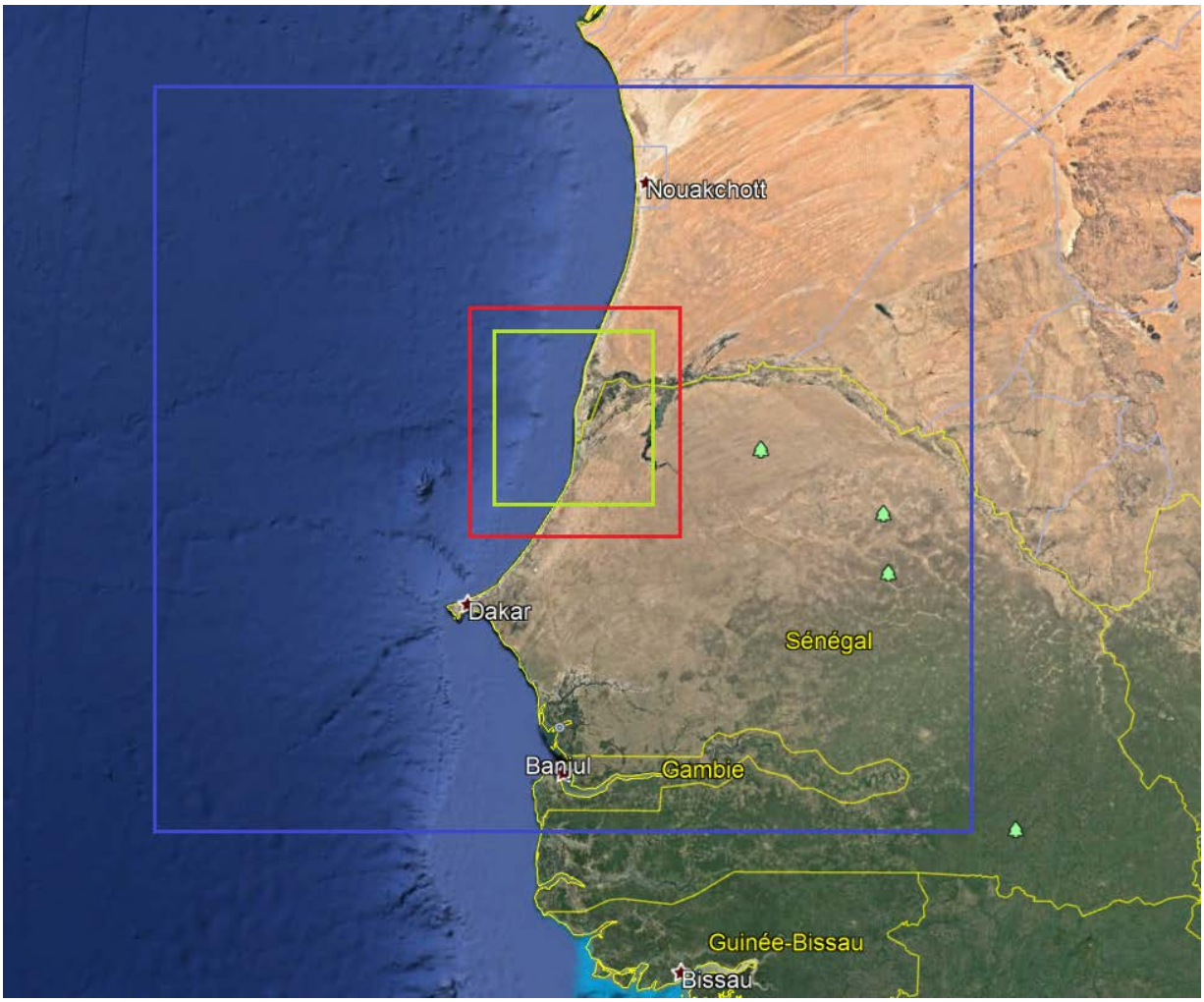
Figure 2-1. Diagrammes de roses des vents à la station météorologique GOSS (2014-2016)





La Figure 2-2 montre le domaine CALMET, le domaine niché WRF et le domaine parent WRF.

Figure 2-2. Domaine CALMET (Vert), domaine niché WRF (rouge) et domaine parent WRF (bleu)



2.6. EMPLACEMENT DES RECEPTEURS ET IMPACT EN REGION TERRESTRE

Dans cette analyse de modélisation des dispersions atmosphériques, un récepteur est un emplacement physique sélectionné où le public pourrait être exposé à un contaminant atmosphérique présent dans l'air ambiant. Les récepteurs utilisés dans cette analyse sont une fonction du domaine computationnel sélectionné pour le projet. Étant donné que les emplacements offshores du projet varient en termes de distance par rapport au littoral, Trinity a pris en considération un domaine computationnel de 150 km x 150 km. Dans le cadre de l'analyse de modélisation, une série de récepteurs ponctuels (ID de récepteurs : « R ») espacés de 3 à 5 kilomètres (km) ont été placés le long du littoral de la Mauritanie et du Sénégal, comme illustré dans la Figure 2-3. Des récepteurs de grille fine supplémentaires (ID de récepteurs : « AR ») espacés de 1 ou 2 km ont également été modélisés entre les récepteurs ponctuels, notamment près du littoral, à proximité de l'activité proposée. De manière conservatrice, l'impact au niveau des récepteurs de grille fine sera également utilisé pour évaluer l'impact dans les aires naturelles protégées les plus proches (c.-à-d. zone de Classe I) situées potentiellement plus à l'intérieur des terres. En tant que règle empirique générale, cet impact diminuera progressivement à mesure que la distance entre les sources modélisées et les zones affectées augmente. Par conséquent, aucune grille de récepteurs terrestres séparés n'a été générée pendant l'analyse de modélisation.

Figure 2-3. Emplacements des récepteurs et des sources

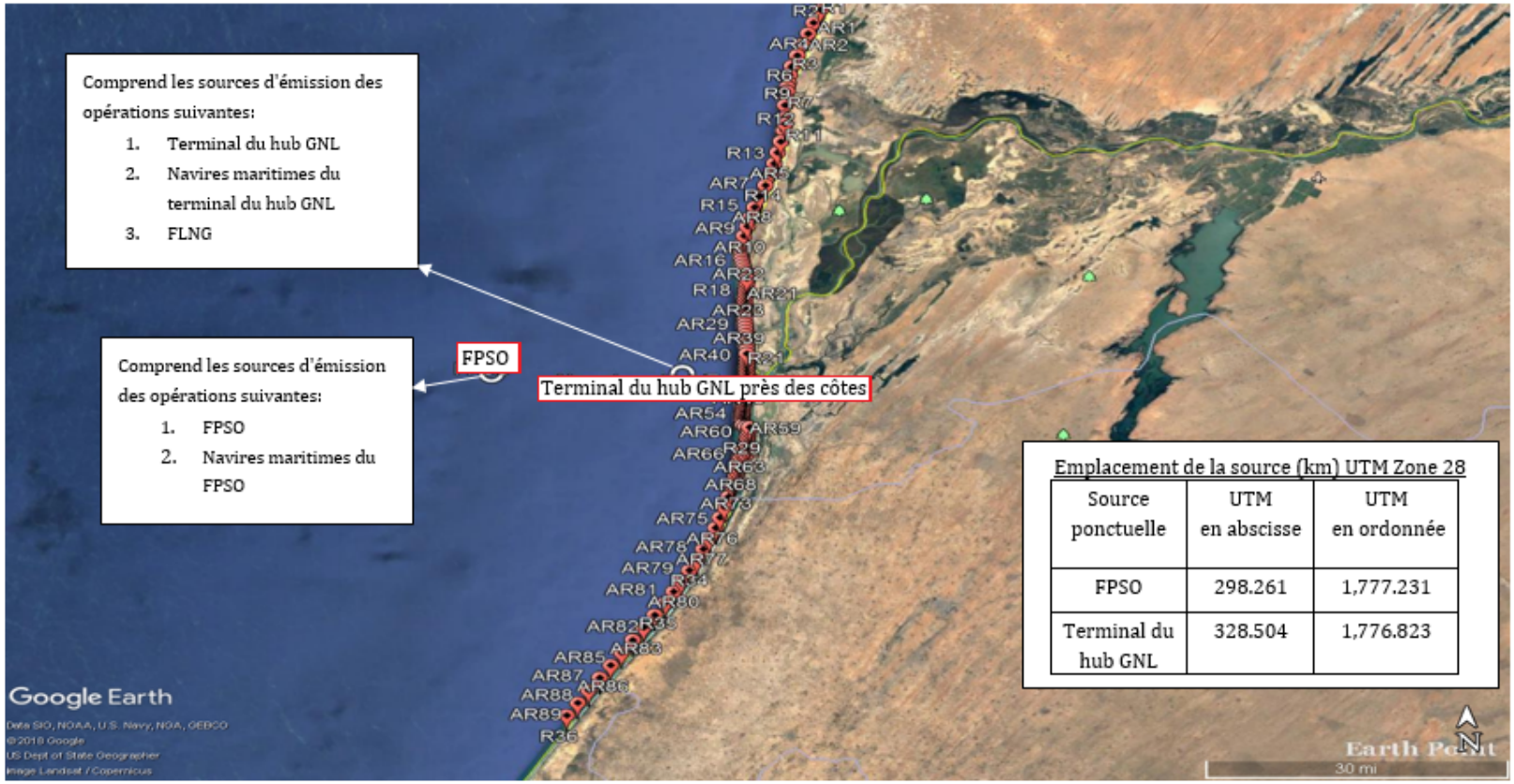
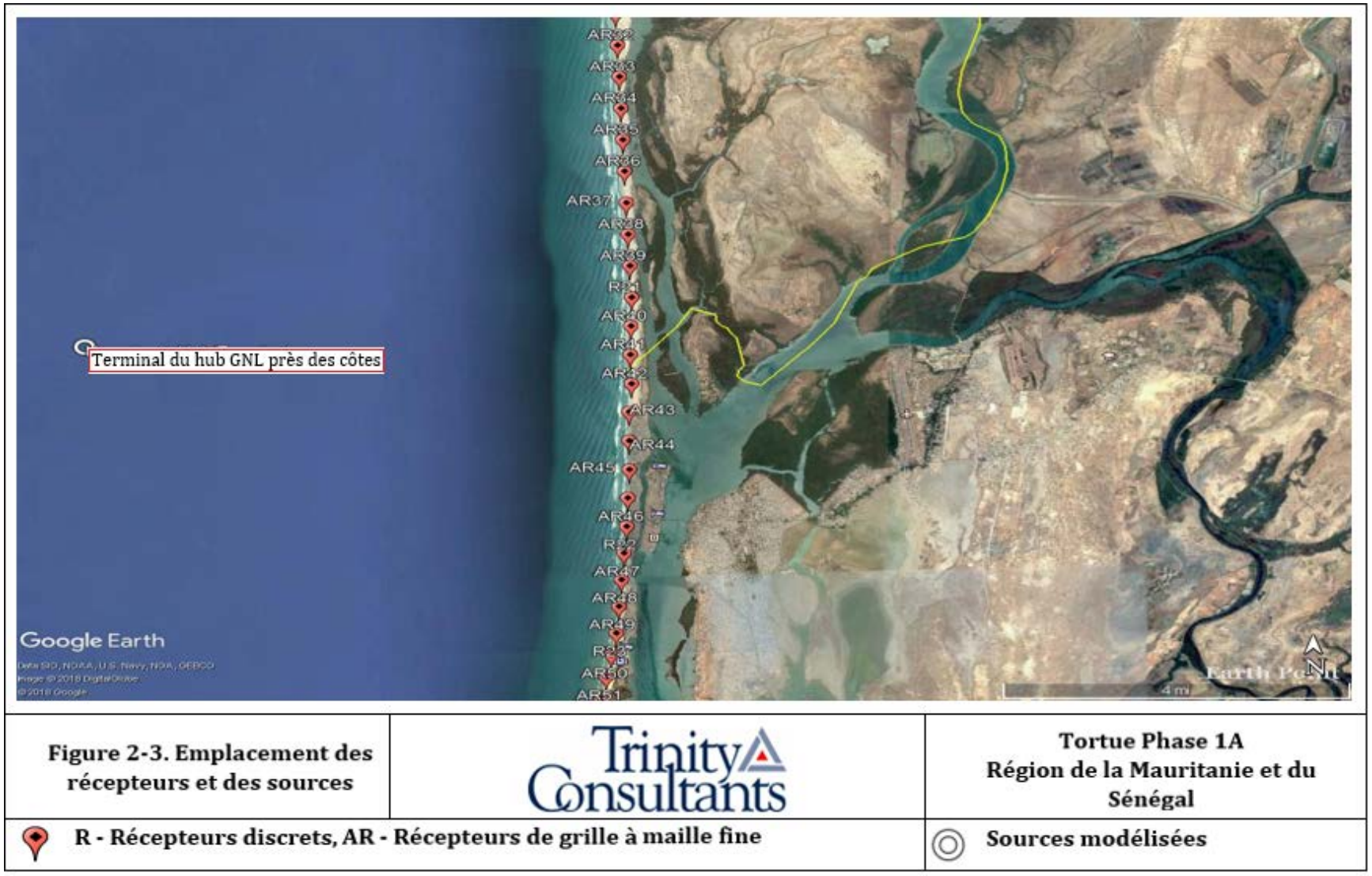


Figure 2-3. Emplacement des récepteurs et des sources	Trinity Consultants	**Tortue Phase 1A Région de la Mauritanie et du Sénégal**
R - Récepteurs discrets, AR - Récepteurs de grille à maille fine		**Sources modélisées**

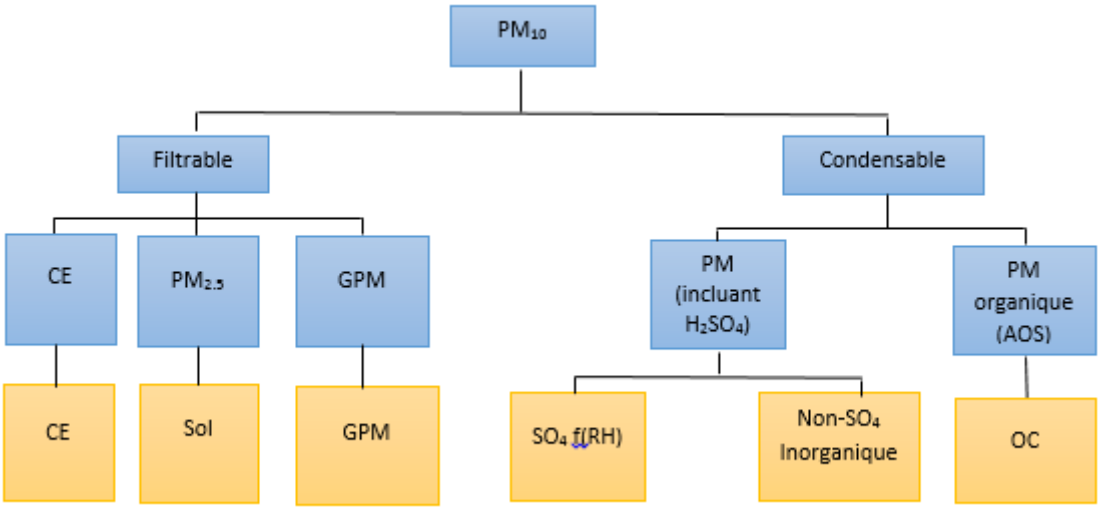
Figure 2-3. Emplacements des récepteurs et des sources (suite)



2.7. SPECIATION DES EMISSIONS DE PM

Bien que l'analyse de visibilité de la zone de Classe I ne fasse pas partie de la portée des travaux, Trinity a différencié les émissions PM comme une mesure proactive pour l'analyse de Classe I future potentielle. La modélisation de la dégradation de la visibilité en raison des émissions PM nécessite que les composés du flux d'échappement soient différenciés parce que les tailles et les phases différentes de matières particulaires affectent la visibilité à des degrés différents. Le niveau de dispersion ou d'absorption de la lumière d'une masse d'une espèce chimique donnée est appelée *efficacité de l'extinction* ou *coefficient d'extinction* et varie considérablement entre les grosses matières particulaires et le carbone élémentaire. Les matières particulaires fines et les aérosols organiques dispersent la lumière avec des efficacités intermédiaires, alors que le sulfate d'ammonium et le nitrate d'ammonium (se forment à partir des émissions des précurseurs SO_2 et NO_X en présence d'ammoniaque ambiant) sont des espèces hygroscopiques qui dispersent la lumière efficacement en présence de vapeur d'eau ambiante. La Figure 2-4 décrit la spéciation des émissions polluantes affectant la visibilité, comme indiqué dans le *Protocole de modélisation VISTAS BART* [22]

Figure 2-4. Spéciation des matières particulaires



Trinity a estimé les émissions de PM différenciées associées aux opérations proposées selon les facteurs d'émissions de l'AP-42, les données fournies par les fabricants et les estimations techniques conservatrices.

Les émissions totales de PM_{10} (TPM_{10}) de chaque installation modélisée ont été calculées comme étant la somme des émissions TPM_{10} provenant de toutes les sources d'émissions des installations. Les émissions TPM_{10} pour les sources d'émissions individuelles des installations ont été calculées comme étant la somme des émissions filtrables PM_{10} (FPM_{10}) et des émissions particulaires condensables (CPM). Il a été supposé que les grandes sources alimentées au diesel contribueront en très grande majorité aux émissions provenant des opérations proposées. Par conséquent, Trinity a utilisé les facteurs émissions spécifiques à la taille des particules associés aux grands moteurs alimentés au diesel de l'AP-42 afin de différencier les TPM_{10} dans les FPM_{10} et CPM[23]. Les particules filtrables inférieures à 3 µm ont été utilisées comme substitut au $PM_{2,5}$ (FPM) filtrable. Aucune donnée

[22] VISTAS ; Protocole pour l'application du modèle CALPUFF dans les analyses des meilleures technologies d'adaptation disponibles (BART), révision 3.2 (31 août 2006), Figure 4-3 http://www.vistas-sesarm.org/documents/BARTModelingProtocol_rev3.2_31Aug06.pdf

[23] AP-42, Table 3.4-2, Particulate and Particle-sizing Emission Factors for Large Uncontrolled Stationary Diesel Engines (October 1996).

représentative, ni aucun facteur d'émission, n'était disponible pour déterminer les émissions condensables inorganiques (sulfates (SO_4) et nitrates (NO_3)). Par conséquent, il a été présumé que les émissions inorganiques condensables provenant des installations étaient nulles. Selon les lignes directrices fournies par la *Procédure de spéciation des émissions pour la modélisation VISTAS BART*, il a été présumé que 100 % de la masse des particules condensables hors H_2SO_4 étaient des condensables organiques (OC)[24]. Le pourcentage de matières particulaires grossières filtrables (GPM) dans les TPM_{10} a été calculé comme étant la différence entre les pourcentages de FPM_{10} et de $PM_{2,5}$ (FPM) filtrables. Conformément aux rapports de modélisation précédents soumis à la Région 4 de l'EPA pour les projets similaires, il a été présumé que le carbone élémentaire est de 0 % en raison du manque de données représentatives ou de facteurs d'émissions. Le tableau 2-2 résume la répartition de la spéciation particulaire sous forme de pourcentage des émissions totales de PM_{10}.

Tableau 2-2 Résumé de la spéciation PM

Spéciation des émissions*	Pourcentage (% du PM_{10} total)
PM_{10} totaux (TPM_{10})	100 %
Partie condensable des TPM_{10} (CPM)	13,4 %
Partie organique des CPM (AOS)	13,4 %
Partie inorganique des CPM	0,0 %
Partie filtrable des TPM_{10} (FPM_{10})	86,6 %
Grosses particules filtrables (GPM)	3,0 %
Particules filtrables fines (FPM)	83,6 %
Carbone élémentaire (EC)	0,0 %

*Les valeurs en *italique* ne sont pas modélisées directement dans le modèle CALPUFF, mais sont plutôt illustrées à titre d'information.

Le diamètre géométrique moyen des particules de chaque catégorie non standard de particules différenciés (PM) (FPM, GPM) a été défini comme le diamètre géométrique moyen massique pour cette catégorie[25]. Il a été supposé que l'écart géométrique standard est de zéro à la fois pour les GPM et les FPM. Les valeurs CALPUFF par défaut pour le diamètre géométrique moyen massique et l'écart type géométrique ont été utilisées pour les particules AOS. Un résumé du diamètre géométrique moyen massique et de l'écart type géométrique est présenté dans le tableau 2-3.

Tableau 2-3. Dimensions géométriques pour les espèces de PM

Espèces	Diamètre géométrique moyen massique (microns)	Écart-type géométrique (microns)
Grosses particules filtrables - GPM (PM_3 à PM_{10})	6,5	0,0
Particules fines filtrables - FPM ($PM_{0,5}$ à PM_3)	1,75	0,0
PM organique condensable - OAS	0,48	2,0

[24] Procedure for Speciation of Emissions for VISTAS BART Modeling, July 18, 2006.
[25] La méthodologie utilisée est conforme à la méthodologie présentée dans l'Exemple de simulation préalable BART utilisant le domaine régional VISTAS, Earth Tech, Inc., Concord, Massachusetts, 9 juin 2006, disponible en ligne sur - http://www.src.com/datasets/VISTAS_Files/ExampleBARTSimulation_Guide_R.pdf

2.8. TAUX D'EMISSIONS ENTRES DANS LE MODELE

Un résumé détaillé des estimations d'émissions est présenté dans les annexes Ja et Jb de ce rapport. Ces émissions atmosphériques ont été utilisées pour effectuer l'analyse de modélisation de la dispersion atmosphérique pour différents contaminants et périodes de calcul de la moyenne. Par conservatisme, les modèles à court terme (c.-à-d. les périodes de calcul de la moyenne de 1 heure, 3 heures, 8 heures et 24 heures) et à long terme (période de calcul de la moyenne annuelle) ont été exécutés en utilisant les émissions horaires (tonne/h) conformément aux estimations indiquées dans l'annexe Jb. Pour les besoins de la modélisation, ces émissions horaires ont été converties en unités de livres par heure (lb/h) en multipliant les émissions horaires en tonnes métriques (tonne/h) avec un taux de conversion de 2 200 (c.-à-d. 1 tonne = 2 200 lb). À titre de référence, les mêmes taux d'émissions modélisés ont été résumés dans le tableau 1-2 en g/s.

Exemple de calcul pour l'ID de source FPSOGT :

Émissions NO_X = 4,730E-03 tonne/h * 2 200 (lb/tonne) * 453,592 (g/lb) * (1 h/3 600 s)
= 10,41 lb/h * 0,126 = 1,312E+00 g/s

2.9. ANALYSE POST-TRAITEMENT CALPOST

Le système de post-traitement CALPOST (Version 6.221) a été utilisé pour calculer les concentrations ambiantes de PM_{10}, $PM_{2,5}$ et NO_2 dans les zones littorales pour l'évaluation par rapport aux seuils applicables. Pour l'évaluation de PM_{10} par rapport aux seuils, le modèle POSTUTIL a d'abord été utilisé pour combiner les PM différenciées (GPM, FPM et OAS) pour calculer la concentration totale PM_{10}. La concentration de PM_{10} a ensuite été traitée à l'aide du modèle CALPOST et comparée aux seuils appropriés.

Pour estimer l'étendue des dépôts d'azote et de soufre, POSTUTIL a d'abord été utilisé pour combiner les flux humides et secs appropriés des espèces chimiques porteuses d'azote et de soufre déposées sous forme de particules et de gaz. Ces flux combinés ont été ensuite traités à l'aide de CALPOST pour obtenir les valeurs des dépôts d'azote et de soufre.

2.10. ANALYSE DE L'IMPACT DE L'OZONE

L'ozone est un contaminant atmosphérique toxique qui se forme lors des journées chaudes et ensoleillées, quand ses précurseurs, les NOx et le COV, réagissent à la lumière du soleil. L'ozone présente un intérêt particulier lors de l'évaluation de son impact sur les territoires protégés et les réserves fauniques (parfois appelés « zones de Classe I »). L'ozone étant un contaminant régional, les sources de précurseurs à la fois à proximité et loin des zones de Classe I peuvent contribuer à sa formation. Cependant, en raison des réactions photochimiques complexes impliquées dans la formation de l'ozone, il est difficile de quantifier les relations spécifiques entre les émissions de précurseurs et les concentrations d'ozone ambiant dans cette zone, au même titre qu'il est difficile de quantifier la relation spécifique entre l'ozone ambiant dans une zone sauvage protégée et la végétation qui se trouve aux alentours.

L'examen des modèles de dispersion disponibles a montré qu'il n'existe actuellement aucun modèle de dispersion publiquement disponible qui peut relier les émissions d'une seule source aux changements dans les concentrations d'ozone à des emplacements de récepteurs particuliers. Démontrer la conformité aux seuils de dépôts fournira une indication sur la probabilité à laquelle les émissions NO_X provenant des opérations du projet proposé auraient un impact négatif sur les sols et/ou les eaux de surface, bien qu'il n'y ait aucun seuil de dépôt défini pour les zones protégées dans cette région. En présumant que toutes les zones de Classe I sont limitées en NO_X pour la formation de l'ozone, on peut déduire qu'il n'y a aucun impact de l'ozone sur la végétation.

La section suivante détaille les résultats de l'analyse de modélisation de la dispersion atmosphérique. Le tableau 3-1 présente un résumé des résultats des contaminants modélisés à différentes périodes de calcul de la moyenne, et les compare à leurs valeurs indicatives recommandées respectives.

Tableau 3-1. Résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique CALPUFF (µg/m³)

Polluant - Période de calcul de la moyenne	Valeurs[1] indicatives recommandées de l'OMS (µg/m³)	Concentrations modélisées pour la période 2014-2016			ID du récepteur le plus impacté		
		2014 (µg/m³)	2015 (µg/m³)	2016 (µg/m³)	2014	2015	2016
NO_2 - 1 heure (H1H)[1]	200	252,33	312,05	254,00	AR37	AR42	AR43
NO_2 - 1 heure (H8H)[2]	200[26]	180,48	196,19	181,29	AR43	AR42	R21
NO_2 - Annuel	40	3,67	3,72	3,88	AR48	AR43	AR43
SO_2 - 24 heures	20	6,06	6,67	11,26	AR44	AR39	AR43
PM_{10} - 24 heures	50	2,85	3,22	5,51	AR44	AR39	AR43
PM_{10} - Annuel	20	0,23	0,24	0,24	AR48	AR43	AR43
$PM_{2,5}$ - 24 heures	25	2,46	2,78	4,77	AR44	AR39	AR43
$PM_{2,5}$ - Annuel	10	0,20	0,20	0,21	AR48	AR43	AR43

[1] Selon les « Lignes directrices de l'OMS relatives à la qualité de l'air pour les matières particulaires, l'ozone, le dioxyde d'azote et le dioxyde de soufre », Mise à jour de 2005, Résumé de l'évaluation des risques.
[2] H1H = Plus élevée des 1ere concentrations les plus élevées, H8H = Plus élevée des 8e concentrations les plus élevées.

Comme indiqué dans le rapport, les émissions NO_X ont été modélisées avec l'hypothèse que tous les NO_X = NO_2, ce qui nous permet de comparer les résultats de modélisation au seuil NO_2 de façon conservatrice. Les concentrations modélisées (µg/m³) représentent la concentration moyenne la plus élevée en 1 heure correspondant à l'année météorologique pour les périodes de calcul de la moyenne à court terme (1 heure, 24 heures), et la concentration annuelle la plus élevée pour la période de calcul de la moyenne annuelle, respectivement. Un examen des résultats indique que les opérations proposées ne dépassent pas les valeurs indicatives recommandées applicables pour SO_2, PM_{10} et $PM_{2.5}$, et la période de calcul de la moyenne annuelle pour NO_2. Trinity a remarqué que les concentrations modélisées maximales (H1H) pour la période de calcul de la moyenne de 1 heure pour NO_2 sont à 156 % du niveau indicatif (c.-à-d. 312,05 µg/m³) si on compare chaque année séparément. Il est à noter que les valeurs indicatives recommandées de l'OMS indiquées dans la Section 2.2 n'ont pas de critères de respect similaires aux normes NAAQS promulguées par l'EPA. Bien que cette analyse de modélisation adopte les critères de respect de l'EPA, elle compare les concentrations modélisées prédites aux normes de l'EPA uniquement à des fins d'exhaustivité, puisque le projet doit respecter les lignes directrices de l'OMS et pas nécessairement les normes de l'EPA. D'autre part, comme indiqué dans le présent rapport, cette analyse de modélisation comprend plusieurs hypothèses conservatrices et, à ce titre, il est peu probable que ces données entraînent des dépassements des seuils relatifs à la qualité de l'air ambiant. Concernant plus spécifiquement le NO_2, l'hypothèse que 100 % des NO_X ont été convertis en NO_2 au niveau des récepteurs est extrêmement conservatrice/irréaliste.

Conformément aux *Lignes directrices relatives à la qualité de l'air* de l'USEPA (les « Lignes directrices de l'EPA »)[27], les NAAQS sont les normes définies comme étant la concentration totale autorisée d'un contaminant dans l'atmosphère. L'analyse NAAQS montre que le projet proposé ne devrait pas entraîner (ou contribuer à) un

[26] Les résultats de NO_2 sont inclus pour la valeur moyenne sur 3 ans du 98e percentile, et sont conformes au critère de respect actuel de la norme utilisée par l'USEPA.
[27] U.S. EPA : Guideline on Air Quality Models, 40 CFR Part 51 – Appendix W (Revised January 17, 2017) (Lignes directrices sur les modèles de qualité de l'air, 40 CFR Partie 51 -- Annexe W (révisée le 17 janvier 2017)), appelée dans les présentes « Lignes directrices de l'EPA »

dépassement des normes fédérales américaines de concentrations dans l'air ambiant. L'analyse NAAQS utilise la somme du modèle de dispersion et une concentration mesurée de suivi de l'air ambiant pour démontrer la conformité. En l'absence d'un réseau de suivi étendu pour le NO_2, aucune concentration représentative de NO_2 mesurée à proximité n'était disponible pour être ajoutée aux résultats modélisés comme concentration de fond. L'impact moyen annuel de NO_2 prédit dans l'analyse NAAQS est indiqué comme étant la concentration modélisée H1H. La valeur de référence pour les NO_2 NAAQS de 1 heure est « la moyenne du 98^e percentile de la distribution annuelle des concentrations quotidiennes maximales moyennes de 1 heure ». Dans un récent document d'orientation, l'U.S. EPA a confirmé que la concentration de référence de l'impact modélisé devrait correspondre à la forme des NO_2 NAAQS de 1 heure et être établie selon la valeur la plus élevée des concentrations quotidiennes maximales de 1 heure du 8^e plus élevé (98^e percentile) de la moyenne de cinq ans au niveau de tous les récepteurs[28].

Cette méthodologie d'application des percentiles aux normes d'émissions est une approche commune dans la réglementation de la qualité de l'air (p. ex., USEPA, UKBEIS). Elle est utilisée pour tenir compte de la nature très variable dans l'environnement des émissions atmosphériques en raison des fluctuations des sources (p. ex., charges, carburants, etc.), des facteurs environnementaux influençant la dispersion (p. ex., conditions météorologiques prévalentes ou extrêmes) et des périodes de calcul de la moyenne (p. ex., extrêmes à court terme vs. moyennes à long terme). L'approche par percentile permet une certaine variabilité de ces valeurs extrêmes en fournissant une démonstration d'une expression plus probabiliste des émissions par rapport aux seuils sur la qualité de l'air. En d'autres termes, la probabilité des dépassements du 98e percentile peut être définie à 2 %. Ce critère de respect permet donc d'obtenir des conditions extrêmes ou moins représentatives/probables entraînant les concentrations de contaminants dans l'air ambiant.

Si la concentration ambiante prévue est inférieure aux NAAQS applicables, le projet proposé ne cause pas (ni ne contribue à) de dépassement des NAAQS et, par conséquent, aucune analyse supplémentaire n'est nécessaire. Si la concentration ambiante prévue est supérieure ou égale aux NAAQS, une analyse de responsabilité est effectuée pour déterminer si la contribution de l'analyse d'impact important est significative au même moment et au même emplacement du dépassement modélisé.

En l'absence de critères de respect disponibles dans les lignes directrices de l'OMS, lorsque l'analyse de modélisation utilise le critère de respect correspondant du NAAQS pour la période de calcul de la moyenne de 1 heure, le 98^e percentile de la concentration quotidienne maximale des résultats NO_2 moyennée sur 3 ans (c.-à-d. moyenne des valeurs NO_2 - 1 heure (H8H) sont de 180,48, 196,18 et 181,29, ce qui équivaut à 185,98 µg/m^3) est à **92,9 %** de la valeur indicative recommandée de l'OMS, et à **98,9 %** de la norme EPA NAAQS pour la période de calcul de la moyenne de 1 heure des NO_2. En l'absence d'un réseau de surveillance étendu pour NO_2, aucune concentration de surveillance des NO_2 représentatifs les plus proches n'était disponible pour être ajoutée à la concentration de fond. **Par conséquent, selon les résultats préliminaires, le projet proposé aura potentiellement un impact minimal à non significatif sur le littoral ainsi que sur les zones intérieures environnantes de Classe I de la Mauritanie et du Sénégal**.

3.1. ANALYSE DE LA CONTRIBUTION DES SOURCES POUR LE MODELE NO_2 DE 1 HEURE

Trinity a effectué une analyse de contribution des sources pour identifier le contributeur le plus important à l'impact maximal total du modèle NO_2 de 1 heure. Il est à noter que cette analyse est effectuée uniquement pour le modèle NO_2 de 1 heure et qu'aucun autre contaminant et/ou aucune autre période de calcul de la moyenne n'ont été analysés. De même, cette analyse est effectuée uniquement pendant un an, car les résultats de l'année 2015 représentent l'impact le plus défavorable, comme illustré dans le tableau 3-1. Il est présumé que la contribution des sources restera également similaire pour les deux autres années météorologiques. Les résultats sont résumés dans le tableau 3-2.

[28] U.S. EPA Technology Transfer Network, Support Center for Regulatory Atmospheric Modeling (SCRAM), Notice Regarding Modeling New Hourly NO2 NAAQS – Updated, February 25, 2010. (Réseau de transfert technologique de l'U.S. EPA, Centre de soutien pour la modélisation atmosphérique réglementaire (SCRAM), Avis concernant la modélisation des nouveaux NO_2 NAAQS horaires -- Mise à jour, 25 février 2010.)

L'analyse de la contribution des sources a été effectuée en sélectionnant le récepteur le plus impacté (ID de récepteur : AR42) et l'heure météorologique la plus défavorable (c.-à-d. la 10e heure du 1er mai 2015) du modèle NO_2 de 1 heure. Comme montré dans le tableau 3-2 « Analyse de contribution des sources » pour l'impact de modélisation H1H NO_2 de 1 heure, les bateaux d'équipage au terminal du hub GNL (ID de source : HUBCB) sont les contributeurs les plus importants (~ 23 %) à l'impact total NO_2 de 1 heure pour l'année 2015 (impact total des NO_2 = 312,5 µg/m^3).

Il est à noter que CALPUFF est un modèle lagrangien gaussien non stabilisé qui contient des modules pour le transport maritime, les effets d'interaction côtière et de la transformation chimique simple [29]. Le modèle simule l'advection des « nuages » de matières émises par des sources modélisées, ce qui permet de simuler les dispersions et les processus de transformation. Ce modèle simule un panache continu comme un ensemble de paquets discrets de matières contaminantes, et la concentration totale au niveau d'un récepteur est la somme des contributions de tous les nuages avoisinants pour toutes les étapes d'échantillonnage avec une étape temporelle de base. En d'autres termes, les nuages générés pendant les heures précédentes peuvent également contribuer à cette concentration, selon les conditions météorologiques dans lesquelles le nuage est transporté dans le domaine computationnel. Par conséquent, les conditions météorologiques pour l'heure ayant l'impact le plus défavorable pendant une année donnée peuvent ne pas être les seules conditions météorologiques qui contribuent aux concentrations indiquées à une heure donnée.

[29] Un Guide d'utilisation du modèle de dispersion CALPUFF (Version 5), janvier 2000 ; http://www.src.com/calpuff/download/CALPUFF_UsersGuide.pdf

Tableau 3-2. Analyse de la contribution des sources à la modélisation de l'impact des NO_2 de 1 heure H1H (µg/m³)

Opérations	ID de source	Description de la source	Hauteur de cheminée MSL (m)	Diamètre intérieur de la cheminée (m)	Température des gaz de cheminée à l'extrémité (°)	Vitesse efficace de sortie des gaz de cheminée (m/sec)	Émissions NOx modélisées (lb/h)	Émissions NOx modélisées (g/s)	Pourcentage de contribution des sources à l'impact NO_2 total
FPSO	FPSOGT	Turbines à gaz	80,00	2,00	555,00	25,09	10,41	1,311E+00	-
	FPSOEGEN	Génératrice de secours	60,00	0,30	380,00	30,70	41,03	5,169E+00	-
	FPSOFWP	Pompes FW	60,00	0,25	380,00	32,90	122,19	1,540E+01	-
	FPSOESG	Génératrice pour les services essentiels	10,00	0,20	0,00	0,001	77,69	9,788E+00	-
	FPSOFI	Allumeurs de torche	125,00	0,80	40,00	347,63	59,77	7,531E+00	-
Navires du FPSO	FPSOAT	Remorqueur	7,00	0,45	573,00	34,00	159.99	2,016E+01	-
	FPSOSB	Navire d'approvisionnement	14,00	0,30	573,00	40,00	102,29	1,289E+01	-
	FPSOGS	Bateau patrouilleur	2,00	0,30	573,00	40,00	35,54	4,479E+00	-
	FPSOCB	Bateau d'équipage	2,00	0,30	573,00	40,00	157,98	1,990E+01	-
Navires du hub GNL	HUBAT	Remorqueur	7,00	0,45	573,00	34,00	159,99	2,016E+01	19,36 %
	HUBST	Remorqueur de service	7,00	0,45	573,00	34,00	159,99	2,016E+01	19,36 %
	HUBML	Navire d'ancrage	7,00	0,45	573,00	34,00	159,99	2,016E+01	19,36 %
	HUBGS	Bateau patrouilleur	2,00	0,30	573,00	40,00	35,54	4,479E+00	4,49 %
	HUBCB	Bateau d'équipage	2,00	0,30	573,00	40,00	157,98	1,990E+01	23,35 %
FLNG	FLNGGT	Turbines à gaz	75,00	3,00	515,00	32,60	104,54	1,317E+01	-
	FLNGGG	Génératrices au gaz	75,00	1,00	380,00	26,80	61,60	7,761E+00	-
	FLNGFI	Allumeurs de torchère	125,00	0,80	-60,00	347,63	49,58	6,247E+00	-
Hub GNL	HUBFI	Allumeurs de torchère	60,00	0,25	-90,00	44,45	1,80	2,271E-01	0,07 %
	HUBGG	Génératrices au gaz	15,00	0,40	380,00	33,50	83,83	1,056E+01	9,34 %
	HUBEG	Génératrice de secours	15,00	0,15	380,00	26,80	0,82	1,038E-01	0,05 %
	HUBFWP	Pompes FW	60,00	0,25	380,00	32,90	62,91	7,927E+00	4,63 %
						TOTAL ->	***1 805,45***	***2,275E+02***	***100,0 %***

Selon l'analyse de contribution des sources présentée dans le tableau 3-2, les navires dans le terminal du hub GNL sont les plus grands contributeurs à l'impact de la modélisation H1H (le bateau d'équipage étant le plus grand contributeur). Il est à noter que les navires exacts au terminal du hub GNL ne sont pas identifiés selon les estimations techniques et de conception actuelles. Par conséquent, pour les besoins de la modélisation préalable, les paramètres d'entrée de cheminée du remorqueur de le FPSO ainsi que les taux d'émissions d'entrée du modèle ont été utilisés pour le remorqueur du terminal du hub GNL et le remorqueur de service et navire d'ancrage, respectivement. Selon les discussions de suivi avec l'équipe du projet, Trinity estime que les paramètres de cheminée et les taux d'émissions modélisés sont conservateurs pour les navires du hub GNL, ce qui est montré par le pourcentage contribution des sources à la colonne d'impact total des NO_2 dans le tableau 3-2. Ces navires ont été également modélisés en tant que sources fixes, au lieu de prendre en considération leur mobilité autour du hub GNL et/ou des opérations de le FPSO, ce qui renforce l'aspect conservateur du modèle. Ce conservatisme est accru dans la modélisation des navires, car il est présumé qu'ils fonctionnent constamment avec une charge de 100 %, même lorsqu'ils sont stationnés dans le hub GNL et le FPSO. De façon réaliste, les charges des navires (et, par conséquent, les taux d'émissions) seront plus faibles lorsque ceux-ci ne sont pas en transit.

De plus, comme discuté de façon plus approfondie dans l'Annexe Ja de ce rapport, seules les émissions associées aux opérations normales ont été prises en comptes lors de l'estimation des émissions atmosphériques. Cela comprend les émissions liées à l'entretien et aux tests de préparation provenant des génératrices, les émissions des brûleurs provenant des torchères, en présumant qu'elles se produisent toutes en même temps (c.-à-d. dans les conditions de fonctionnement normales). Par conséquent, avec la compréhension préliminaire des différents scénarios d'exploitation (scénarios d'urgence, d'exploitation normale et autres) au moment de la configuration du modèle, il a été présumé que les émissions atmosphériques de toutes les sources répertoriées dans le tableau 3-2 seront émises de façon simultanée. Il est à noter également que l'analyse de la contribution des sources a été effectuée à une heure unique de l'année météorologique la plus défavorable, et elle représente réellement les contributions des sources pendant cette heure particulière.

Les sources FLNG devraient avoir des contrôles antipollution plus contraignantes que les sources modélisées des navires. De plus, étant donné que les sources FLNG ont des cheminées plus hautes que les navires, leur contribution à l'impact le plus défavorable est négligeable à nulle, comme illustré dans le tableau 3-2. En outre, étant donné que les sources FPSO (à la fois les navires de le FPSO et les sources de combustion de le FPSO) sont situées plus loin des récepteurs du littoral par rapport au hub GNL/FLNG, leur contribution à l'impact maximal total est nulle à minimale.

Pour la représentation visuelle, les courbes de niveau pour les concentrations modélisées de NO_2 de 1 heure (H1H) sont illustrées sur les figures 3-1 à 3-4. Aux fins d'illustration, les récepteurs du littoral sont supprimés de cette zone dans la figure 3-1 et la figure 3-3, mais ils sont illustrés dans les figures 3-2 et 3-4, respectivement. La grille des récepteurs étant peu linéaire, c.-à-d. qu'elle suit la ligne côtière et ne suit pas un format de grille rectangulaire, les courbes de niveau pourraient nécessiter des données supplémentaires pour interpoler les résultats et créer des tracés de résolution élevée autour des sources des émissions. Étant donné que les récepteurs situés autour des sources d'émissions ne sont pas requis (pour évaluer l'impact maritime, car il ne s'agit pas d'air ambiant), Trinity n'a pas inclus ces données dans les modèles préalables. Cependant, si une analyse de modélisation affinée s'avère nécessaire pour générer des courbes de niveau de résolution plus élevée qui couvrent également l'impact sur l'eau, une configuration de modélisation plus complète et une répétition de la modélisation seraient nécessaires pour satisfaire aux exigences de représentation visuelle de cette analyse. Veuillez noter que la figure 3-2 et la figure 3-4 sont des agrandissements de la figure 3-1 et de la figure 3-3, respectivement.

Figure 3-1. Courbes de niveau pour les concentrations modélisées de NO_2 - 1 heure (H1H) pour l'année 2015

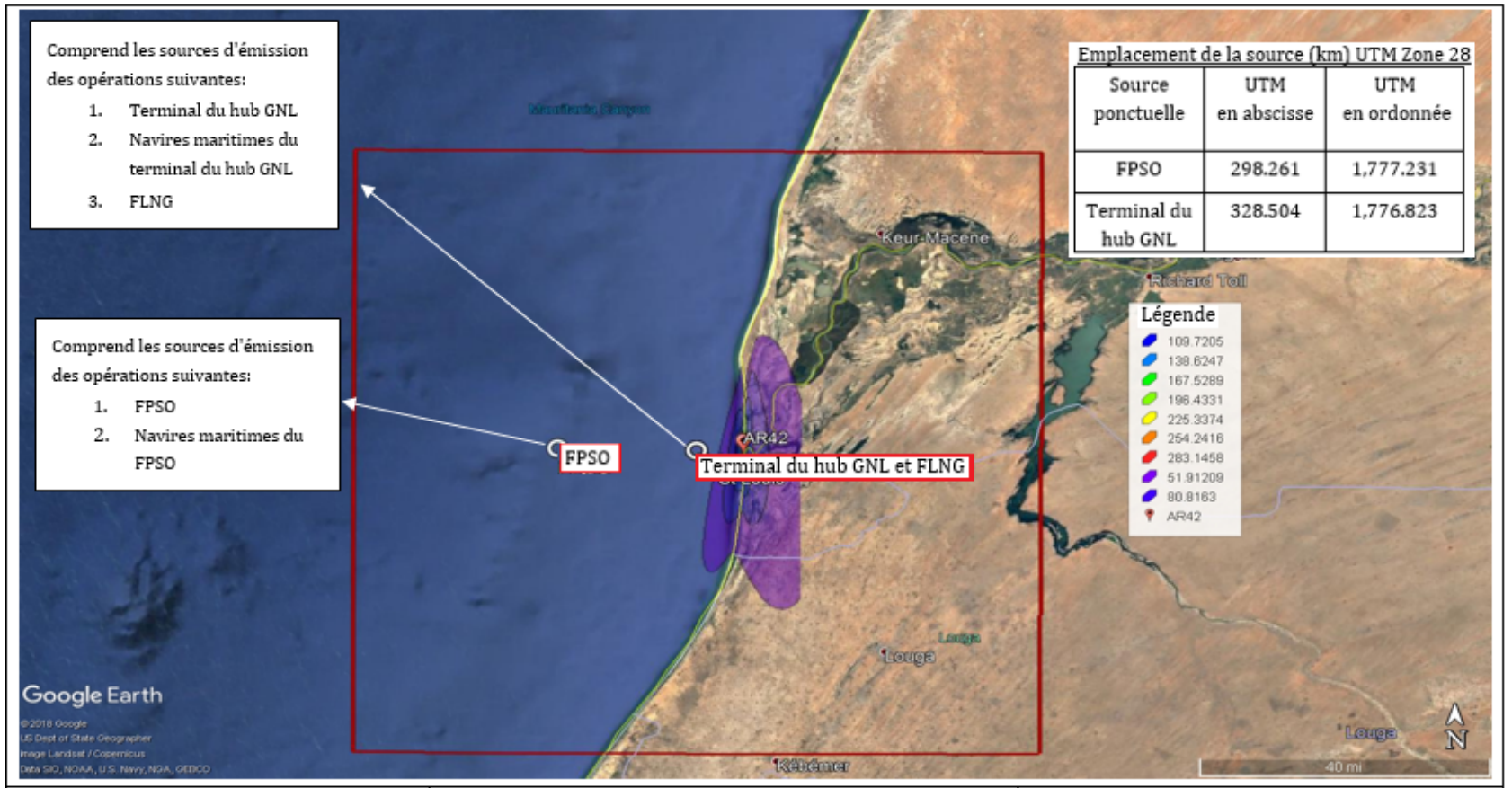


Figure 3-1. Emplacement des récepteurs et des sources	Trinity Consultants	**Tortue Phase 1A Région de la Mauritanie et du Sénégal**
R - Récepteurs discrets, AR - Récepteurs de grille à maille fine		**Sources modélisées**

Figure 3-2. Courbes de niveau pour les concentrations modélisées de NO_2 - 1 heure (H1H) pour le cas le plus défavorable pour l'année 2015

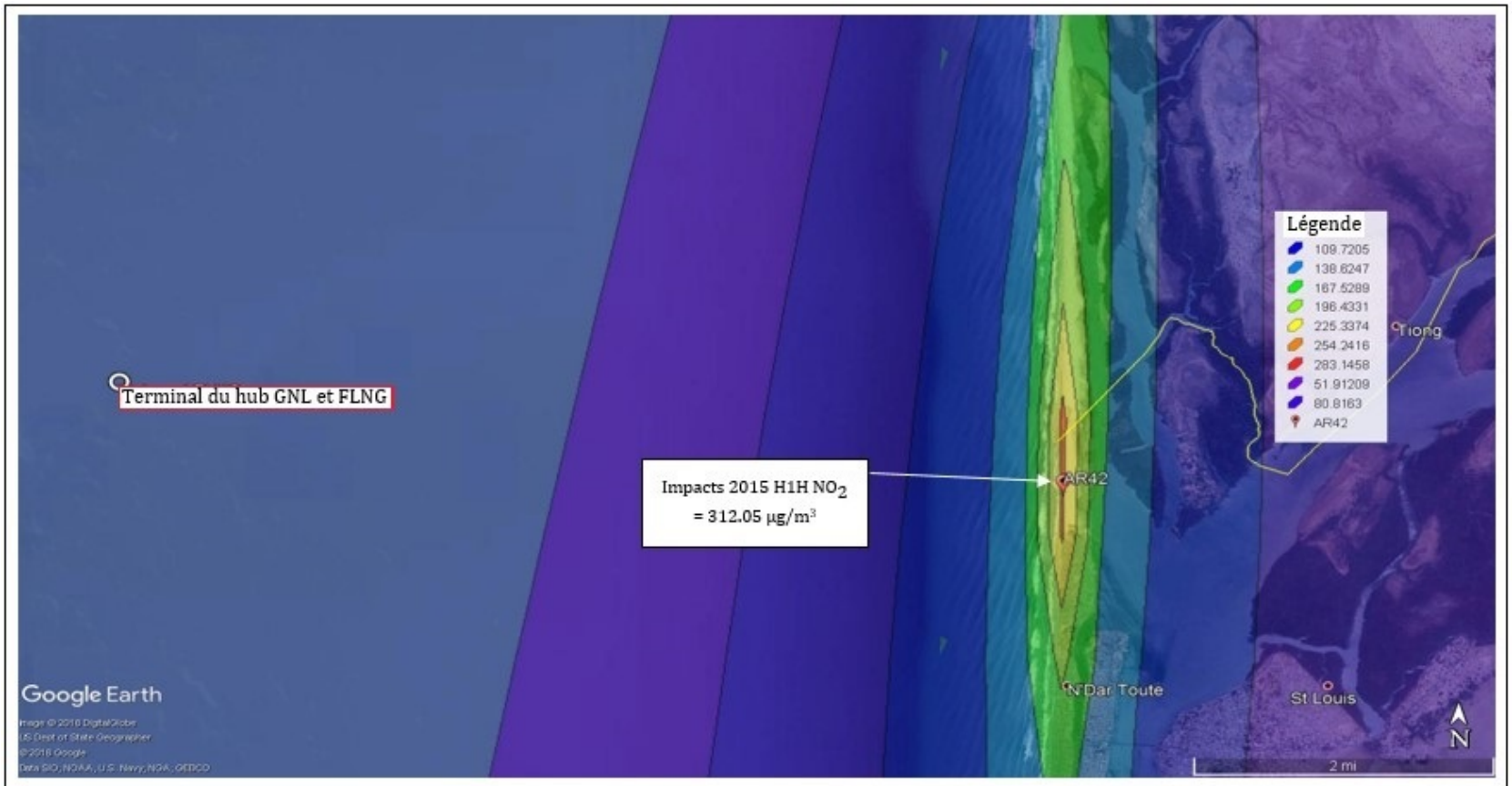


Figure 3-2. Emplacement des récepteurs et des sources	Trinity Consultants	**Tortue Phase 1A Région de la Mauritanie et du Sénégal**
R - Récepteurs discrets, AR - Récepteurs de grille à maille fine Récepteur AR42 : récepteur pire cas avec les impacts les plus élevés de NO_2 - 1 heure		**Sources modélisées**

Figure 3-3. Courbes de niveau pour les concentrations modélisées de NO_2 - 1 heure (H8H) pour l'année 2015

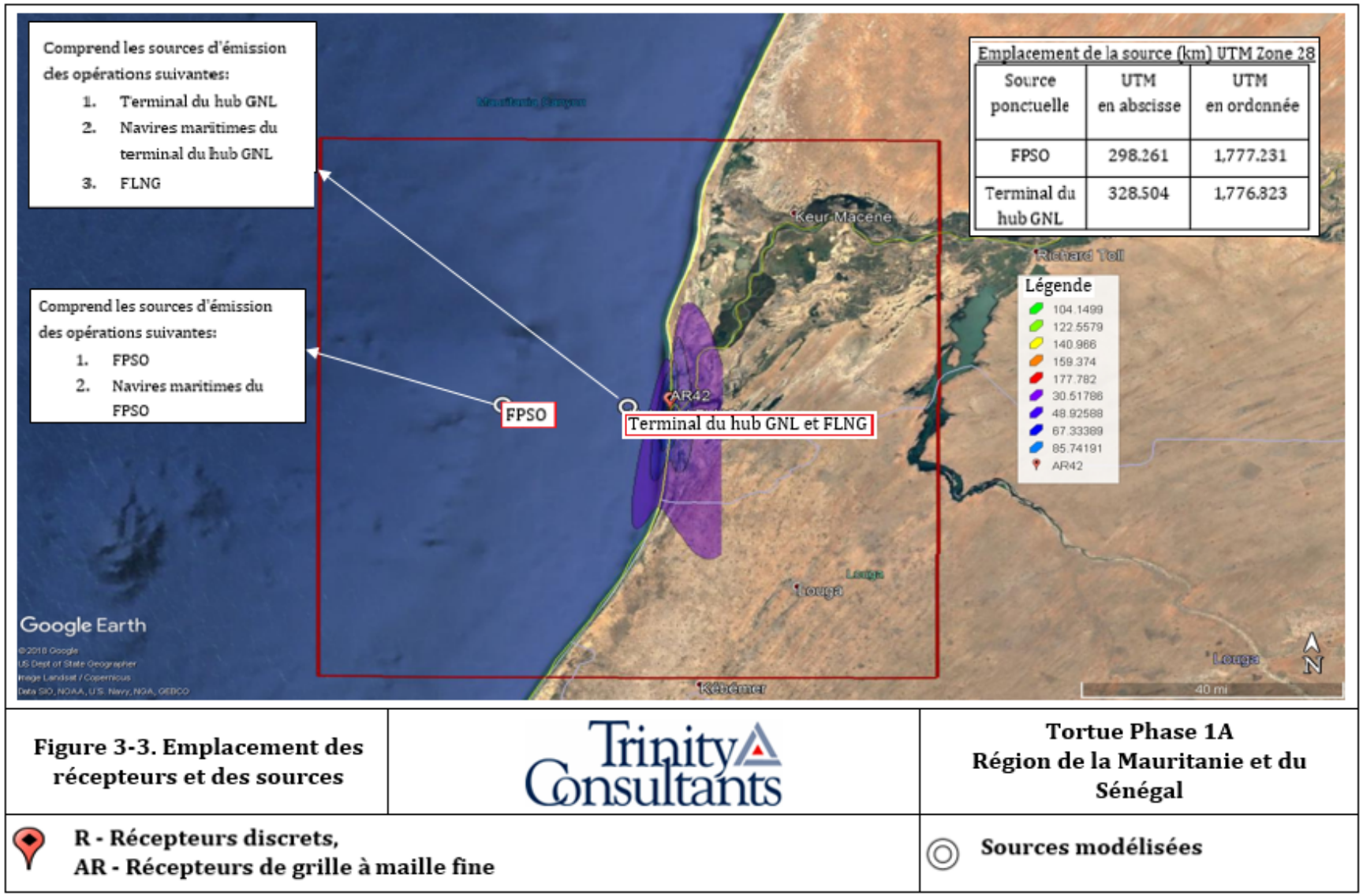


Figure 3-4. Courbes de niveau pour les concentrations modélisées de NO_2 - 1 heure (H8H) pour le cas le plus défavorable pour l'année 2015

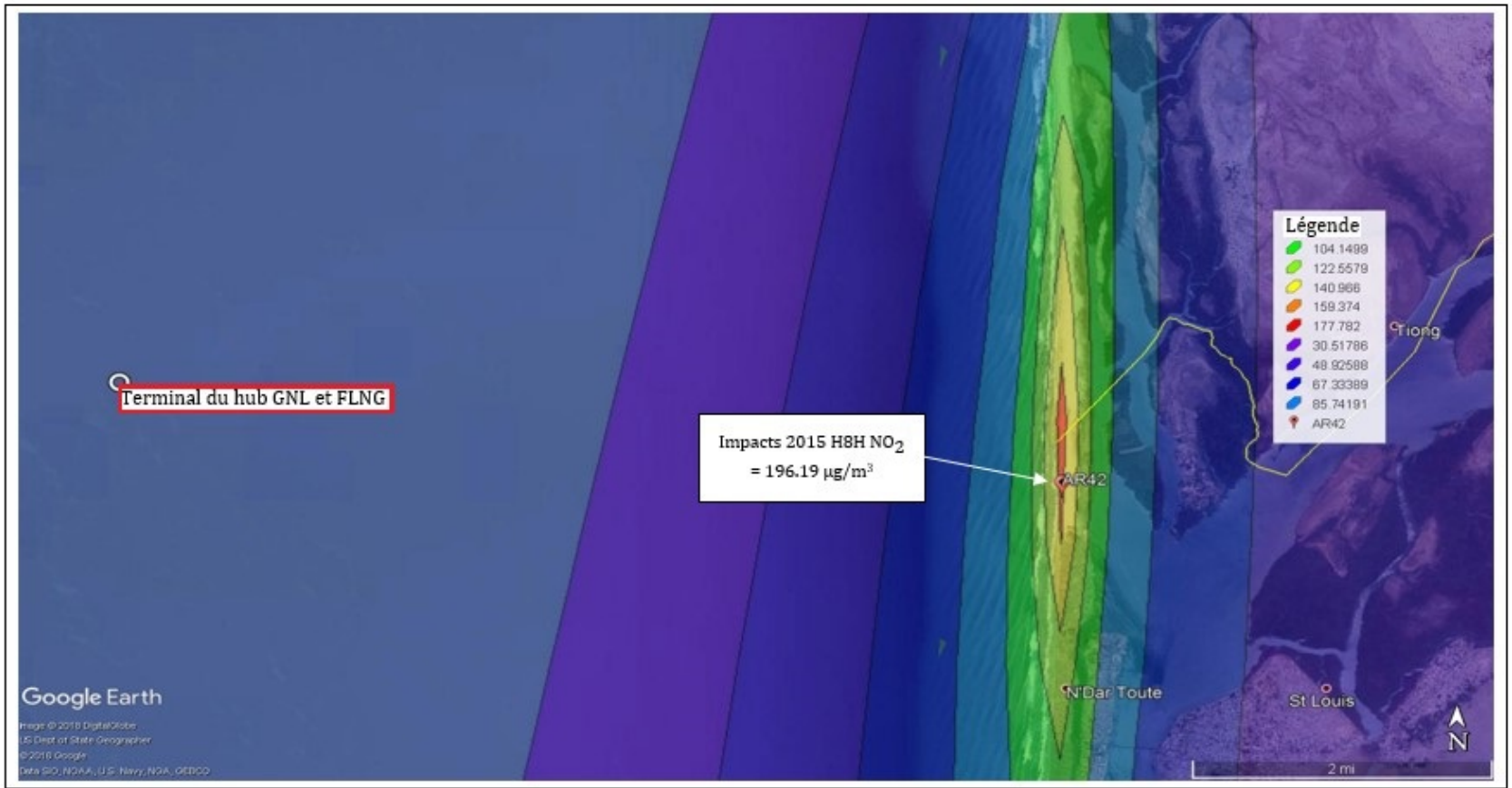


Figure 3-4. Emplacement des récepteurs et des sources	Trinity Consultants	**Tortue Phase 1A Région de la Mauritanie et du Sénégal**
R - Discrete Receptors, AR - Fine Grid Receptors Récepteur AR42 : récepteur pire cas avec les impacts les plus élevés de NO_2 - 1 heure		**Sources modélisées**

3.2. CONCLUSION DES RESULTATS DE MODELISATION

Selon les hypothèses susmentionnées et l'interprétation des résultats de la modélisation de cette étude préalable/préliminaire, il est interprété que les impacts modélisés de la dispersion atmosphérique sont inférieurs aux valeurs indicatives recommandées de l'OMS (*en utilisant la valeur moyenne sur trois ans des résultats de modélisation de NO_2 - 1 heure H8H conformément aux lignes directrices de l'USEPA*) et, par conséquent, inférieur également aux valeurs limites sénégalaises relatives à la qualité de l'air. Par conséquent, selon les hypothèses de conception et d'exploitation actuelles pour les paramètres modélisés, le projet Tortue Phase 1A n'aura pas d'impact significatif sur la qualité de l'air le long du littoral ainsi que dans les zones environnantes terrestres de Classe I de la Mauritanie et du Sénégal. Le tableau ci-dessous montre que la modélisation respecte chaque seuil individuel.

Tableau 3.3 Résumé du modèle

Contaminant - Période de calcul de la moyenne	Valeurs indicatives recommandées de l'OMS ($\mu g/m^3$)	Respect des valeurs indicatives recommandées ?
NO_2 - 1 heure (H1H)	200	Oui
NO_2 - 1 heure (H8H)		
NO_2 - Annuel	40	Oui
SO_2 - 24 heures	20	Oui
PM_{10} - 24 heures	50	Oui
PM_{10} - Annuel	20	Oui
$PM_{2,5}$ - 24 heures	25	Oui
$PM_{2,5}$ - Annuel	10	Oui

** Il est à noter que les valeurs indicatives recommandées de l'OMS indiquées dans la Section 2.2 n'ont pas de critères de respect similaires aux Normes nationales sur la qualité de l'air ambiant (NAAQS, National Ambient Air Quality Standards) promulguées par l'EPA. Voir sections 3-1 et 3-2 de ce rapport.*

Trinity a inclus l'interprétation de l'impact de modélisation de NO_2 - 1 heure et sa comparaison avec les seuils de l'OMS et de l'USEPA uniquement à titre de référence. La raison principale à cela était de montrer que les concentrations de modélisation de NO_2 de 1 heure ne dépassent pas la valeur indicative recommandée de l'OMS et la norme de l'EPA pour les NO_2, puisque la valeur recommandée de l'OMS ne comprend pas de détails sur sa promulgation (c.-à-d. qu'il n'y a pas de critères de respect). Trinity a inclus l'analyse de contribution des sources pour démontrer que les résultats les plus défavorables enregistrés en 2015 pour le NO_2 proviennent autant des conditions météorologiques, et que des émissions élevées de NO_X proviennent des navires de soutien. Les émissions de ces navires sont élevées en raison de la capacité élevée de leurs moteurs, de la spéciation du carburant des navires, du MDO, ainsi que des facteurs d'émissions conservateurs utilisés conformément à la référence actuelle - *Les navires commerciaux sont approvisionnés du Rapport international ICF pour l'US EPA, Méthodologies actuelles pour la préparation des inventaires d'émissions de sources mobiles liés au port, avril 2009*. En outre, bien que les émissions provenant des torchères incluses dans le modèle comprennent uniquement les émissions des brûleurs veilleuse de la torchère, les facteurs d'émissions élevées définis de façon conservatrice selon les données de l'API pour les brûleurs veilleuse de la torchère (incorporées dans la conception actuelle du projet Tortue Phase 1A) sont parmi les contributeurs les plus faibles aux résultats globaux de la modélisation.

Le projet Tortue Phase 1A exploitera un certain nombre de sources d'émissions atmosphériques à chaque installation décrite dans ce rapport de modélisation. Les sections suivantes offrent une brève description de chaque source des installations du projet Tortue Phase 1A, des méthodes utilisées pour estimer les émissions associées à chaque type de source et de la quantité d'oxydes d'azote (NO_x), de monoxyde de carbone (CO), de composés organiques volatils (COV), de matières particulaires (PM), de dioxyde de soufre (SO_2), de polluants atmosphériques dangereux (HAP) et de gaz à effet de serre (GES) émis par chaque source. Pour le calcul des émissions, il a été présumé de façon conservatrice que les PM auront un diamètre aérodynamique de moins de 10 microns (PM_{10}) et de moins de 2,5 microns ($PM_{2,5}$). Les NO_x, CO, COV, PM_{10}, $PM_{2,5}$ et SO_2 sont connus comme étant des contaminants courants. L'Annexe Jb fournit un résumé des émissions de contaminants courants, de GES et de HAP du projet Tortue Phase 1A, en tonnes métriques par année. Pour les besoins de ce rapport, seul le scénario d'exploitation normale a été évalué pour l'estimation des émissions et l'analyse de modélisation de la dispersion.

RESUME DU SCENARIO D'EXPLOITATION NORMALE (COMPRISE DANS LA MODELISATION DE LA DISPERSION)

Le développement d'un scénario d'exploitation normale pour le projet Tortue Phase 1A a été fondé sur les données fournies par BP, Golar LNG (Golar) et KBR, Inc. (KBR)[30]. Lorsque les données opérationnelles spécifiques n'ont pas été fournies, Trinity a présenté une hypothèse conservatrice pour estimer les émissions normales d'une unité d'émissions, selon les unités d'émissions ou règlements similaires observés par des autorités réglementaires spécifiques (tels que l'U.S. EPA, l'OMS, etc.). Un résumé des scénarios d'exploitation normale pour chaque installation et les hypothèses développées est présenté pour chaque source d'émissions.

Sources et hypothèses relatives aux installations du FPSO

L'installation FPSO sera principalement composée de deux (2) turbines à gaz, d'une génératrice de secours, de quatre (4) pompes d'eau d'extinction d'incendie, d'une génératrice pour les services essentiels et de deux (2) torchères de secours.

Les hypothèses suivantes ont été établies pour le scénario d'exploitation normale des unités d'émissions des installations du FPSO :

- Chaque turbine à gaz aura une puissance nominale de 7,6 MWe, soit une puissance nominale combinée de 15,3 MWe, conformément au Rapport sur le projet Tortue Phase 1A de novembre 2017[31] ;
- Selon les estimations techniques préliminaires, les deux (2) turbines à gaz auront une disponibilité annuelle de fonctionnement normal de 95 %. Trinity a présumé une combustion au carburant diesel de 500 heures et les heures restantes comme combustion au gaz naturel, en tant qu'estimation conservatrice attribuable aux capacités à double carburant des turbines ;
- Selon les estimations techniques préliminaires fournies par BP, la génératrice de secours aura une puissance nominale de 1,25 MWe.
- Selon les informations fournies par BP le 20 novembre 2017, les heures de fonctionnement annuel potentielles de la génératrice de secours sont projetées à 216 heures. Le fonctionnement normal de la génératrice comprendra uniquement l'entretien et les tests de préparation, et ne comprend pas le fonctionnement pendant une situation d'urgence ;
- Selon les estimations techniques fournies par BP, la puissance nominale des quatre (4) pompes d'eau d'extinction d'incendie sera de 1,00 MWe.

[30] Le dernier ensemble de données a été fourni par BP le 13 décembre 2017.
[31] The Tortue Development Project "Energy Usage and Air Emissions Forecast", (« Prévisions relatives à la consommation d'énergie et aux émissions atmosphériques » du projet de développement Tortue) novembre 2017.

- Étant donné qu'aucune estimation relative au fonctionnement annuel hors situations d'urgence n'a été finalisée au moment de cette évaluation, Trinity a estimé les heures de fonctionnement annuel potentielles des pompes d'eau d'extinction d'incendie à 100 heures[32], ce qui comprend l'entretien et les tests de préparation des unités.
- Selon les estimations techniques fournies par BP, la génératrice pour les services essentiels aura une puissance nominale de 2,5 MWe.
- Selon les informations fournies par BP, les heures de fonctionnement annuel potentielles de la génératrice pour les services essentiels sont estimées à 438 heures.
- Selon les informations de conception préliminaires, il a été présumé que le FPSO sera équipé de deux (2) torchères de secours, mais puisqu'un (1) seul ensemble de données sur les cheminées et les émissions a été fourni pour les opérations des brûleurs veilleuse de torchère dans les derniers détails de conception, il a été présumé que les émissions des torchères sont équivalentes ; et
- Les opérations normales des deux (2) torchères de secours sont uniquement composées de brûleurs veilleuse, qui devraient fonctionner en continu. Les opérations normales des torchères ne modélisent pas les conditions d'urgence et imprévues d'allumage des torchères. Les données relatives à la consommation de gaz naturel des brûleurs veilleuse des torchères ont été fournies par BP.

Les calculs détaillés des émissions sont fournis dans l'Annexe Jb de ce rapport.

Sources et hypothèses relatives à aux installations du FLNG

Les installations du FLNG sont composées principalement de quatre (4) turbines à gaz, deux (2) génératrices à gaz et trois (3) torchères de secours.

Selon les estimations techniques fournies par BP, les hypothèses suivantes ont été établies pour le scénario d'exploitation normale des unités d'émissions des installations du FLNG :

- Chacune des quatre (4) turbines à gaz aura une puissance nominale de 33,7 MWe ;
- Les quatre (4) turbines à gaz auront une disponibilité annuelle de fonctionnement normal de 97 % ;
- La puissance nominale des deux (2) génératrices à gaz sera de 9,00 MWe ;
- Trinity a adopté une estimation conservatrice concernant le fonctionnement annuel potentiel des génératrices à gaz comme étant équivalent aux heures de fonctionnement des turbines à gaz, c.-à-d. 97 % d'utilisation annuelle ;
- Selon les informations de conception préliminaires, il a été présumé que le FLNG sera équipé de trois (3) torchères de secours, mais puisqu'un (1) seul ensemble de données sur les cheminées et les émissions a été fourni pour les opérations des brûleurs veilleuse de torchère du FLNG dans les derniers détails de conception fournis par BP, il a été présumé que les émissions des torchères sont équivalentes ; et
- Les opérations normales des torchères de secours sont uniquement composées du brûleur veilleuse de la torche, qui devrait fonctionner en continu. Les opérations normales des torchères ne modélisent pas les conditions d'urgence et imprévues d'allumage des torchères. Les données relatives à la consommation de gaz naturel des brûleurs veilleuse des torchères ont été fournies par BP. Les taux de consommation totale de gaz naturel des torchères ont été combinés pour fournir les émissions totales provenant des opérations des brûleurs veilleuse.

Les calculs détaillés des émissions sont fournis dans l'Annexe Jb de ce rapport.

[32]Les réglementations fédérales de l'U.S. EPA relatives aux moteurs à mouvement alternatif à combustion interne (RICE) à l'arrêt limitent les heures de fonctionnement annuel maximales pour les moteurs de secours à 100 heures par an. Cependant, étant donné que ce projet ne tombe pas sous la juridiction de l'U.S. EPA, il est supposé que le fonctionnement hors situations d'urgence des génératrices de secours (216 heures) et des génératrices pour les services essentiels (438 heures) pour le FPSO sera approuvé par les autorités réglementaires impliquées dans l'autorisation de ce projet.

Sources et hypothèses relatives aux installations du hub GNL

Le hub GNL sera principalement composée de deux (2) génératrices à gaz, d'une génératrice de secours, de deux (2) pompes d'eau d'extinction d'incendie, et d'une torchère de secours.

Selon les estimations techniques fournies par BP, les hypothèses suivantes ont été établies pour le scénario d'exploitation normale des unités d'émissions du hub GNL :

- La puissance nominale des deux (2) génératrices à gaz sera de 2,50 Mwe ;
- Les deux (2) génératrices à gaz auront une disponibilité annuelle de fonctionnement normal de 95 % ;
- La puissance nominale de la génératrice de secours sera de 0,25 Mwe ;
- Trinity a estimé les heures de fonctionnement normal potentielles de la génératrice de secours à 100 heures[33], ce qui comprend l'entretien et les tests de préparation de l'unité.
- Selon les lignes directrices fournies par la CSA, la puissance nominale des deux (2) pompes d'eau d'extinction d'incendie sera de 1,00 Mwe :
- Trinity a estimé les heures de fonctionnement normal potentielles des pompes d'eau d'extinction d'incendie à 100 heures[34], ce qui comprend l'entretien et les tests de préparation de l'unité ;
- Selon les informations de conception préliminaires fournies par BP, il a été présumé que les installations du hub GNL contiennent une seule torchère de secours ; et
- L'opération normale de la torchère de secours est uniquement composée du brûleur veilleuse de la torche, qui devrait fonctionner en continu. L'opération normale de la torchère ne modélise pas les conditions d'urgence et imprévues d'allumage de la torchère. Les données relatives à la consommation de gaz naturel du brûleur veilleuse ont été fournies par BP.

Les calculs détaillés des émissions sont fournis dans l'Annexe Jb de ce rapport.

Navires de soutien et hypothèses

Les navires de soutien du FPSO sont composés de trois (3) remorqueurs d'assistance, d'un navire d'approvisionnement, d'un bateau patrouilleur et d'un bateau d'équipage. Les remorqueurs d'assistance sont destinés à décharger le condensat des installations tous les 67 jours en moyenne. Le navire d'approvisionnement sera utilisé pour approvisionner les installations avec les matières nécessaires et charger/décharger le MEG riche/pauvre utilisé pour déshydratation. Le bateau patrouilleur fonctionnera en continu dans le secteur du FPSO. Le bateau d'équipage sera utilisé pour le transport de l'équipage entre la côte et le FPSO.

Les navires de soutien des installations du hub GNL/FLNG sont composés de trois (3) remorqueurs d'assistance, d'un remorqueur de service, d'un bateau patrouilleur, de trois (3) navires d'ancrage et d'un bateau d'équipage. Les informations relatives au remorqueur de service et au bateau patrouilleur n'étaient pas finalisées dans le rapport d'informations de conception préliminaire fourni par BP le 20 novembre 2017. Par conséquent, pour une estimation conservatrice des émissions, il a été présumé que les émissions du remorqueur de service et des navires d'ancrage seraient équivalentes à celles des trois (3) remorqueurs d'assistance du hub GNL/FLNG, et que les émissions du bateau patrouilleur seraient équivalentes à celles du bateau patrouilleur du FPSO.

Les hypothèses suivantes ont été établies pour le scénario d'exploitation normale pour les navires de soutien[35] :

- Les émissions des moteurs principaux des navires et des moteurs auxiliaires de toutes catégories ont été extraites des tableaux 2-9, 2-13 et 2-16 du Rapport international de l'ICF (2007)
- Les trois (3) remorqueurs d'assistance de le FPSO devraient fonctionner 216 heures par an ;
- Le remorqueur d'approvisionnement de le FPSO devrait fonctionner 288 heures par an ;

[33] Les réglementations fédérales de l'U.S. EPA relatives aux moteurs à mouvement alternatif à combustion interne (RICE) à l'arrêt limitent les heures de fonctionnement annuel maximales pour les moteurs de secours à 100 heures par an.
[34] Ibid.
[35] Les détails opérationnels et relatifs aux émissions des navires de soutien ont été fournis par BP le 20 novembre 2017.

- Il est présumé de façon conservatrice, que le bateau patrouilleur de le FPSO et du FLNG/hub GNL fonctionnera en continu ;
- Le bateau d'équipage du FPSO devrait fonctionner 1 248 heures par an ;
- Les trois (3) remorqueurs d'assistance du FLNG/hub GNL devraient fonctionner 1 752 heures par an ;
- Trinity a présumé, de façon conservatrice, que le remorqueur de service et les navires d'ancrage du FLNG/hub GNL auraient le même scénario de fonctionnement normal que les remorqueurs d'assistance du FLNG/hub GNL, avec 1 752 heures de fonctionnement annuel.
- Trinity a présumé, de façon conservatrice, que le bateau patrouilleur de FLNG/hub GNL aurait le même scénario de fonctionnement normal que le bateau patrouilleur du FPSO et qu'il fonctionnera en continu ; et
- Le bateau d'équipage du FLNG/hub GNL devrait fonctionner 4 380 heures par an.

DETAILS DE CALCUL DES EMISSIONS - SCENARIO D'EXPLOITATION NORMALE

Comme mentionné plus haut, les émissions potentielles liées au développement d'un scénario d'exploitation normale pour le projet Tortue Phase 1A ont été fondées sur les données fournies par BP, Golar et KBR. Lorsque les données sur les émissions spécifiques n'ont pas été fournies, Trinity a développé une hypothèse conservatrice pour estimer les opérations normales de l'unité d'émissions, selon les unités d'émissions similaires ou les règlements observés par des autorités réglementaires spécifiques (tels que l'U.S. EPA, l'OMS, etc.)

Voici une description du processus utilisé pour calculer les émissions potentielles selon les données fournies :

- Les émissions potentielles sont fournies lorsque cela est possible, selon les données fournies par BP, Golar ou KBR à Trinity en vertu de son contrat de sous-traitance avec Golder, CSA conclu le 13 décembre 2017 ;
- Si les données sur les émissions n'étaient pas disponibles chez BP, Golar ou KBR pour calculer les émissions potentielles, les émissions fondées sur les facteurs API fournies par BP ou KBR le 20 novembre 2017[36] ont été utilisées ;
- Si les facteurs d'émissions API n'ont pas été fournis pour une source d'émissions ou un certain contaminant, les facteurs d'émissions AP-42 ont été utilisés pour la source et le type de carburant correspondants.

La sous-section suivante décrit le développement des émissions potentielles du scénario d'exploitation normale de chaque installation et les hypothèses faites pour chaque unité d'émissions.

Turbines à gaz

Installations du FPSO

Les deux (2) turbines à gaz (TG) des installations du FPSO seront utilisées pour générer l'électricité pour les installations. L'énergie totale requise pour les installations conformément au Rapport CSA Tortue[37] sera de 15,3 MWe pour la Phase 1A de production. Par conséquent, la capacité de chaque turbine a été estimée à 7,6 MWe, ce qui donne une capacité combinée de 15,3 MWe.

Les GT de le FPSO consommeront du gaz naturel comme carburant principal et du diesel comme carburant secondaire dans le cas où le gaz naturel ne serait pas disponible. Les émissions potentielles ont été fondées sur l'estimation que les GT ont une disponibilité annuelle de 95 %, avec 500 heures de fonctionnement au diesel, selon une estimation conservatrice.

Combustion du gaz naturel

Les émissions liées à la combustion du gaz naturel ont été calculées à l'aide des hypothèses suivantes :

Le contenu calorifique du gaz naturel (en unités thermiques britanniques par kilowattheure ([Btu/kWh]) en tant que pouvoir calorifique inférieur (PCI) brûlé dans les GT et le taux de consommation de carburant (tonnes de carburant/h) de chaque turbine ont été fournis par BP et utilisés pour estimer les émissions provenant du fonctionnement annuel de chaque turbine. Le PCI du gaz naturel fourni par BP a été converti en pouvoir calorifique supérieur (PCS) en augmentant le PCI de 11 %. Les émissions de NO_X, CO, PM et SO_2 ont été fournies par BP selon les estimations techniques préliminaires en grammes par seconde (g/s). Les émissions de COV ont été estimées à l'aide du facteur d'émissions API fourni par BP selon les dernières données de conception. Les émissions de polluants atmosphériques dangereux (HAP) ont été calculées à l'aide des facteurs d'émissions AP-42 Section 3.1-3, combustion du gaz naturel (en livres par million d'unités thermiques britanniques [lb/MMBtu]), qui

[36] Les facteurs d'émissions API ont été fournis pour un certain nombre de sources d'émissions par BP en réponse à la demande de données de Trinity Consultants le 20 novembre 2017. Ces facteurs d'émissions ont été considérés comme étant plus exacts que les facteurs AP-42 pour représenter les émissions, lorsqu'ils sont disponibles.
[37] The Tortue Development Project "Energy Usage and Air Emissions Forecast", (« Prévisions relatives à la consommation d'énergie et aux émissions atmosphériques » du projet de développement Tortue) novembre 2017.

utilisent le pouvoir calorifique supérieur (PCS) du gaz naturel. Les émissions de GES pour la combustion du gaz naturel ont été basées sur les facteurs d'émissions API fournis par BP le 20 novembre 2017. Les émissions d'équivalents de dioxyde de carbone (CO_2e) ont été calculées à l'aide du Potentiel de réchauffement planétaire (PRP) du Code of Federal Regulations (CFR) des États-Unis, Titre 40, Partie 98, tableau A-1, et sont 1 pour les CO_2, 25 pour les CH_4 et 298 pour les N_2O.

Combustion du carburant diesel

Les émissions provenant de la combustion du carburant diesel sont incluses à des fins de documentation. L'analyse de modélisation préalable ne comprend pas les émissions diesel provenant des turbines à gaz. Les émissions liées à la combustion du carburant diesel ont été calculées à l'aide des hypothèses suivantes :

Le contenu calorifique du carburant diesel (MMBtu/ 1 000 gallons) a été basé sur la valeur de référence de l'AP-42 pour le PCS du mazout. Il a été présumé que le taux de consommation de carburant est équivalent à celui du gaz naturel, qui a été fourni par BP pour estimer de façon conservatrice les émissions de combustion diesel. Les émissions de chaque contaminant courant et HAP ont été basées sur les facteurs d'émissions AP-42, Section 3.1-1, pour la combustion de mazout non contrôlée. Les émissions de GES ont été basées sur les facteurs d'émissions 40 CFR Partie 98 pour la combustion du mazout. Les émissions de CO_2e ont été calculées à l'aide du PRG, Partie 98, Tableau A-1, et sont 1 pour les CO_2, 25 pour les CH_4 et 298 pour les N_2O.

Installations du FLNG

Les quatre (4) GT des installations du FLNG sont utilisées pour entraîner les compresseurs de réfrigérant, en utilisant la récupération de chaleur (WHR) pour fournir de la chaleur nécessaire à la production du flux d'énergie. La capacité de chaque turbine a été estimée à 33,7 MWe, ce qui donne une capacité combinée de 134,8 MWe. Les GT du FLNG fonctionneront uniquement au gaz naturel.

Combustion du gaz naturel

Les émissions liées à la combustion du gaz naturel ont été calculées à l'aide des hypothèses suivantes :

Les émissions potentielles ont utilisé les hypothèses conservatrices selon lesquelles les GT auront une disponibilité de 97 % pendant l'année civile. Le contenu calorifique du gaz naturel (Btu/kWh]) en tant que capacité calorifique inférieur (PCI) brûlé dans les GT et le taux de consommation de carburant (MMBtu/h) de chaque turbine ont été fournis par BP le 20 novembre 2017 et utilisés pour estimer les émissions provenant du fonctionnement annuel de chaque turbine. Le PCI du gaz naturel fourni par BP a été converti en pouvoir calorifique supérieur (PCS) en augmentant le PCI de 11 %. Les émissions de NO_X, CO, PM et SO_2 ont été fournies par BP selon les dernières données de conception (en g/s). Les émissions de COV ont été estimées à l'aide de l'AP-42, Section 3.1-2a, pour la combustion du gaz naturel dans les turbines à combustion fixes. Les émissions de polluants atmosphériques dangereux (HAP) ont été calculées à l'aide des facteurs d'émissions AP-42 Section 3.1-3, combustion du gaz naturel (en lb/MMBtu), qui utilisent le pouvoir calorifique supérieur (PCS) du gaz naturel. Les émissions de GES pour la combustion de gaz naturel ont été basées sur les facteurs d'émissions pour la combustion de gaz naturel fournis dans 40 CFR Partie 98. Les émissions de CO_2e ont été calculées à l'aide du PRG, 40 CFR, Partie 98, tableau A-1, et sont 1 pour les CO_2, 25 pour les CH_4 et 298 pour les N_2O.

Génératrices au gaz

Installations du FLNG

Les deux (2) génératrices au gaz dans les installations du FLNG sont utilisés pour la production d'énergie lorsque la récupération de la chaleur (WHR) sur les turbines à gaz n'est pas suffisante pour répondre à la demande d'énergie électrique. Chaque génératrice a été estimé à 9 MWe.

Les génératrices au gaz fonctionneront uniquement au gaz naturel. Les émissions potentielles ont été basées sur l'estimation conservatrice selon laquelle les génératrices auront une disponibilité annuelle de 97 %, soit la même

que les GT. Le contenu calorifique du gaz naturel (Btu/kWh) en tant que capacité calorifique inférieur (PCI) utilisé dans les GT a été fourni par BP et considéré comme étant équivalent aux GT parce qu'elles fonctionneront dans les mêmes installations et utiliseront probablement le même carburant. Le PCI du gaz naturel fourni par BP a été converti en pouvoir calorifique supérieur (PCS) en augmentant le PCI de 11 %. Les émissions de NO_X, CO, COV[38] et SO_2 ont été fournies par Golar (en tonne/h). Les émissions de PM ont été basées sur le facteur d'émissions PM maximal AP-42 Section 3.2 pour les moteurs à mouvement alternatif alimentés au gaz naturel[39]. Les émissions de polluants atmosphériques dangereux (HAP) ont été calculées à l'aide des facteurs d'émissions AP-42 Section 3.2-1, combustion du gaz naturel pour les moteurs deux temps à mélange pauvre non contrôlés (en lb/MMBtu), qui utilisent le pouvoir calorifique supérieur (PCS) du gaz naturel. Les émissions de GES pour la combustion du gaz naturel sont basées sur le facteur d'émissions CO_2 fourni par Golar et le facteur d'émissions 40 CFR Partie 98 pour les CH_4 et N_2O. Les émissions de CO_2e ont été calculées à l'aide du PRG, 40 CFR, Partie 98, tableau A-1, et sont 1 pour les CO_2, 25 pour les CH_4 et 298 pour les N_2O.

Installations du hub GNL

Les deux (2) génératrices au gaz dans l'installations du hub GNL sont utilisés pour la production d'énergie. Chaque génératrice a été estimé à 2,5 MW_e.

Les génératrices au gaz consommeront uniquement du gaz naturel (gaz de combustion). Les émissions potentielles ont été basées sur l'estimation conservatrice selon laquelle les génératrices auront une disponibilité annuelle de 95 %. Le contenu calorifique du gaz naturel (Btu/kWh) utilisé dans les génératrices au gaz a un pouvoir calorifique inférieur (PCI) qui a été fourni par BP et considéré comme étant équivalent au contenu calorifique du carburant utilisé dans le FLNG parce que le Hub et le FLNG seront situés au même endroit et utiliseront probablement le même carburant. Le PCI du gaz naturel fourni par BP a été converti en capacité calorifique supérieur (PCS) en augmentant le PCI de 11 %. Les émissions de NO_X, CO et SO_2 ont été fournies par BP (en g/s). Les émissions de PM et de COV ont été basées sur les facteurs d'émissions PM et COV maximum AP-42 Section 3.2 pour les moteurs à mouvement alternatif alimentés au gaz naturel[40]. Les émissions de polluants atmosphériques dangereux (HAP) ont été calculées à l'aide des facteurs d'émissions AP-42 Section 3.2-1, combustion du gaz naturel pour les moteurs deux temps à mélange pauvre non contrôlés (en lb/MMBtu), qui utilisent le pouvoir calorifique supérieur (PCS) du gaz naturel.

Les émissions de GES pour la combustion du gaz naturel sont basées sur le facteur d'émissions 40 CFR Partie 98 pour les CO_2, CH_4 et N_2O. Les émissions de CO_2e ont été calculées à l'aide du PRG, 40 CFR, Partie 98, tableau A-1, et sont 1 pour les CO_2, 25 pour les CH_4 et 298 pour les N_2O.

Équipements auxiliaires alimentés au diesel

Installations du FPSO

Le FPSO aura un certain nombre d'équipements de secours et de réserve alimentés au diesel. La génératrice de secours et les quatre (4) pompes d'eau d'extinction d'incendie seront utilisées dans les situations d'urgence. Si l'alimentation principale n'est pas disponible, la génératrice de secours sera utilisée pour fournir de l'énergie aux installations du FPSO. Les quatre (4) pompes d'eau d'extinction d'incendie seront utilisées pour assurer une couverture adéquate en cas d'incendie. La génératrice de secours a une puissance nominale de 1,25 MWe et chaque pompe d'eau d'extinction d'incendie a une puissance nominale de 1 MWe. La génératrice pour services essentiels sera utilisée comme génératrice de réserve pour les GT afin de s'assurer que les installations sont alimentées en tout temps. La génératrice pour services essentiels a une puissance nominale de 2,5 MWe. La

[38] Il a été présumé, de façon conservatrice, que le taux total d'émissions d'hydrocarbures non méthaniques (NMHC) équivaut à toutes les émissions de COV.
[39] Le facteur d'émissions maximal de PM pour AP-42 Section 3.2 concerne un moteur deux temps à mélange pauvre non contrôlé.
[40] Les facteurs d'émissions PM et COV maximum AP-42 Section 3.2 concernent un moteur deux temps à mélange pauvre non contrôlé.

génératrice, les pompes d'eau d'extinction d'incendie et la génératrice pour services essentiels seront alimentés au diesel.

Les opérations annuelles prévues de la génératrice de secours ont été fournies par BP et ont été estimées à 216 heures, ce qui comprend les temps d'arrêt et les activités d'entretien effectuées sur l'unité. Étant donné que l'estimation prévue des opérations annuelles des pompes d'eau d'extinction d'incendie n'a pas été finalisée avant le calcul des émissions et les analyses de modélisation, la durée a été estimée à 100 heures par année, ce qui représente une estimation conservatrice concernant les activités d'urgence et d'entretien effectuées sur les pompes. Les opérations annuelles prévues de génératrice pour services essentiels ont été fournies par BP et ont été estimées à 438 heures, ce qui représente une estimation conservatrice de 18,25 jours de fonctionnement sur une base annuelle.

Les taux d'émissions potentiels de NO_X, CO et SO_2 de la génératrice de secours et des pompes d'eau d'extinction d'incendie ont été fournis par BP. Les émissions de NO_X, CO et SO_2 de la génératrice pour services essentiels n'ont pas été finalisées pour le moment et, par conséquent, les émissions de NO_X et de CO ont été estimées en utilisant les facteurs d'émissions API fournis précédemment par BP, et les émissions de SO_2 de la génératrice pour services essentiels ont été estimées de façon conservatrice en présumant que la teneur en soufre du carburant diesel est de 1,0 %.

Les émissions de PM de tous les moteurs ont été estimées à l'aide des facteurs d'émissions AP-42 Section 3.3-1 pour la combustion du carburant diesel. Les émissions de COV pour tous les moteurs ont été calculées selon les facteurs d'émissions API fournis par BP.

Les émissions HAP pour tous les équipements diesel ont été calculées selon la consommation de carburant approximative de chaque moteur diesel à pleine charge[41] (en gal/h), et le PCS approximatif du carburant diesel fourni dans la référence AP-42 est basé sur le PCS du distillat de mazout (MMBtu/gal) ainsi que le fonctionnement annuel potentiel de chaque moteur.

Les émissions de GES pour la combustion du carburant diesel ont été basées sur les facteurs d'émissions API pour les CO_2, CH_4 et N_2O fournis par BP. Les émissions de CO_2e ont été calculées à l'aide du PRG, 40 CFR, Partie 98, tableau A-1, et sont 1 pour les CO_2, 25 pour les CH_4 et 298 pour les N_2O.

Installations du hub GNL

La génératrice de secours du hub GNL sera utilisée en cas de panne de courant. La puissance nominale de la génératrice sera de 0,25 MWe. Les deux (2) pompes d'eau d'extinction d'incendie du hub GNL seront utilisées pour assurer une couverture adéquate en cas d'incendie. La puissance de chaque pompe d'eau d'extinction d'incendie sera de 1 MWe. La génératrice de secours et les pompes d'eau d'extinction d'incendie fonctionneront uniquement au carburant diesel.

Étant donné que l'estimation des opérations annuelles de la génératrice de secours et des pompes d'eau d'extinction d'incendie n'a pas été finalisée au moment de cette évaluation, une estimation conservatrice de 100 heures pour chaque pièce d'équipement a été retenue, en incluant les activités d'urgence, de temps d'arrêt et d'entretien des unités.

Les émissions de NO_X, CO et SO_2 de la génératrice de secours ont été fournies par BP. Les émissions de NO_X, CO et SO_2 des pompes d'eau d'extinction d'incendie n'ont pas été finalisées au moment de cette évaluation et, par conséquent, les émissions de NO_X et de CO ont été estimées en utilisant les facteurs d'émissions API fournis précédemment par BP, et les émissions de SO_2 des pompes d'eau d'extinction d'incendie ont été estimées de façon conservatrice en présumant que la teneur en soufre dans le carburant diesel est de 1,0 %.

[41] La consommation de carburant approximative d'un moteur diesel à pleine charge est basée sur les informations fournies sur http://www.dieselserviceandsupply.com/Diesel_Fuel_Consumption.aspx

Les émissions de PM de tous les moteurs ont été estimées à l'aide des facteurs d'émissions AP-42 Section 3.3-1 pour la combustion du carburant diesel. Les émissions de COV de tous les moteurs ont été calculées selon le facteur d'émissions API fourni par BP pour la génératrice de secours, des pompes d'eau d'extinction d'incendie et de la génératrice pour services essentiels de le FPSO.

Les émissions HAP pour tous les équipements diesel ont été calculées selon la consommation de carburant approximative de chaque moteur diesel à pleine charge[42] (en gal/h), et le PCS approximatif du carburant diesel fourni AP-42 est basé sur le PCS du distillat de mazout (MMBtu/gal) ainsi que le fonctionnement annuel potentiel de chaque moteur.

Les émissions de GES pour la combustion du carburant diesel ont été basées sur les facteurs d'émissions API fournis par BP[43]. Les émissions de CO_2e ont été calculées à l'aide du PRG, Partie 98, Tableau A-1, et sont 1 pour les CO_2, 25 pour les CH_4 et 298 pour les N_2O.

Opérations de torchage

Il est important de noter que les émissions potentielles des torchères comprennent uniquement le fonctionnement des brûleurs veilleuse. Les opérations de torchage de secours ne sont pas comprises dans le scénario de modélisation, car ces sources sont intermittentes et ne reflètent pas les opérations normales.

Installations du FPSO

Les opérations de torchage dans les installations du FPSO comprendront une purge à l'azote avec un processus de récupération du gaz torché (FGR) pendant les opérations normales.

Les émissions potentielles annuelles des brûleurs veilleuse de NO_X, CO, PM et SO_2 sont calculées selon les émissions de gaz d'échappement fournies par BP. La consommation de carburant estimée des brûleurs veilleuse de la torchère pendant le fonctionnement normal est basée sur les informations fournies par BP (en millions de pieds cubes standard par jour [MMscf/j]). Trinity a présumé, de façon conservatrice, que les deux brûleurs veilleuse des torchères dans les installations auront des taux de consommation de carburant équivalents. Les calculs d'émissions potentielles ne supposent pas qu'un processus FGR est utilisé et supposent que les brûleurs veilleuse sont utilisés en continu (c.-à-d. 8 760 heures par an).

Les émissions HAP ont été calculées en utilisant le document de référence AP-42 - Section 1.4-3, « Facteurs d'émissions pour les composés organiques différenciés par espèce et provenant de la combustion du gaz naturel ».

Les émissions de GES pour la combustion du gaz naturel ont été basées sur les facteurs d'émissions API fournis par BP. Les émissions de CO_2e ont été calculées à l'aide du PRG, Partie 98, tableau A-1, et sont 1 pour les CO_2, 25 pour les CH_4 et 298 pour les N_2O.

Il convient de noter qu'avec le processus FGR, les émissions provenant des opérations de torchage seront négligeables.

Installations du FLNG

Les opérations de torchage dans les installations du FLNG récupèreront les flux opérationnels mineurs du gaz à faible pression acheminé depuis les sources qui ne peuvent pas être récupérées, à cause de la faible pression ou de l'inefficacité de la récupération. La torchère comprendra un brûleur, qui devrait être allumé en permanence (c.-à-d. 8 760 heures par année).

---

[42] La consommation de carburant approximative d'un moteur diesel à pleine charge est basée sur les informations fournies sur http://www.dieselserviceandsupply.com/Diesel_Fuel_Consumption.aspx

[43] Les mêmes facteurs d'émissions pour la génératrice pour services essentiels alimenté au diesel du FPSO sont utilisés pour les équipements de secours alimentés au diesel dans les installations du hub GNL comme estimation conservatrice des émissions potentielles.

Les émissions potentielles annuelles des brûleurs veilleuse de NO_X, CO, PM et SO_2 sont calculées selon les émissions de gaz d'échappement fournies par BP. Le taux de consommation horaire du gaz naturel dans les opérations normales a été fourni par BP pour trois (3) torchères distinctes (la consommation totale des trois (3) torchères est censée atteindre 11,6 kg/h).

Les émissions HAP ont été calculées en utilisant le document de référence AP-42 Section 1.4-3, « Facteurs d'émissions pour les composés organiques différenciés par espèce et provenant de la combustion du gaz naturel ».

Les émissions de GES pour la combustion du gaz naturel ont été basées sur les facteurs d'émissions API fournis par BP pour les brûleurs veilleuse de la torche du FPSO. Étant donné que les brûleurs veilleuse de la torche brûleront des carburants similaires à ceux utilisés au FPSO, les facteurs d'émissions ont également été utilisés pour la torchère du FLNG. Les émissions de CO_2e ont été calculées à l'aide du PRG, Partie 98, Tableau A-1, et sont 1 pour les CO_2, 25 pour les CH_4 et 298 pour les N_2O.

Il convient de noter qu'avec le processus FGR, les émissions provenant des opérations de torchage seront négligeables.

Installations du hub GNL

Les opérations de torchage du hub GNL seront sous forme de purge à l'azote et seront une source d'émissions pendant l'entretien et les conditions imprévues. La torchère comprendra un brûleur, qui devrait être allumé en permanence (c.-à-d. 8 760 heures par an).

Les émissions potentielles annuelles de NO_X, CO, PM et SO_2 sont calculées selon les émissions de gaz d'échappement fournies par BP. Le taux de consommation de carburant horaire prévu de la torchère pendant les opérations normales a été fourni par les installations (selon la relation entre les facteurs d'émissions et les émissions potentielles de chaque contaminant fourni).

Les émissions HAP sont basées sur le document de référence AP-42 Section 1.4-4, « Facteurs d'émissions pour les composés organiques différenciés par espèce et provenant de la combustion du gaz naturel », le taux de consommation de carburant horaire de la torchère pendant les opérations normales et le fonctionnement continu prévu de la torchère.

Les émissions de GES ont été calculées selon les facteurs d'émissions API fournis par BP pour les opérations de torchage du gaz naturel. Les émissions de CO_2e ont été calculées à l'aide du PRG, Partie 98, tableau A-1, et sont 1 pour le CO_2, 25 pour le CH_4 et 298 pour le N_2O.

Il convient de noter que l'entretien et les conditions imprévues ne se produiront pas de façon continue. Par conséquent, les émissions potentielles provenant des opérations de torchage sont une estimation conservatrice des émissions des brûleurs veilleuse de la torche.

Navires de soutien

FPSO

Les navires de soutien des installations du FPSO sont composés de trois (3) remorqueurs d'assistance, d'un navire d'approvisionnement, d'un bateau patrouilleur et d'un bateau d'équipage. Les remorqueurs d'assistance sont destinés à décharger le condensat des installations tous les 67 jours. Le navire d'approvisionnement sera utilisé pour approvisionner les installations avec les matières nécessaires et charger/décharger le MEG riche/pauvre utilisé pour déshydratation. Le bateau patrouilleur fonctionnera en continu dans le secteur du FPSO. Le bateau d'équipage sera utilisé pour le transport de l'équipage entre la côte et le FPSO.

FLNG/Hub GNL

Les navires de soutien des installations du hub GNL/FLNG sont composés de trois (3) remorqueurs d'assistance, d'un remorqueur de service, d'un bateau patrouilleur, de trois (3) navires d'ancrage et d'un bateau d'équipage. Les informations relatives au remorqueur de service et au bateau patrouilleur n'ont pas été fournies par BP. Par conséquent, pour une estimation conservatrice des émissions, il a été présumé que les émissions du remorqueur de service et des navires d'ancrage seraient équivalentes à celles des trois (3) remorqueurs d'assistance des installations du hub GNL/FLNG, et que les émissions du bateau patrouilleur seraient équivalentes à celles du bateau patrouilleur de l'installation FPSO. Tous les navires dans les installations du FPSO et du hub GNL/FLNG fonctionnent au carburant diesel.

Les détails relatifs au nombre de moteurs de chaque navire, la puissance nominale de chaque moteur, les heures d'exploitation et les facteurs d'émissions de NO_X, CO, PM_{10}, $PM_{2,5}$, SO_2, COV, CO_2, CH_4 et N_2O ont été fournis par BP le 20 novembre 2017[44]. Cependant, les hypothèses conservatrices suivantes ont été faites pour estimer les émissions provenant des navires de soutien :

- Il a été présumé que les émissions annuelles de PM sont équivalentes aux émissions de PM_{10} afin de quantifier les émissions de façon conservatrice ; et
- Il a été présumé, de manière conservatrice, que la teneur en soufre dans le carburant sera de 1,5 du pourcentage en poids (1,5 w%), même si cette valeur pourrait être inférieure selon les règles de la Convention MARPOL.

Les émissions HAP de chaque navire ont été calculées selon la somme de chaque contaminant courant multiplié par la fraction de spéciation des HAP de chaque contaminant courant[45]. Les émissions d'équivalents du dioxyde de carbone (CO_2e) ont été calculées à l'aide du PRG, 40 CFR, Partie 98, tableau A-1, et sont 1 pour les CO_2, 25 pour les CH_4 et 298 pour les N_2O.

[44] Les facteurs d'émissions des polluants courants pour tous les moteurs des navires océaniques et les navires auxiliaires de toutes catégories sont dérivés des Tableaux 2-9, 2-13 et 2-16 du Rapport international de l'ICF (2007). http://www.nao.usace.army.mil/Portals/31/docs/regulatory/publicnotices/2014/July/NAO-2013-0418_Appendix_I_Air_Emissions.pdf?ver=2014-07-17-160106-627

[45] La fraction de spéciation de chaque HAP est basée sur le rapport du TCEQ, « 2014 Texas Statewide Commercial Marine Vessel Emissions Inventory and 2008 through 2040 Trend Inventories », août 2015, Tableau 4-6, pp. 4-7. https://www.tceq.texas.gov/assets/public/implementation/air/am/contracts/reports/ei/582155149301FY15-20150826-erg-commercial_marine_vessel_2014aerr_inventory_trends_2008to2040.pdf

Taux d'émission maximal du gaz naturel à court terme (par turbine à gaz)

Capacité proposée (MW)[1]	Nombre d'unités[2]	PCS du gaz naturel (BTU/kW-h)[3]	Taux de consommation du carburant (tonne/h)[4]	Heures d'exploitation annuelles (h)[5]
7,6	2,0	12 171	2,5	7 822

1. Fournie par CSA par courriel (10 janvier 2017).
2. Fourni par BP le 20 novembre 2017.
3. Fourni par BP sous forme de PCI. PCS calculé comme suit : PCS = PCI * 1,11
4. Fourni par BP le 20 novembre 2017.
5. Présumé disponible 95 % du temps (Rapport Tortue 09/11/2017) [supposition de 500 heures de carburant diesel].

Contaminant	Facteur d'émission	Unités	Émissions à court terme (tonne/h)	Émissions à long terme (tonne/an)	Référence
NOx	0,657	g/s	4,73E-03	37,00	1
CO	0,418	g/s	3,01E-03	23,54	1
PM	1,66E-01	g/s	1,20E-03	9,35	1,2
COV	4,40E-05	tonne/tonne de carburan	1,10E-04	0,86	3
SO_2	0,00E+00	g/s	0,00E+00	0,00	1
ASM	5,0	%	0,00E+00	0,00	4
PAD					
Acétaldéhyde	4,0E-05	(lb/MMBTU)	3,36E-06	2,63E-02	5
Acroléine	6,4E-06	(lb/MMBTU)	5,37E-07	4,20E-03	5
Benzène	1,2E-05	(lb/MMBTU)	1,01E-06	7,88E-03	5
1,3-butadiène	4,3E-07	(lb/MMBTU)	3,61E-08	2,82E-04	5
Éthylbenzène	3,2E-05	(lb/MMBTU)	2,69E-06	2,10E-02	5
Formaldéhyde	7,1E-04	(lb/MMBTU)	5,96E-05	4,66E-01	5
Naphthalène	1,3E-06	(lb/MMBTU)	1,09E-07	8,53E-04	5
Oxyde de propylène	2,9E-05	(lb/MMBTU)	2,43E-06	1,90E-02	5
Toluène	1,3E-04	(lb/MMBTU)	1,09E-05	8,53E-02	5
o-xylène	6,4E-05	(lb/MMBTU)	5,37E-06	4,20E-02	5
PAD totaux				0,67	

* Calcul des émissions potentielles basé sur l'apport de chaleur maximal au PCS

1. Fourni par CSA par courriel (13/12/2017).
2. PM présumé = PM10 = PM2,5
3. Facteurs d'émission API fournis par BP le 20 novembre 2017.
4. ASM présumé composé de 5 % d'émissions de SO_2.
5. AP-42 tableau 3.1-3 pour la combustion du gaz naturel.

Taux d'émission maximal du gaz naturel à court terme (par turbine à gaz)

Capacité proposée (MW)[1]	Nombre d'unités[2]	PCS du gaz naturel (BTU/kW-h)[3]	Taux de consommation du carburant (tonne/h)[4]	Heures d'exploitation annuelles (h)[5]
7,6	2,0	12 171	2,5	7 822

1. Fournie par BP le 20 novembre 2017.
2. Fourni par BP le 20 novembre 2017.
3. Fourni par BP sous forme de PCI. PCS calculé comme suit : PCS = PCI * 1,11
4. Fourni par BP le 20 novembre 2017.
5. Présumé disponible 95 % du temps (Rapport Tortue 09/11/2017).

Contaminant	Facteur d'émission	Unités	Émissions à court terme (tonne/h)	Émissions à long terme (tonne/an)	Référence
CO_2	2,8	tonne/tonne de carburant	14,0	109 508	1
CH_4	2,90E-04	tonne/tonne de carburant	1,45E-03	11,34	1
N_2O	7,30E-05	tonne/tonne de carburant	3,65E-04	2,86	1
CO_2e	4,40E-05	tonne/tonne de carburant	14,1	110 642	2

* Calcul des émissions potentielles basé sur l'apport de chaleur maximal au PCS

1. Facteurs d'émission API fournis par BP le 20 novembre 2017.
2. Tableaux C-1 et C-2 de 40 CFR partie 98 pour la combustion du gaz naturel. Les potentiels de réchauffement planétaire de la partie 98, tableau A-1, sont de 1 pour le CO_2, de 25 pour le CH_4 et de 298 pour le N_2O

Taux d'émission maximal du carburant diesel à court terme (par turbine à gaz)

Capacité proposée (MW)[1]	Nombre d'unités[2]	PCS du carburant diesel (MMBTU/ 103 gal)3	Taux de consommation du carburant (tonne/h)[4]	Heures d'exploitation annuelles (h)[5]
7,6	2,0	139	2,5	500

1. Fournie par BP le 20 novembre 2017.
2. Fourni par BP le 20 novembre 2017.
3. Trinity a supposé l'estimation AP-42 du PCS du distillat de pétrole pour les émissions conservatrices
4. Fourni par BP le 20 novembre 2017.
5. Trinity a supposé un fonctionnement de 500 heures par an pour un PTE conservateur

Contaminant	Facteur d'émission	Unités	Émissions à court terme (tonne/h)	Émissions à long terme (tonne/an)	Référence
NOx	8,80E-01	lb/MMBTU	8,69E-02	43,46	1
CO	3,30E-03	lb/MMBTU	3,26E-04	0,16	1
PM	4,30E-03	lb/MMBTU	4,25E-04	0,21	1,2
COV	4,10E-04	lb/MMBTU	4,05E-05	0,02	1
SO_2	3,40E-03	lb/MMBTU	3,36E-04	0,17	1
ASM	5,0	%	1,68E-05	0,01	3
PAD					
Benzène	5,5E-05	(lb/MMBTU)	5,43E-06	2,72E-03	4
1,3-butadiène	1,6E-05	(lb/MMBTU)	1,58E-06	7,90E-04	4
Formaldéhyde	2,8E-04	(lb/MMBTU)	2,77E-05	1,38E-02	4
Naphthalène	3,5E-05	(lb/MMBTU)	3,46E-06	1,73E-03	4
HAP	4,0E-05	(lb/MMBTU)	3,95E-06	1,98E-03	4
PAD totaux				2,10E-02	

* Calcul des émissions potentielles basé sur l'apport de chaleur maximal au PCS
1. Facteur d'émission basé sur AP-42, tableau 3.1-1, pour la combustion du distillat de pétrole
2. Il est présumé que les PM = PM10 = PM2,5
3. ASM présumé composé de 5 % d'émissions de SO_2.
4. AP-42 tableau 3.1-4 pour la combustion incontrôlée de carburant diesel.

Taux d'émission maximal du carburant diesel à court terme (par turbine à gaz)

Capacité proposée (MW)[1]	Nombre d'unités[2]	PCS du carburant diesel (MMBTU/ 103 gal)3	Taux de consommation du carburant (tonne/h)[4]	Heures d'exploitation annuelles (h)[5]
7,6	2,0	139	2,5	500

1. Fournie par BP le 20 novembre 2017.
2. Fourni par BP le 20 novembre 2017.
3. Basé sur l'estimation AP-42 du PCS du distillat de pétrole pour les émissions conservatrices
4. Fourni par BP le 20 novembre 2017.
5. Basé sur un fonctionnement de 500 heures par an pour un PTE conservateur.

Contaminant	Facteur d'émission	Unités	Émissions à court terme (tonne/h)	Émissions à long terme (tonne/an)	Référence
CO_2	73,25	kg/MMBTU	15,9	7 974	1
CH_4	3,00E-03	kg/MMBTU	0,0	0,33	1
N_2O	6,00E-04	kg/MMBTU	0,0	0,07	1
CO_2e		tonne/tonne de carburant	16,0	8 002	1

* Calcul des émissions potentielles basé sur l'apport de chaleur maximal au PCS

1. Tableaux C-1 et C-2 de 40 CFR partie 98 pour la combustion du diesel. Les potentiels de réchauffement planétaire de la partie 98, tableau A-1, sont de 1 pour le CO_2, de 25 pour le CH_4 et de 298 pour le N_2O

Génératrice d'urgence

Émissions autorisées proposées pour les contaminants courants

Carburant		Diesel
Nombre de moteurs	1	
Capacité nominale[1]	1,25	MW
Heures d'exploitation potentielles[2]	216	h/an
Consommation approximative de carburant à pleine charge[3]	89	gal/h
Consommation approximative de carburant à pleine charge[4]	0,283	Tonne/h
PCS approximatif du carburant diesel[5]	0,139	MMBTU/gal

Émissions permises proposées pour les contaminants courants					
Contaminant	Facteur d'émission		Émissions (tonne/h)	Émissions (tonne/an)	Référence
NO_x	5,180	g/s	0,019	4,03	6
CO	1,380	g/s	0,005	1,07	6
SO_2	1,64	g/s	0,006	1,28	6
PM	1,34E-03	kg/KW-h	0,002	0,36	7
COV	1,6E-03	tonne/tonne de carburant	0,000	0,10	8

Références :

1. Basée sur les informations techniques des génératrices fournies par BP en novembre 2017.
2. 216 heures d'exploitation (chiffre fourni par BP le 20 novembre 2017).
3. Basée sur l'utilisation approximative de carburant de http://www.dieselserviceandsupply.com/Diesel_Fuel_Consumption.aspx
4. Basée sur une conversion de 1 gallon = 0,003192 tonne métrique de carburant diesel https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-87.html
5. Basé sur 1 gallon = 138 700 BTU – estimation HHV AP-42 du PCS du distillat de pétrole pour les émissions conservatrices
6. Facteurs d'émission propres aux fournisseurs fournis par CSA par courriel (13/12/2017).
7. Basé sur AP-42, tableau 3.3-1, en supposant que tous les PM = PM10 = PM2,5.
8. Basé sur les facteurs d'émission API fournis par BP (20/11/2017).

Génératrice d'urgence

Émissions autorisées proposées pour les PAD

Carburant	Diesel	
Nombre de moteurs	1	
Capacité nominale[2]	1,25	MMBTU/h
Heures d'exploitation potentielles[3]	216	h/an
Consommation approximative de carburant à pleine charge[4]	89	gal/h
Consommation approximative de carburant à pleine charge[5]	0,283	Tonne/h
PCS approximatif du carburant diesel[6]	0,139	MMBTU/gal

Émissions autorisées proposées pour les PAD

PAD	Facteur d'émission (lb/MMBTU)	Facteur d'émission (tonne/MMBTU)	Émissions (tonne/h)	(tonne/an)	Référence
Benzène	9,33E-04	4,23E-07	5,21E-06	1,13E-03	1
Toluène	4,09E-04	1,86E-07	2,28E-06	4,94E-04	1
Xylène	2,85E-04	1,29E-07	1,59E-06	3,44E-04	1
Propylène	<2,85E-03	<1,29E-06	1,59E-05	3,44E-03	1
Hydrocarbure aromatique polycyclique (HAP)	1,68E-04	7,62E-08	9,39E-07	2,03E-04	1
Napthalène	8,48E-05	3,85E-08	4,74E-07	1,02E-04	1
Acénaphtylène	5,06E-06	2,30E-09	2,83E-08	6,11E-06	1
Acénapthène	1,42E-06	6,44E-10	7,93E-09	1,71E-06	1
Fluorène	<2,92E-05	<1,32E-08	1,63E-07	3,52E-05	1
Phénanthrène	2,94E-05	1,33E-08	1,64E-07	3,55E-05	1
Anthracène	<1,87E-06	<8,48E-10	1,04E-08	2,26E-06	1
Fluoranthène	7,61E-06	3,45E-09	4,25E-08	9,18E-06	1
Pyrène	4,78E-06	2,17E-09	2,67E-08	5,77E-06	1
Benzo(a)anthracène	1,68E-06	7,62E-10	9,39E-09	2,03E-06	1
Chrysène	3,53E-07	1,60E-10	1,97E-09	4,26E-07	1
Benzo[b]fluoranthène	9,91E-08	4,50E-11	5,54E-10	1,20E-07	1
Benzo(k)fluoranthène	1,55E-07	7,03E-11	8,66E-10	1,87E-07	1
Benzo[a]pyrène	<1,88E-07	<8,53E-11	1,05E-09	2,27E-07	1
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	3,75E-07	1,70E-10	2,10E-09	4,53E-07	1
Dibenz[a,h]anthracène	5,83E-07	2,64E-10	3,26E-09	7,04E-07	1
Benzo(g,h,l)pérylène	4,89E-07	2,22E-10	2,73E-09	5,90E-07	1
PAD totaux				5,81E-03	

Références :

1. Basé sur AP-42, tableau 3.3-2, 2009.
2. Basé sur les informations techniques de la génératrice fournies par BP (20/11/2017).
3. Selon la règle 62-210.300(3)(a)35., F.A.C. et environ 216 heures de fonctionnement (fournies par l'installation)
4. Basée sur l'utilisation approximative de carburant de http://www.dieselserviceandsupply.com/Diesel_Fuel_Consumption.aspx
5. Basée sur une conversion de 1 gallon = 0,003192 tonne métrique de carburant diesel https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-87.html
6. Basé sur 1 gallon = 138 700 BTU – PCS estimation AP-42 du PCS du distillat de pétrole pour les émissions conservatrices

Génératrice d'urgence

Émissions autorisées proposées pour les contaminants courants

Carburant	Diesel	
Nombre de moteurs	1	
Capacité nominale[1]	1,25	MW
Heures d'exploitation potentielles[2]	216	h/an
Consommation approximative de carburant à pleine charge[3]	89	gal/h
Consommation approximative de carburant à pleine charge[4]	0,283	Tonne/h
PCS approximatif du carburant diesel[5]	0,139	MMBTU/gal

Émissions autorisées proposées pour les contaminants courants					
			Émissions		
Contaminant	Facteur d'émission		(tonne/h)	(tonne/an)	Référence
CO_2	3,20	tonne/tonne de carburant	0,91	195,92	6
CH_4	2,00E-04	tonne/tonne de carburant	0,00	0,01	6
N_2O	9,40E-05	tonne/tonne de carburant	0,00	0,01	6
CO_2e	--	--	0,92	197,94	7

Références :

1. Basée sur les informations techniques de la génératrice fournies par BP (20/11/2017).
2. 216 heures de fonctionnement (chiffre fourni par BP le 20/11/2017).
3. Basée sur l'utilisation approximative de carburant de http://www.dieselserviceandsupply.com/Diesel_Fuel_Consumption.aspx
4. Basée sur une conversion de 1 gallon = 0,003192 tonne métrique de carburant diesel https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-87.html
5. Basé sur 1 gallon = 138 700 BTU – PCS estimation AP-42 du PCS du distillat de pétrole pour les émissions conservatrices
6. Basé sur les facteurs d'émission API fournis par BP le 11/20/2017.
7. Tableaux C-1 et C-2 de 40 CFR partie 98 pour la combustion du gaz naturel. Les potentiels de réchauffement planétaire de la partie 98, tableau A-1, sont de 1 pour le CO_2, de 25 pour le CH_4 et de 298 pour le N_2O.

Pompes FW

Émissions autorisées proposées pour les contaminants courants

Carburant		Diesel
Nombre de moteurs	4	
Capacité nominale[1]	1,00	MW
Heures d'exploitation potentielles[2]	100	h/an
Consommation approximative de carburant à pleine charge[3]	71	gal/h
Consommation approximative de carburant à pleine charge[4]	0,227	Tonne/h
PCS approximatif du carburant diesel[5]	0,139	MMBTU/gal

Émissions autorisées proposées pour les contaminants courants					
			Émissions		
Contaminant	Facteur d'émission		(tonne/h)	(tonne/an)	Référence
NO_x	3,857	g/s	0,056	5,55	6
CO	1,033	g/s	0,015	1,49	6
SO_2	1,22	g/s	0,018	1,76	6
PM	1,34E-03	kg/KW-h	0,005	0,54	7
COV	1,6E-03	tonne/tonne de carburant	0,001	0,15	8

Références :

1. Basée sur les informations techniques de la génératrice fournies par l'installation le 20/11/2017.
2. Selon la règle 62-210.300(3)(a)35., F.A.C.
3. Basée sur l'utilisation approximative de carburant de http://www.dieselserviceandsupply.com/Diesel_Fuel_Consumption.aspx
4. Basée sur une conversion de 1 gallon = 0,003192 tonne métrique de carburant diesel https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-87.html
5. Basé sur 1 gallon = 138 700 BTU – estimation PCS AP-42 du PCS du distillat de pétrole pour les émissions conservatrices
6. Facteurs d'émission propres aux fournisseurs fournis par CSA par courriel (13/12/2017).
7. Basé sur AP-42, tableau 3.3-1, en supposant que tous les PM = PM10 = PM2,5.
8. Basé sur les facteurs d'émission API fournis par BP le 20/11/2017.

Pompes FW

Émissions autorisées proposées pour les PAD

Carburant	Diesel	
Nombre de moteurs	4	
Capacité nominale[2]	1,00	MMBTU/h
Heures de fonctionnement potentielles[3]	100	h/an
Consommation approximative de carburant à pleine charge[4]	71	gal/h
Consommation approximative de carburant à pleine charge[5]	0,227	Tonne/h
PCS approximatif du carburant diesel[6]	0,139	MMBTU/gal

Émissions autorisées proposées pour les PAD

PAD	Facteur d'émission (lb/MMBTU)	Facteur d'émission (tonne/MMBTU)	Émissions (tonne/h)	(tonne/an)	Référence
Benzène	9,33E-04	4,23E-07	1,67E-05	1,67E-03	1
Toluène	4,09E-04	1,86E-07	7,32E-06	7,32E-04	1
Xylène	2,85E-04	1,29E-07	5,10E-06	5,10E-04	1
Propylène	<2,85E-03	<1,29E-06	5,10E-05	5,10E-03	1
Hydrocarbure aromatique polycyclique (HAP)	1,68E-04	7,62E-08	3,01E-06	3,01E-04	1
Napthalène	8,48E-05	3,85E-08	1,52E-06	1,52E-04	1
Acénaphtylène	5,06E-06	2,30E-09	9,05E-08	9,05E-06	1
Acénapthène	1,42E-06	6,44E-10	2,54E-08	2,54E-06	1
Fluorène	<2,92E-05	<1,32E-08	5,22E-07	5,22E-05	1
Phénanthrène	2,94E-05	1,33E-08	5,26E-07	5,26E-05	1
Anthracène	<1,87E-06	<8,48E-10	3,35E-08	3,35E-06	1
Fluoranthène	7,61E-06	3,45E-09	1,36E-07	1,36E-05	1
Pyrène	4,78E-06	2,17E-09	8,55E-08	8,55E-06	1
Benzo(a)anthracène	1,68E-06	7,62E-10	3,01E-08	3,01E-06	1
Chrysène	3,53E-07	1,60E-10	6,32E-09	6,32E-07	1
Benzo[b]fluoranthène	9,91E-08	4,50E-11	1,77E-09	1,77E-07	1
Benzo(k)fluoranthène	1,55E-07	7,03E-11	2,77E-09	2,77E-07	1
Benzo[a]pyrène	<1,88E-07	<8,53E-11	3,36E-09	3,36E-07	1
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	3,75E-07	1,70E-10	6,71E-09	6,71E-07	1
Dibenz[a,h]anthracène	5,83E-07	2,64E-10	1,04E-08	1,04E-06	1
Benzo(g,h,l)pérylène	4,89E-07	2,22E-10	8,75E-09	8,75E-07	1
PAD totaux				8,61E-03	

Références :

1. Basé sur AP-42, tableau 3.3-2, 2009.
2. Basée sur les informations techniques de la génératrice fournies par BP le 20/11/2017.
3. Selon la règle 62-210.300(3)(a)35., F.A.C.
4. Basée sur l'utilisation approximative de carburant de http://www.dieselserviceandsupply.com/Diesel_Fuel_Consumption.aspx
5. Basée sur une conversion de 1 gallon = 0,003192 tonne métrique de carburant diesel https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-87.html
6. Basé sur 1 gallon = 138 700 BTU – PCS estimation AP-42 du PCS du distillat de pétrole pour les émissions conservatrices

Pompes FW

Émissions autorisées proposées pour les contaminants courants

Carburant	Diesel	
Nombre de moteurs	4	
Capacité nominale[1]	1,00	MW
Heures d'exploitation potentielles[2]	100	h/an
Consommation approximative de carburant à pleine charge[3]	71	gal/h
Consommation approximative de carburant à pleine charge[4]	0,227	Tonne/h
PCS approximatif du carburant diesel[5]	0,139	MMBTU/gal

Émissions de GES autorisées proposées					
Contaminant	Facteur d'émission		Émissions (tonne/h)	Émissions (tonne/an)	Référence
CO_2	3,20	tonne/tonne de carburant	2,90	290,50	6
CH_4	2,00E-04	tonne/tonne de carburant	0,00	0,02	6
N_2O	9,40E-05	tonne/tonne de carburant	0,00	0,01	6
CO_2e	--	--	2,93	293,49	7

Références :

1. Basée sur les informations techniques de la génératrice fournies par BP le 20/11/2017.
2. Selon la règle 62-210.300(3)(a)35., F.A.C.
3. Basée sur l'utilisation approximative de carburant de http://www.dieselserviceandsupply.com/Diesel_Fuel_Consumption.aspx
4. Basée sur une conversion de 1 gallon = 0,003192 tonne métrique de carburant diesel https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-87.html
5. Basé sur 1 gallon = 138 700 BTU – PCS estimation AP-42 du PCS du distillat de pétrole pour les émissions conservatrices
6. Basé sur les facteurs d'émission API fournis par BP le 20/11/2017.
7. Tableaux C-1 et C-2 de 40 CFR partie 98 pour la combustion du gaz naturel. Les potentiels de réchauffement planétaire de la partie 98, tableau A-1, sont de 1 pour le CO2, de 25 pour le CH4 et de 298 pour le N2O.

Génératrice pour services essentiels

Émissions autorisées proposées pour les contaminants courants

Carburant	Diesel	
Nombre de moteurs	1	
Capacité nominale[1]	2,50	MW
Heures d'exploitation potentielles[2]	438	h/an
Consommation approximative de carburant à pleine charge[3]	176	gal/h
Consommation approximative de carburant à pleine charge[4]	0,561	Tonne/h
PCS approximatif du carburant diesel[5]	0,139	MMBTU/gal

Émissions autorisées proposées pour les contaminants courants					
Contaminant	Facteur d'émission		Émissions (tonne/h)	Émissions (tonne/an)	Référence
NO_x	0,063	tonne/tonne de carburant	0,035	15,47	6
CO	0,017	tonne/tonne de carburant	0,009	4,12	6
SO_2	1,0%	S dans le carburant	0,011	4,91	6
PM	1,34E-03	kg/KW-h	0,003	1,46	7
COV	1,6E-03	tonne/tonne de carburant	0,001	0,40	6

Références :

1. Basée sur les informations techniques de la génératrice fournies par BP le 20/11/2017.
2. Basées sur une estimation de BP de 18,25 heures d'exploitation par jour fournie le 20/11/2017.
3. Basée sur l'utilisation approximative de carburant de http://www.dieselserviceandsupply.com/Diesel_Fuel_Consumption.aspx
4. Basée sur une conversion de 1 gallon = 0,003192 tonne métrique de carburant diesel https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-87.html
5. Basé sur 1 gallon = 138 700 BTU – PCS estimation AP-42 du PCS du distillat de pétrole pour les émissions conservatrices
6. Basé sur les facteurs d'émission API fournis par BP le 20/11/2017.
7. Basé sur AP-42, tableau 3.3-1, en supposant que tous les PM = PM10 = PM2,5.

Génératrice pour services essentiels

Émissions autorisées proposées pour les PAD

Carburant	Diesel	
Nombre de moteurs	1	
Capacité nominale[2]	2,50	MMBTU/h
Heures de fonctionnement potentielles[3]	438	h/an
Consommation approximative de carburant à pleine charge[4]	176	gal/h
Consommation approximative de carburant à pleine charge[5]	0,561	Tonne/h
PCS approximatif du carburant diesel[6]	0,139	MMBTU/gal

Émissions autorisées proposées pour les PAD

PAD	Facteur d'émission (lb/MMBTU)	Facteur d'émission (tonne/MMBTU)	Émissions (tonne/h)	(tonne/an)	Référence
Benzène	9,33E-04	4,23E-07	1,03E-05	4,51E-03	1
Toluène	4,09E-04	1,86E-07	4,52E-06	1,98E-03	1
Xylène	2,85E-04	1,29E-07	3,15E-06	1,38E-03	1
Propylène	<2,85E-03	<1,29E-06	3,15E-05	1,38E-02	1
Hydrocarbure aromatique polycyclique (HAP)	1,68E-04	7,62E-08	1,86E-06	8,13E-04	1
Napthalène	8,48E-05	3,85E-08	9,37E-07	4,10E-04	1
Acénaphtylène	5,06E-06	2,30E-09	5,59E-08	2,45E-05	1
Acénapthène	1,42E-06	6,44E-10	1,57E-08	6,87E-06	1
Fluorène	<2,92E-05	<1,32E-08	3,23E-07	1,41E-04	1
Phénanthrène	2,94E-05	1,33E-08	3,25E-07	1,42E-04	1
Anthracène	<1,87E-06	<8,48E-10	2,07E-08	9,05E-06	1
Fluoranthène	7,61E-06	3,45E-09	8,41E-08	3,68E-05	1
Pyrène	4,78E-06	2,17E-09	5,28E-08	2,31E-05	1
Benzo(a)anthracène	1,68E-06	7,62E-10	1,86E-08	8,13E-06	1
Chrysène	3,53E-07	1,60E-10	3,90E-09	1,71E-06	1
Benzo[b]fluoranthène	9,91E-08	4,50E-11	1,09E-09	4,80E-07	1
Benzo(k)fluoranthène	1,55E-07	7,03E-11	1,71E-09	7,50E-07	1
Benzo[a]pyrène	<1,88E-07	<8,53E-11	2,08E-09	9,10E-07	1
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	3,75E-07	1,70E-10	4,14E-09	1,81E-06	1
Dibenz[a,h]anthracène	5,83E-07	2,64E-10	6,44E-09	2,82E-06	1
Benzo(g,h,l)pérylène	4,89E-07	2,22E-10	5,40E-09	2,37E-06	1
PAD totaux				2,33E-02	

Références :

1. Basé sur AP-42, tableau 3.3-2, 2009.
2. Basée sur les informations techniques de la génératrice fournies par BP le 20/11/2017.
3. Basées sur une estimation des installations de 18,25 heures d'exploitation par jour fournie par BP le 20/11/2017.
4. Basée sur l'utilisation approximative de carburant de http://www.dieselserviceandsupply.com/Diesel_Fuel_Consumption.aspx
5. Basée sur une conversion de 1 gallon = 0,003192 tonne métrique de carburant diesel https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-87.html
6. Basé sur 1 gallon = 138 700 BTU – PCS estimation AP-42 du PCS du distillat de pétrole pour les émissions conservatrices

Génératrice pour services essentiels

Émissions autorisées proposées pour les contaminants courants

Carburant	Diesel	
Nombre de moteurs	1	
Capacité nominale[1]	2,50	MW
Heures de fonctionnement potentielles[2]	438	h/an
Consommation approximative de carburant à pleine charge[3]	176	gal/h
Consommation approximative de carburant à pleine charge[4]	0,561	Tonne/h
PCS approximatif du carburant diesel[5]	0,139	MMBTU/gal

Émissions de GES autorisées proposées					
Contaminant	Facteur d'émission		Émissions (tonne/h)	Émissions (tonne/an)	Référence
CO_2	3,20	tonne/tonne de carburant	1,79	785,62	6
CH_4	2,00E-04	tonne/tonne de carburant	0,00	0,05	6
N_2O	9,40E-05	tonne/tonne de carburant	0,00	0,02	6
CO_2e	--	--	1,81	793,72	7

Références :

1. Basée sur les informations techniques de la génératrice fournies par BP le 20/11/2017.
2. Selon la règle 62-210.300(3)(a)35., F.A.C. et environ 216 heures de fonctionnement (fournies par l'installation le 20/11/2017)
3. Basée sur l'utilisation approximative de carburant de http://www.dieselserviceandsupply.com/Diesel_Fuel_Consumption.aspx
4. Basée sur une conversion de 1 gallon = 0,003192 tonne métrique de carburant diesel https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-87.html
5. Basé sur 1 gallon = 138 700 BTU – PCS estimation AP-42 du PCS du distillat de pétrole pour les émissions conservatrices
6. Basé sur les facteurs d'émission API fournis par BP le 20/11/2017.
7. Tableaux C-1 et C-2 de 40 CFR partie 98 pour la combustion du gaz naturel. Les potentiels de réchauffement planétaire de la partie 98, tableau A-1, sont de 1 pour le CO2, de 25 pour le CH4 et de 298 pour le N2O.

Torchère – Brûleur veilleuse seulement

Émissions potentielles proposées pour les contaminants courants du brûleur veilleuse

Carburant du brûleur veuilleuse	Gaz naturel	
Valeur du chauffage au gaz naturel[1]	1 027	BTU/scf
Consommation de carburant par le brûleur veuilleuse en fonctionnement normal[2]	0,032	MMscf/d
Tonnes de carburant en fonctionnement normal[3]	0,03	tonne/h
Nombre de brûleurs veuilleuses[4]	2	
Heures d'exploitation potentielles[5]	8 760	h/an
Efficacité de la destruction[6]	98%	

Torchère – Brûleur veilleuse seulement					
Émissions potentielles proposées pour les contaminants courants					
Contaminant	**Facteur d'émission**		**Taux d'émission horaire (tonne/h)**	**Émissions annuelles (tonne/an)**	**Référence**
NO_x	3,77339	g/s	0,03	238,00	7
CO	20,53298	g/s	0,15	0,65	7
COV	0	g/s	< 0.001	< 0.001	8
PM	1,346328	g/s	0,01	84,92	7
SO_2	--	g/s	< 0.001	< 0.001	7

Références :

1. Basée sur la valeur moyenne fournie au https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-89.html
2. Basée sur les données de BP fournies le 20/11/2017.
3. Tonne/h = (MMscf/d)*(MMBTU/MMscf)*(1 jour/24 h)* (1 lb GN/20,551 BTU) * (0,0004 tonne/1 lb) basé sur les données d'entrée de chaleur du https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-89.html
4. BP a fourni des données le 20/11/2017 (comprend une extrémité de torche de HP et une de LP).
5. Les extrémités de torche sont supposées fonctionner continuellement; les émissions ne représentent que celles associées au fonctionnement normal et n'incluent pas le démarrage, l'arrêt et les FGR.
6. Basée sur les informations fournies par CSA par courriel (13/12/2017).
7. Facteurs d'émission propres aux fournisseurs fournis par CSA par courriel (13/12/2017).
8. Présumé négligeable en fonction du HC total du carburant.

Torchère – Brûleur veuilleuse seulement

Émissions potentielles de PAD par le brûleur veuilleuse

Carburant du brûleur veuilleuse	Gaz naturel	
Valeur du chauffage au gaz naturel[1]	1 027	BTU/scf
Consommation de carburant par le brûleur veuilleuse en fonctionnement normal[2]	0,032	MMscf/d
Tonnes de carburant en fonctionnement normal[3]	0,03	tonne/h
Nombre de brûleurs veuilleuses[4]	2	
Heures d'exploitation potentielles[5]	8 760	h/an

Torchère – Brûleur veuilleuse seulement
Émissions potentielles de PAD proposées

PAD	Facteur d'émission (lb/MMscf)	Facteur d'émission (tonne/MMscf)	Taux d'émission horaire (tonne/h)	Émissions annuelles (tonne/an)	Référence
Benzène	2,1E-03	9,5E-07	< 0.001	< 0.001	6
Dichlorobenzène	1,2E-03	5,4E-07	< 0.001	< 0.001	6
Formaldéhyde	0,075	3,4E-05	< 0.001	< 0.001	6
n-hexane	1,80	8,2E-04	< 0.001	< 0.001	6
Naphthalène	6,1E-04	2,8E-07	< 0.001	< 0.001	6
Toluène	3,4E-03	1,5E-06	< 0.001	< 0.001	6
Matière organique polycyclique	8,8E-05	4,0E-08	< 0.001	< 0.001	6, 8
Arsenic	2,0E-04	9,1E-08	< 0.001	< 0.001	7
Baryum	4,4E-03	2,0E-06	< 0.001	< 0.001	7
Béryllium	<1,20E-05	5,4E-09	< 0.001	< 0.001	7
Cadmium	1,1E-03	5,0E-07	< 0.001	< 0.001	7
Chrome	1,4E-03	6,4E-07	< 0.001	< 0.001	7
Cobalt	8,4E-05	3,8E-08	< 0.001	< 0.001	7
Cuivre	8,5E-04	3,9E-07	< 0.001	< 0.001	7
Manganèse	3,8E-04	1,7E-07	< 0.001	< 0.001	7
Mercure	2,6E-04	1,2E-07	< 0.001	< 0.001	7
Nickel	2,1E-03	9,5E-07	< 0.001	< 0.001	7
Sélénium	<2,4E-05	1,1E-08	< 0.001	< 0.001	7
PAD totaux				< 0.001	

Références :

1. Basée sur la valeur moyenne fournie au https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-89.html
2. Basée sur les données de BP fournies (le 20/11/2017).
3. Tonne/h = (MMscf/d)*(MMBTU/MMscf)*(1 jour/24 h)* (1 lb GN/20,551 BTU) * (0,0004 tonne/1 lb) basé sur les données d'entrée de chaleur du https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-89.html
4. BP a fourni des données le 20/11/2017 (comprend une extrémité de torche de HP et une de LP).
5. Les extrémités de torche sont supposées fonctionner continuellement; les émissions ne représentent que celles associées au fonctionnement normal et n'incluent pas le démarrage, l'arrêt et les FGR.
6. Facteurs d'émission pour les composés organiques basés sur AP-42, tableau 1.4-3, Facteurs d'émission des composés organiques différenciés provenant de la combustion du gaz naturel, juillet 1998.
7. Facteurs d'émission pour les métaux basés sur AP-42, tableau 1.4-4, Facteurs d'émission des métaux provenant de la combustion du gaz naturel, juillet 1998.
8. Le facteur d'émission pour la matière organique polyclique (MOP) est calculé comme étant la somme des facteurs d'émission, selon la note de bas de page c de AP-42, chapitre 1, tableau 1.4-3 (juillet 1998).

Torchère – Brûleur veilleuse seulement

Émissions potentielles de GES proposées du brûleur veilleuse

Carburant du brûleur veilleuse	Gaz naturel	
Valeur du chauffage au gaz naturel[1]	1 027	BTU/scf
Consommation de carburant par le brûleur veilleuse en fonctionnement normal[2]	0,032	MMscf/d
Tonnes de carburant en fonctionnement normal[3]	0,03	tonne/h
Nombre de brûleur veilleuse[4]	2	
Heures d'exploitation potentielles[5]	8 760	h/an

Torchère – Brûleur veilleuse seulement					
Émissions potentielles de GES proposées					
Contaminant	**Facteur d'émission**		**Taux d'émission horaire (tonne/h)**	**Émissions annuelles (tonne/an)**	**Référence**
CO_2	2,80	tonne/tonne de carburant	0,169	1483	6
CH_4	1,30E-02	tonne/tonne de carburant	7,858E-04	7	6
N_2O	2,20E-04	tonne/tonne de carburant	1,33E-05	0	6
CO_2e	--	--	0,2	1689	**7**

Références :

1. Basée sur la valeur moyenne fournie au https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-89.html
2. Basée sur les données de BP fournies le 20/11/2017.
3. Tonne/h = (MMscf/d)*(MMBTU/MMscf)*(1 jour/24 h)* (1 lb GN/20,551 BTU) * (0,0004 tonne/1 lb) basé sur les données d'entrée de chaleur du https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-89.html
4. BP a fourni des données le 20/11/2017 (comprend une extrémité de torche de HP et une de LP).
5. Les extrémités de torche sont supposées fonctionner continuellement; les émissions ne représentent que celles associées au fonctionnement normal et n'incluent pas le démarrage et l'arrêt.
6. Basé sur les facteurs d'émission API fournis par BP le 20 novembre 2017.
7. Tableaux C-1 et C-2 de 40 CFR partie 98 pour la combustion du gaz naturel. Les potentiels de réchauffement planétaire de la partie 98, tableau A-1, sont de 1 pour le CO_2, de 25 pour le CH_4 et de 298 pour le N_2O.

ÉMISSIONS FUGITIVES PROVENANT DU FPSO

Source	Composition du flux	Nombre de sources	PRODUCTION DE PÉTROLE ET DE GAZ. Facteur d'émission moyen (kg/h/source)	Émissions non contrôlées (kg/h)	Émissions non contrôlées (t métriques/an)
Vannes	Gaz	117	0,0045	0,527	4,612
	Liquide léger	434	0,0045	1,951	17,089
	Liquide lourd	0	0,0045	0,000	0,000
Brides	Gaz	315	0,00039	0,123	1,076
	Liquide léger	1151	0,00039	0,449	3,931
	Liquide lourd	0	0,00039	0,00	0,00
Pompes	Liquide léger	3	0,0024	0,01	0,06
	Liquide lourd	0	0,0024	0,00	0,00
Compresseurs	Gaz	3	0,0088	0,03	0,23

Spéciation

Composé	poids %	Émissions non contrôlées (kg/h)	Émissions non contrôlées (t métriques/an)
Water	2,33	0,07	0,630
Nitrogen	0,06	0,00	0,02
CO2	0,43	0,01	0,12
H2S	0,00	0,00	0,00
Methane	22,16	0,68	5,98
Ethane	4,45	0,14	1,20
Total éléments non COV	**29,43**	**0,91**	**7,95**
EGlycol	2,04	0,06	0,55
Propane	7,09	0,22	1,91
i-Butane	2,30	0,07	0,62
n-Butane	4,28	0,13	1,15
i-Pentane	2,06	0,06	0,56
n-Pentane	1,85	0,06	0,50
2-Mpentane	1,00	0,03	0,27
3-Mpentane	0,51	0,02	0,14
n-Hexane	1,21	0,04	0,33
Mcyclopentan	1,39	0,04	0,38
Benzene	1,64	0,05	0,44
2-Mhexane	0,29	0,01	0,08
3-Mhexane	0,42	0,01	0,11
Mcyclohexane	2,27	0,07	0,61
Toluene	0,33	0,01	0,09
E-Benzene	0,40	0,01	0,11
p-Xylene	0,11	0,00	0,03
o-Xylene	0,11	0,00	0,03
m-Xylene	1,00	0,03	0,27
C7	1,60	0,05	0,43
C8	2,44	0,08	0,66
C9+	36,24	1,12	9,79
Total des COV	**70,57**	**2,18**	**19,06**
Total	100	3,08	27,00

Remarques : 1. Moyenne des opérations de production de pétrole et de gaz
Les facteurs d'émission proviennent du « Protocole de d'estimation des émissions de fuites d'équipement » de la US EPA (Doc numéro : EPA-453/R-95-017, novembre 1995)
2. Les calculs d'émissions fugitives concernent le FPSO
3. Les jours d'exploitation pour le FPSO par an sont de 365

Légende :
FE : Facteurs d'émission
BM : Bilan matières
CI : Calcul d'ingénierie
N.D. : Non disponible
TM : Tonnes métriques
DUM : Diesel à usage maritime

															Émissions atmosphériques horaires - Par type de moteur (kg / h)									
Emplacement des activités	**Activité spécifique**	**Navires maritimes/équipement utilisés**	**Nombre de navires**	**Type de moteur**	**Nombre de moteurs par navire**	**Puissance du moteur (kW)**	**Facteur de charge du moteur**	**Type de carburant**	**Jours de fonctionnement annuels**	**Heures de fonctionnement (h/jour)**	**Heures de fonctionnement annuelles (h)**	**Recherche de facteur d'émission (voir la note 1 et le tableau A ci-dessous)**	**Catégorie de moteur pour les calculs d'émissions (du tableau A)**	**Remarques**	**Navire représentatif type**	**NOx**	**CO**	**PM10**	**PM2,5**	**SO_2**	**COV**	**CO_2**	**CH_4**	**N_2O**	**GES en CO_2e**	**PAD**
FPSO	Déchargement du condensat tous les 67 jours	Remorqueur d'assistance	3	Principal	2	1999	0,43	DUM	9	24	216	3	1	1. Capacité supposée du moteur basée sur un remorqueur océanique type. 2. Des remorqueurs seront utilisés pour aider au déchargement de condensat dans les navires-citernes. Le déchargement du condensat est supposé avoir lieu une fois tous les deux mois, six fois par année et durera 36 heures par déchargement.	Classe Crowley Titan	22,69	1,89	1,24	1,20	2,23	0,86	1186	0,155	0,034	1200	0,15
				Auxiliaire	2	180	0,43	DUM	9	24	216	8	2			1,55	0,23	0,06	0,06	0,20	0,04	107	0,014	0,003	108	0,01
	Fourniture de matériaux, chargement/déchargement de Riach/Lean MEG, etc.	Bateau d'approvisionnement	1	Moteur principal/Générateur	2	1500	0,68	DUM	12	24	288	3	3	1. Capacité supposée du moteur basée sur un navire d'approvisionnement offshore type	Navire d'approvisionnement de plateforme Damen 3300 CD	26,93	2,24	1,47	1,42	2,65	1,02	1408	0,184	0,041	1424	0,18
				Moteur principal/Générateur	2	1030	0,68	DUM	12	24	288	3	3	2. Basé sur un voyage mensuel du bateau d'approvisionnement vers le FPSO.		18,49	1,54	1,01	0,98	1,82	0,70	967	0,126	0,028	978	0,12
				Puissance auxilliaire	1	250	0,43	DUM	12	24	288	7	2			1,08	0,16	0,03	0,03	0,14	0,03	74	0,010	0,002	75	0,01
	Un bateau patrouilleur opérant continuellement dans la zone du FPSO	Bateau patrouilleur	1	Moteur principal	2	900	0,68	DUM	365	24	8760	3	2		Navire de patrouille Damen stan 2205	16,16	1,35	0,88	0,85	1,59	0,61	845	0,110	0,024	854	0,11
				Générateurs	2	22,5	0,43	DUM	365	24	8760	N.D.	0													
	Transfert d'équipage entre la terre et le FPSO	Bateau d'équipage	1	Machines principales	4	2000	0,68	DUM	104	12	1248	3	3	1. Capacité supposée du moteur basée sur un navire d'approvisionnement offshore type 2. Bateau d'équipage utilisé pour deux voyages par semaine vers le FPSO, chaque voyage durant 12 heures.	Navire de transport de personnel rapide Damen 5009	71,81	5,98	3,92	3,80	7,07	2,72	3754	0,490	0,109	3798	0,47
Hub	Assister les méthaniers	Remorqueur d'assistance	3	Principal	2	2250	0,43	DUM	73	24	1752	3	3	1. Capacité supposée du moteur basée sur la capacité du remorqueur dans la spécification fonctionnelle de la barge de stockage de diesel et la barge utilitaire. 2. Deux remorqueurs seront utilisés pour assister les méthaniers tous les cinq jours et un remorqueur est prêt à être utilisé pendant les activités du méthanier. Chaque méthanier devrait être amarré pendant un maximum de 24 heures.		25,54	2,13	1,39	1,35	2,52	0,97	1335	0,174	0,039	1351	0,17
				Auxiliaire	2	180	0,43	DUM	73	24	1752	8	2			1,55	0,23	0,06	0,06	0,20	0,04	107	0,014	0,003	108	0,01
	Méthanier tous les 1,67 jour	Remorqueur	1																							
		Navire d'ancrage	3																							
		Bateau patrouilleur	1								8760															
	Transfert d'équipage entre la terre et l'île	Bateau d'équipage	1	Machines principales	4	2000	0,68	DUM	365	12	4380	3	3	1. Capacité supposée du moteur basée sur un navire d'approvisionnement offshore type 2. Bateau d'équipage utilisé pour les voyages quotidiens vers l'île, chaque voyage durant 12 heures.	Navire de transport de personnel rapide Damen 5009	71,81	5,98	3,92	3,80	7,07	2,72	3754	0,490	0,109	3798	0,47
Total																										

Notes et hypothèses :

1. Les émissions autres que les PAD sont estimées pour chaque moteur d'après l'équation suivante : Émissions par moteur (kg) = Facteur d'émission (FE) (g/kW) x Facteur de charge du moteur x Puissance du moteur (kW) x Heures de fonctionnement totales x (kg/1000 g)
   Dans la feuille de calcul ci-dessus, en fonction du type de moteur du navire, le FE équivalent est sélectionné dans le tableau A ci-dessous.
   Par exemple, le moteur de propulsion principal du remorqueur est considéré comme étant un moteur de navigation océanique à vitesse moyenne utilisant du diesel à usage maritime, dont la valeur de recherche est de 1. Les FE pour le NOx, le CO, le PM, le SO2, etc. utilisés dans les calculs sont sélectionnés dans le tableau A ci-dessous pour ce type de moteur. De même, si le navire est un bateau côtier avec un type de moteur de niveau 0 et de catégorie 2 (puissance comprise entre 1 000 et 3 000 kW), la valeur de recherche FE sera de 3.
2. Les émissions de polluants atmosphériques dangereux (PAD) sont considérées comme une composante des émissions de COV ou de PM10 ou PM2,5 et sont estimées à l'aide de fractions de spéciation provenant de l'inventaire national des émissions (NEI) de l'EPA, comme indiqué dans l'équation suivante :
   E = A × SF,
   Où :
   E = Émissions annuelles de PAD (tonnes)
   A = Émissions annuelles pour la base de spéciation (tonnes) – COV ou PM10 ou PM2,5
   SF = Facteur de spéciation (fraction sans unité) comme indiqué dans le tableau B ci-dessous.
3. Les facteurs d'émission (FE) des navires commerciaux sont tirés du rapport international de l'ICF pour l'EPA des États-Unis, intitulé Current Methodologies in Preparing Mobile Source Port-related Emissions Inventories (méthodologies courantes de préparation des inventaires d'émissions de sources mobiles liées aux ports), avril 2009
   Voir les FE dans le tableau A ci-dessous.
4. La méthodologie de calcul des émissions de polluants atmosphériques dangereux (PAD) est fondée sur le rapport ERG inc. pour TCEQ intitulé « 2014 Texas Statewide Commercial Marine Vessel Emissions Inventory and 2008 through 2040 Trend Inventories » (inventaire des émissions des navires commerciaux du Texas pour l'année 2014 et inventaires des tendances de 2008 à 2040), Août 2015, tableau 4-6, pages 4 à 7.
5. Le type et le nombre de navires, ainsi que leurs jours de fonctionnement, proviennent de l'étude de sélection de concept pour le projet Tortue de BP, rapport d'estimation des coûts, document numéro J7018-BP-RE-K-001 Rev.B
6. Le nombre d'heures de fonctionnement par jour et par navire est supposé être de 24 heures (sauf indication contraire) en raison du manque de détails au stade conceptuel, et il fournit également une estimation plus conservatrice des émissions.
7. Les détails concernant la motorisation, tels que le nombre de moteurs, le type de moteur, la puissance nominale et le type de carburant sont basés sur des navires types utilisés dans les activités de construction offshore.
8. Les facteurs de charge du moteur (propulsion et moteurs auxiliaires) proviennent de la section 2.5 (pages 2 à 11) et du tableau 2-7 pour les navires océaniques, et du tableau 3-4 pour les navires côtiers.

Légende :
FE : Facteurs d'émission
BM : Bilan matières
CI : Calcul d'ingénierie
N.D. : Non disponible
TM : Tonnes métriques
DUM : Diesel à usage maritime

														Émissions atmosphériques horaires par navire (kg/h)										
Emplacement des activités	**Activité spécifique**	**Navires maritimes/équipement utilisés**	**Nombre de navires**	**Type de moteur**	**Nombre de moteurs par navire**	**Puissance du moteur (kW)**	**Facteur de charge du moteur**	**Type de carburant**	**Jours de fonctionnement annuels**	**Heures de fonctionnement (h/jour)**	**Heures de fonctionnement annuelles (h)**	**Recherche de facteur d'émission (voir la note 1 et le tableau A ci-dessous)**	**Catégorie de moteur pour les calculs d'émissions (du tableau A)**	**NOx**	**CO**	**PM10**	**PM2,5**	**SO_2**	**COV**	**CO_2**	**CH_4**	**N_2O**	**GES en CO_2e**	**PAD**
FPSO	Déchargement du condensat tous les 67 jours	Remorqueur d'assistance	3	Principal	2	1999	0,43	DUM	9	24	216	3	1	24,2	2,1	1,3	1,3	2,4	0,9	1293	0,169	0,037	1308	0,16
				Auxiliaire	2	180	0,43	DUM	9	24	216	8	2											
	Fourniture de matériaux, chargement/déchargement de Riach/Lean MEG, etc.	Bateau d'approvisionnement	1	Moteur principal/Générateur	2	1500	0,68	DUM	12	24	288	3	3	46,5	3,9	2,5	2,4	4,6	1,7	2448	0,32	0,07	2477	0,3
				Moteur principal/Générateur	2	1030	0,68	DUM	12	24	288	3	3											
				Puissance auxilliaire	1	250	0,43	DUM	12	24	288	7	2											
	Un bateau patrouilleur opérant continuellement dans la zone du FPSO	Bateau patrouilleur	1	Moteur principal	2	900	0,68	DUM	365	24	8760	3	2	16,16	1,3464	0,88128	0,8548416	1,5912	0,612	844,56	0,11016	0,02448	854	0,1060598
				Générateurs	2	22,5	0,43	DUM	365	24	8760	N.D.	0											
	Transfert d'équipage entre la terre et le FPSO	Bateau d'équipage	1	Machines principales	4	2000	0,68	DUM	104	12	1248	3	3	71,8	6,0	3,9	3,8	7,1	2,7	3754	0,49	0,11	3798	0,5
Hub	Assister les méthaniers	Remorqueur d'assistance	3	Principal	2	2250	0,43	DUM	73	24	1752	3	3	27,1	2,4	1,5	1,4	2,7	1,0	1442	0,19	0,04	1459	0,2
				Auxiliaire	2	180	0,43	DUM	73	24	1752	8	2											
	Méthanier tous les 1,67 jour	Remorqueur	1																					
		Navire d'ancrage	3																					
		Bateau patrouilleur	1								8760													
	Transfert d'équipage entre la terre et l'île	Bateau d'équipage	1	Machines principales	4	2000	0,68	DUM	365	12	4380	3	3	71,8	6,0	3,9	3,8	7,1	2,7	3754	0,49	0,11	3798	0,5
Total																								

Notes et hypothèses :
1. Les émissions autres que les PAD sont estimées pour chaque moteur d'après l'équation suivante : Émissions par moteur (kg) = Facteur d'émission (FE) (g/kW) x Facteur de charge du moteur x Puissance du moteur (kW) x Heures de fonctionnement totales x (kg/1000 g)
   Dans la feuille de calcul ci-dessus, en fonction du type de moteur du navire, le FE équivalent est sélectionné dans le tableau A ci-dessous.
   Par exemple, le moteur de propulsion principal du remorqueur est considéré comme étant un moteur de navigation océanique à vitesse moyenne utilisant du diesel à usage maritime, dont la valeur de recherche est de 1. Les FE pour le NOx, le CO, le PM, le SO2, etc.
   utilisés dans les calculs sont sélectionnés dans le tableau A ci-dessous pour ce type de moteur. De même, si le navire est un bateau côtier avec un type de moteur de niveau 0 et de catégorie 2 (puissance comprise entre 1 000 et 3 000 kW), la valeur de recherche FE sera de 3.
2. Les émissions de polluants atmosphériques dangereux (PAD) sont considérées comme une composante des émissions de COV ou de PM10 ou PM2,5 et sont estimées à l'aide de fractions de spéciation provenant de l'inventaire national des émissions (NEI) de l'EPA, comme indiqué
   E = A × SF,
   Où :
   E = Émissions annuelles de PAD (tonnes)
   A = Émissions annuelles pour la base de spéciation (tonnes) – COV ou PM10 ou PM2,5
   SF = Facteur de spéciation (fraction sans unité) comme indiqué dans le tableau B ci-dessous.
3. Les facteurs d'émission (FE) des navires commerciaux sont tirés du rapport international de l'ICF pour l'EPA des États-Unis, intitulé Current Methodologies in Preparing Mobile Source Port-related Emissions Inventories (méthodologies courantes de préparation des inventaires d'émis
   Voir les FE dans le tableau A ci-dessous.
4. La méthodologie de calcul des émissions de polluants atmosphériques dangereux (PAD) est fondée sur le rapport ERG inc. pour TCEQ intitulé « 2014 Texas Statewide Commercial Marine Vessel Emissions Inventory and 2008 through 2040 Trend Inventories » (inventaire des émiss
   Août 2015, tableau 4-6, pages 4 à 7.
5. Le type et le nombre de navires, ainsi que leurs jours de fonctionnement, proviennent de l'étude de sélection de concept pour le projet Tortue de BP, rapport d'estimation des coûts, document numéro J7018-BP-RE-K-001 Rev.B
6. Le nombre d'heures de fonctionnement par jour et par navire est supposé être de 24 heures (sauf indication contraire) en raison du manque de détails au stade conceptuel, et il fournit également une estimation plus conservatrice des émissions.
7. Les détails concernant la motorisation, tels que le nombre de moteurs, le type de moteur, la puissance nominale et le type de carburant sont basés sur des navires types utilisés dans les activités de construction offshore.
8. Les facteurs de charge du moteur (propulsion et moteurs auxiliaires) proviennent de la section 2.5 (pages 2 à 11) et du tableau 2-7 pour les navires océaniques, et du tableau 3-4 pour les navires côtiers.

Légende :
FE : Facteurs d'émission
BM : Bilan matières
CI : Calcul d'ingénierie
N.D. : Non disponible
TM : Tonnes métriques
DUM : Diesel à usage maritime

														Émissions atmosphériques horaires totales pour un type de navire (kg/h)									
Emplacement des activités	**Activité spécifique**	**Navires maritimes/équipement utilisés**	**Nombre de navires**	**Type de moteur**	**Nombre de moteurs par navire**	**Puissance du moteur (kW)**	**Facteur de charge du moteur**	**Type de carburant**	**Jours de fonctionnement annuels**	**Heures de fonctionnement (h/jour)**	**Heures de fonctionnement annuelles (h)**	**Recherche de facteur d'émission (voir la note 1 et le tableau A ci-dessous)**	**Catégorie de moteur pour les calculs d'émissions (du tableau A)**	**NOx**	**CO**	**PM10**	**PM2,5**	**SO_2**	**COV**	**CO_2**	**CH_4**	**N_2O**	**GES en CO_2e**	**PAD**
FPSO	Déchargement du condensat tous les 67 jours	Remorqueur d'assistance	3	Principal	2	1999	0,43	DUM	9	24	216	3	1	72,72	6,37	3,90	3,78	7,31	2,70	3879	0,506	0,112	3925	0,47
				Auxiliaire	2	180	0,43	DUM	9	24	216	8	2											
	Fourniture de matériaux, chargement/déchargement de Riach/Lean MEG, etc.	Bateau d'approvisionnement	1	Moteur principal/Générateur	2	1500	0,68	DUM	12	24	288	3	3	46,49	3,95	2,51	2,43	4,61	1,75	2448	0,319	0,071	2477	0,30
				Moteur principal/Générateur	2	1030	0,68	DUM	12	24	288	3	3											
				Puissance auxilliaire	1	250	0,43	DUM	12	24	288	7	2											
	Un bateau patrouilleur opérant continuellement dans la zone du FPSO	Bateau patrouilleur	1	Moteur principal	2	900	0,68	DUM	365	24	8760	3	2	16,16	1,35	0,88	0,85	1,59	0,61	844,56	0,110	0,024	854	0,11
				Générateurs	2	22,5	0,43	DUM	365	24	8760	N.D.	0											
	Transfert d'équipage entre la terre et le FPSO	Bateau d'équipage	1	Machines principales	4	2000	0,68	DUM	104	12	1248	3	3	71,81	5,98	3,92	3,80	7,07	2,72	3754	0,490	0,109	3798	0,47
Hub	Assister les méthaniers	Remorqueur d'assistance	3	Principal	2	2250	0,43	DUM	73	24	1752	3	3	81,27	7,08	4,37	4,23	8,15	3,03	4326	0,564	0,125	4377	0,52
				Auxiliaire	2	180	0,43	DUM	73	24	1752	8	2											
	Méthanier tous les 1,67 jour	Remorqueur	1																					
		Navire d'ancrage	3																					
		Bateau patrouilleur	1								8760													
	Transfert d'équipage entre la terre et l'île	Bateau d'équipage	1	Machines principales	4	2000	0,68	DUM	365	12	4380	3	3	71,81	5,98	3,92	3,80	7,07	2,72	3754	0,490	0,109	3798	0,47
Total																								

Notes et hypothèses :
1. Les émissions autres que les PAD sont estimées pour chaque moteur d'après l'équation suivante : Émissions par moteur (kg) = Facteur d'émission (FE) (g/kW) x Facteur de charge du moteur x Puissance du moteur (kW) x Heures de fonctionnement totales x (kg/1000 g)
   Dans la feuille de calcul ci-dessus, en fonction du type de moteur du navire, le FE équivalent est sélectionné dans le tableau A ci-dessous.
   Par exemple, le moteur de propulsion principal du remorqueur est considéré comme étant un moteur de navigation océanique à vitesse moyenne utilisant du diesel à usage maritime, dont la valeur de recherche est de 1. Les FE pour le NOx, le CO, le PM, le SO2, etc.
   utilisés dans les calculs sont sélectionnés dans le tableau A ci-dessous pour ce type de moteur. De même, si le navire est un bateau côtier avec un type de moteur de niveau 0 et de catégorie 2 (puissance comprise entre 1 000 et 3 000 kW), la valeur de recherche FE sera de 3.
2. Les émissions de polluants atmosphériques dangereux (PAD) sont considérées comme une composante des émissions de COV ou de PM10 ou PM2,5 et sont estimées à l'aide de fractions de spéciation provenant de l'inventaire national des émissions (NEI) de l'EPA, comme indiqué
   E = A × SF,
   Où :
   E = Émissions annuelles de PAD (tonnes)
   A = Émissions annuelles pour la base de spéciation (tonnes) – COV ou PM10 ou PM2,5
   SF = Facteur de spéciation (fraction sans unité) comme indiqué dans le tableau B ci-dessous.
3. Les facteurs d'émission (FE) des navires commerciaux sont tirés du rapport international de l'ICF pour l'EPA des États-Unis, intitulé Current Methodologies in Preparing Mobile Source Port-related Emissions Inventories (méthodologies courantes de préparation des inventaires d'émis
   Voir les FE dans le tableau A ci-dessous.
4. La méthodologie de calcul des émissions de polluants atmosphériques dangereux (PAD) est fondée sur le rapport ERG inc. pour TCEQ intitulé « 2014 Texas Statewide Commercial Marine Vessel Emissions Inventory and 2008 through 2040 Trend Inventories » (inventaire des émiss
   Août 2015, tableau 4-6, pages 4 à 7.
5. Le type et le nombre de navires, ainsi que leurs jours de fonctionnement, proviennent de l'étude de sélection de concept pour le projet Tortue de BP, rapport d'estimation des coûts, document numéro J7018-BP-RE-K-001 Rev.B
6. Le nombre d'heures de fonctionnement par jour et par navire est supposé être de 24 heures (sauf indication contraire) en raison du manque de détails au stade conceptuel, et il fournit également une estimation plus conservatrice des émissions.
7. Les détails concernant la motorisation, tels que le nombre de moteurs, le type de moteur, la puissance nominale et le type de carburant sont basés sur des navires types utilisés dans les activités de construction offshore.
8. Les facteurs de charge du moteur (propulsion et moteurs auxiliaires) proviennent de la section 2.5 (pages 2 à 11) et du tableau 2-7 pour les navires océaniques, et du tableau 3-4 pour les navires côtiers.

Légende :
FE : Facteurs d'émission
BM : Bilan matières
CI : Calcul d'ingénierie
N.D. : Non disponible
TM : Tonnes métriques
DUM : Diesel à usage maritime

														Émissions atmosphériques totales pour un type de navire pendant la période d'exploitation (t métriques)										
Emplacement des activités	**Activité spécifique**	**Navires maritimes/équipement utilisés**	**Nombre de navires**	**Type de moteur**	**Nombre de moteurs par navire**	**Puissance du moteur (kW)**	**Facteur de charge du moteur**	**Type de carburant**	**Jours de fonctionnement annuels**	**Heures de fonctionnement (h/jour)**	**Heures de fonctionnement annuelles (h)**	**Recherche de facteur d'émission (voir la note 1 et le tableau A ci-dessous)**	**Catégorie de moteur pour les calculs d'émissions (du tableau A)**	**NOx**	**CO**	**PM10**	**PM2,5**	**SO_2**	**COV**	**CO_2**	**CH_4**	**N_2O**	**GES en CO_2e**	**PAD**
FPSO	Déchargement du condensat tous les 67 jours	Remorqueur d'assistance	3	Principal	2	1999	0,43	DUM	9	24	216	3	1	15,71	1,38	0,84	0,82	1,58	0,58	838	0,11	0,02	848	0,10
				Auxiliaire	2	180	0,43	DUM	9	24	216	8	2											
	Fourniture de matériaux, chargement/déchargement de Riach/Lean MEG, etc.	Bateau d'approvisionnement	1	Moteur principal/Générateur	2	1500	0,68	DUM	12	24	288	3	3	13,39	1,14	0,72	0,70	1,33	0,50	705	0,09	0,02	713	0,09
				Moteur principal/Générateur	2	1030	0,68	DUM	12	24	288	3	3											
				Puissance auxilliaire	1	250	0,43	DUM	12	24	288	7	2											
	Un bateau patrouilleur opérant continuellement dans la zone du FPSO	Bateau patrouilleur	1	Moteur principal	2	900	0,68	DUM	365	24	8760	3	2	141,53	11,79	7,72	7,49	13,94	5,36	7398,3456	0,97	0,21	7485	0,93
				Générateurs	2	22,5	0,43	DUM	365	24	8760	N.D.	0											
	Transfert d'équipage entre la terre et le FPSO	Bateau d'équipage	1	Machines principales	4	2000	0,68	DUM	104	12	1248	3	3	89,62	7,47	4,89	4,74	8,83	3,39	4684	0,61	0,14	4739	0,59
Hub	Assister les méthaniers	Remorqueur d'assistance	3	Principal	2	2250	0,43	DUM	73	24	1752	3	3	142,39	12,41	7,65	7,42	14,28	5,30	7579	0,99	0,22	7668	0,92
				Auxiliaire	2	180	0,43	DUM	73	24	1752	8	2											
	Méthanier tous les 1,67 jour	Remorqueur	1																					
		Navire d'ancrage	3																					
		Bateau patrouilleur	1								8760													
	Transfert d'équipage entre la terre et l'île	Bateau d'équipage	1	Machines principales	4	2000	0,68	DUM	365	12	4380	3	3	314,52	26,21	17,16	16,64	30,98	11,91	16441	2,14	0,48	16634	2,06
Total																								

Notes et hypothèses :

1. Les émissions autres que les PAD sont estimées pour chaque moteur d'après l'équation suivante : Émissions par moteur (kg) = Facteur d'émission (FE) (g/kW) x Facteur de charge du moteur x Puissance du moteur (kW) x Heures de fonctionnement totales x (kg/1000 g)
   Dans la feuille de calcul ci-dessus, en fonction du type de moteur du navire, le FE équivalent est sélectionné dans le tableau A ci-dessous.
   Par exemple, le moteur de propulsion principal du remorqueur est considéré comme étant un moteur de navigation océanique à vitesse moyenne utilisant du diesel à usage maritime, dont la valeur de recherche est de 1. Les FE pour le NOx, le CO, le PM, le SO2, etc.
   utilisés dans les calculs sont sélectionnés dans le tableau A ci-dessous pour ce type de moteur. De même, si le navire est un bateau côtier avec un type de moteur de niveau 0 et de catégorie 2 (puissance comprise entre 1 000 et 3 000 kW), la valeur de recherche FE sera de 3.
2. Les émissions de polluants atmosphériques dangereux (PAD) sont considérées comme une composante des émissions de COV ou de PM10 ou PM2,5 et sont estimées à l'aide de fractions de spéciation provenant de l'inventaire national des émissions (NEI) de l'EPA, comme indiqué
   E = A × SF,
   Où :
   E = Émissions annuelles de PAD (tonnes)
   A = Émissions annuelles pour la base de spéciation (tonnes) – COV ou PM10 ou PM2,5
   SF = Facteur de spéciation (fraction sans unité) comme indiqué dans le tableau B ci-dessous.
3. Les facteurs d'émission (FE) des navires commerciaux sont tirés du rapport international de l'ICF pour l'EPA des États-Unis, intitulé Current Methodologies in Preparing Mobile Source Port-related Emissions Inventories (méthodologies courantes de préparation des inventaires d'émis
   Voir les FE dans le tableau A ci-dessous.
4. La méthodologie de calcul des émissions de polluants atmosphériques dangereux (PAD) est fondée sur le rapport ERG inc. pour TCEQ intitulé « 2014 Texas Statewide Commercial Marine Vessel Emissions Inventory and 2008 through 2040 Trend Inventories » (inventaire des émiss
   Août 2015, tableau 4-6, pages 4 à 7.
5. Le type et le nombre de navires, ainsi que leurs jours de fonctionnement, proviennent de l'étude de sélection de concept pour le projet Tortue de BP, rapport d'estimation des coûts, document numéro J7018-BP-RE-K-001 Rev.B
6. Le nombre d'heures de fonctionnement par jour et par navire est supposé être de 24 heures (sauf indication contraire) en raison du manque de détails au stade conceptuel, et il fournit également une estimation plus conservatrice des émissions.
7. Les détails concernant la motorisation, tels que le nombre de moteurs, le type de moteur, la puissance nominale et le type de carburant sont basés sur des navires types utilisés dans les activités de construction offshore.
8. Les facteurs de charge du moteur (propulsion et moteurs auxiliaires) proviennent de la section 2.5 (pages 2 à 11) et du tableau 2-7 pour les navires océaniques, et du tableau 3-4 pour les navires côtiers.

Taux d'émission maximal du gaz naturel à court terme (par turbine à gaz)

Capacité proposée (MW)[1]	Nombre d'unités[2]	PCS du gaz naturel (BTU/kW-h)[3]	Taux de consommation de carburant (MMBTU/h)[4]	Heures d'exploitation annuelles (h)[5]
33,7	4,0	10 889	367,0	8 497

1. Fournie par BP le 20 novembre 2017.
2. Fourni par BP le 20 novembre 2017.
3. Fourni par BP sous forme de PCI. PCS calculé comme suit : PCS = PCI * 1,11
4. Fourni par BP le 20 novembre 2017.
5. Estimé disponible 97 % du temps (Rapport Tortue 09/11/2017).

Contaminant	Facteur d'émission	Unités	Émissions à court terme (tonne/h)	Émissions à long terme (tonne/an)	Référence
NOx	3,3	g/s	4,75E-02	403,79	1
CO	2,656	g/s	3,82E-02	324,99	1
PM	0,234	g/s	3,37E-03	28,63	1,2
COV	9,53E-07	tonne/MMBTU	1,40E-03	11,88	3
SO_2	--	g/s	< 0,001	< 0,001	1
ASM	5,0	%	< 0,001	< 0,001	4
PAD					
Acétaldéhyde	4,0E-05	(lb/MMBTU)	2,66E-05	2,26E-01	5
Acroléine	6,4E-06	(lb/MMBTU)	4,26E-06	3,62E-02	5
Benzène	1,2E-05	(lb/MMBTU)	7,99E-06	6,79E-02	5
1,3-butadiène	4,3E-07	(lb/MMBTU)	2,86E-07	2,43E-03	5
Éthylbenzène	3,2E-05	(lb/MMBTU)	2,13E-05	1,81E-01	5
Formaldéhyde	7,1E-04	(lb/MMBTU)	4,73E-04	4,02E+00	5
Naphthalène	1,3E-06	(lb/MMBTU)	8,66E-07	7,35E-03	5
Oxyde de propylène	2,9E-05	(lb/MMBTU)	1,93E-05	1,64E-01	5
Toluène	1,3E-04	(lb/MMBTU)	8,66E-05	7,35E-01	5
o-xylène	6,4E-05	(lb/MMBTU)	4,26E-05	3,62E-01	5
PAD totaux				5,80E+00	

* Calcul des émissions potentielles basé sur l'apport de chaleur maximal au PCS

1. Taux d'émission propres aux fournisseurs fournis par CSA par courriel (13/12/2017).
2. PM présumé = PM10 = PM2,5
3. AP-42 tableau 3.1-2a pour la combustion du gaz naturel.
4. ASM présumé composé de 5 % d'émissions de SO_2.
5. AP-42 tableau 3.1-3 pour la combustion du gaz naturel.

Taux d'émission maximal du gaz naturel à court terme (par turbine à gaz)

Capacité proposée (MW)[1]	Nombre d'unités[2]	PCS du gaz naturel (BTU/kW-h)[3]	Taux de consommation de carburant (MMBTU/h)[4]	Heures d'exploitation annuelles (h)[5]
33,7	4,0	10 889	367,0	8 497

1. Fournie par BP le 20 novembre 2017.
2. Fourni par BP le 20 novembre 2017.
3. Fourni par BP sous forme de PCI. PCS calculé comme suit : PCS = PCI * 1,11
4. Fourni par BP le 20 novembre 2017.
5. Présumé disponible 97% du temps (Rapport Tortue 09/11/2017).

Contaminant	Facteur d'émission	Unités	Émissions à court terme (tonne/h)	Émissions à long terme (tonne/an)	Référence
CO_2	53,06	kg/MMBTU	77,9	661 797,26	1
CH_4	1,00E-03	kg/MMBTU	1,47E-03	12,47	1
N_2O	1,00E-04	lb/MMBTU	1,47E-04	1,25	1
CO_2e	4,40E-05	tonne/tonne de carbura	78,0	662 480,76	1

* Calcul des émissions potentielles basé sur l'apport de chaleur maximal au PCS

1. Tableaux C-1 et C-2 de 40 CFR partie 98 pour la combustion du gaz naturel. Les potentiels de réchauffement planétaire de la partie 98, tableau A-1, sont de 1 pour le CO_2, de 25 pour le CH_4 et de 298 pour le N_2O

Génératrice au gaz du FLNG

Émissions autorisées proposées pour les contaminants courants

Carburant	Gaz naturel	
Nombre de moteurs	2	
Capacité nominale[1]	9,00	MW
Heures d'exploitation potentielles[2]	8 497	h/an
Consommation approximative de carburant à pleine charge[3]	10 889	BTU/kW-h
Consommation approximative de carburant à pleine charge[4]	98,002	MMBTU/h

Émissions autorisées proposées pour les contaminants courants					
			Émissions		
Contaminant	Facteur d'émission		(tonne/h)	(tonne/an)	Référence
NO_x	0,014	tonne/h	0,028	237,92	5
CO	0,021	tonne/h	0,042	356,88	5
SO_2	--	tonne/h	< 0,001	< 0,001	5
PM	1,74E-02	kg/MMBTU	0,003	29,009	6
COV	6,0E-03	tonne/h	0,012	101,97	5

Références :

1. Basée sur les informations techniques de la génératrice fournies par BP en novembre 2017.
2. Supposé opérationnel pendant le fonctionnement normal (fourni par BP le 20/11/2017).
3. Fournie par BP le 20/11/2017, supposé être le même carburant que celui utilisé dans les turbines à gaz.
4. MMBTU/h = (BTU/kW-h)*(1000 kW/MW)*(MW)/(10^6 BTU/MMBTU)
5. Fourni par CSA par courriel (13/12/2017).
6. Basé sur les émissions PM maximales de AP-42, section 3.2, en se basant sur le fait que tous les PM = PM10 = PM2,5.

Génératrice au gaz du FLNG

Émissions autorisées proposées pour les PAD

Carburant	Gaz naturel	
Nombre de moteurs	2	
Capacité nominale[2]	9,00	MMBTU/h
Heures d'exploitation potentielles[3]	8 497	h/an
Consommation approximative de carburant à pleine charge[4]	10 889	BTU/kW-h
Consommation approximative de carburant à pleine charge[5]	98,002	MMBTU/h

Émissions autorisées proposées pour les PAD

PAD	Facteur d'émission (lb/MMBTU)	Facteur d'émission (tonne/MMBTU)	Émissions (tonne/h)	Émissions (tonne/an)	Référence
1,1,2,2-tétrachloroéthane	6,63E-05	3,01E-08	5,89E-06	5,01E-02	1
1,1,2-trichloroéthane	5,27E-05	2,39E-08	4,69E-06	3,98E-02	1
1,3-butadiène	8,20E-04	3,72E-07	7,29E-05	6,19E-01	1
1,3-dichloropropène	4,38E-05	<1,99E-08	3,89E-06	3,31E-02	1
2,2,4-triméthylpentane	8,46E-04	3,84E-07	7,52E-05	6,39E-01	1
2-méthylnaphtalène	2,14E-05	9,71E-09	1,90E-06	1,62E-02	1
1,2-dihydroacénaphtylène	1,33E-06	6,03E-10	1,18E-07	1,00E-03	1
Acénaphtylène	3,17E-06	1,44E-09	2,82E-07	2,39E-03	1
Acétaldéhyde	7,76E-03	<3,52E-06	6,90E-04	5,86E+00	1
Acroléine	7,78E-03	3,53E-06	6,92E-04	5,88E+00	1
Anthracène	7,18E-07	<3,26E-10	6,38E-08	5,42E-04	1
Benzo[a]anthracène	3,36E-07	1,52E-10	2,99E-08	2,54E-04	1
Benzène	1,94E-03	8,80E-07	1,72E-04	1,47E+00	1
Benzo[a]pyrène	5,68E-09	2,58E-12	5,05E-10	4,29E-06	1
Benzo[b]fluoranthène	8,51E-09	3,86E-12	7,57E-10	6,43E-06	1
Benzo(e)pyrène	2,34E-08	1,06E-11	2,08E-09	1,77E-05	1
Benzo[ghi]pérylène	2,48E-08	1,12E-11	2,20E-09	1,87E-05	1
Benzo(k)fluoranthène	4,26E-09	<1,93E-12	3,79E-10	3,22E-06	1
Biphényle	3,95E-06	1,79E-09	3,51E-07	2,98E-03	1
Tétrachlorure de carbone	6,07E-05	2,75E-08	5,40E-06	4,59E-02	1
Chlorobenzène	4,44E-05	2,01E-08	3,95E-06	3,35E-02	1
Chloroforme	4,71E-05	2,14E-08	4,19E-06	3,56E-02	1
Chrysène	6,72E-07	3,05E-10	5,97E-08	5,08E-04	1
Éthylbenzène	1,08E-04	4,90E-08	9,60E-06	8,16E-02	1
Dibromure d'éthylène	7,34E-05	3,33E-08	6,53E-06	5,55E-02	1
Fluoranthène	3,61E-07	1,64E-10	3,21E-08	2,73E-04	1
Fluorène	1,69E-06	7,67E-10	1,50E-07	1,28E-03	1
Formaldéhyde	5,52E-02	2,50E-05	4,91E-03	4,17E+01	1
Indéno[1,2,3-c,d]pyrène	9,93E-09	4,50E-12	8,83E-10	7,50E-06	1
Méthanol	2,48E-03	1,12E-06	2,20E-04	1,87E+00	1
Chlorure de méthylène	1,47E-04	6,67E-08	1,31E-05	1,11E-01	1
n-hexane	4,45E-04	2,02E-07	3,96E-05	3,36E-01	1
Naphthalène	9,63E-05	4,37E-08	8,56E-06	7,27E-02	1
HAP	1,34E-04	6,08E-08	1,19E-05	1,01E-01	1
Pérylène	4,97E-09	2,25E-12	4,42E-10	3,75E-06	1
Phénanthrène	3,53E-06	1,60E-09	3,14E-07	2,67E-03	1
Phénol	4,21E-05	1,91E-08	3,74E-06	3,18E-02	1
Pyrène	5,84E-07	2,65E-10	5,19E-08	4,41E-04	1
Styrène	5,48E-05	2,49E-08	4,87E-06	4,14E-02	1
Toluène	9,63E-04	4,37E-07	8,56E-05	7,27E-01	1
Chlorure de vinyle	2,47E-05	1,12E-08	2,20E-06	1,87E-02	1
Xylène	2,68E-04	1,22E-07	2,38E-05	2,02E-01	1
PAD totaux				60,08	

1. Basé sur AP-42, tableau 3.2-1 pour les moteurs à mélange pauvre à deux temps non contrôlés à titre d'estimation conservatrice.
2. Basée sur les informations techniques de la génératrice fournies par BP le 20 novembre 2017.
3. Supposé opérationnel pendant le fonctionnement normal (fourni par BP le 20/11/2017).
4. Fournie par BP le 20/11/2017, supposé être le même carburant que celui utilisé dans les turbines à gaz.
5. MMBTU/h = (BTU/kW-h)*(1000 kW/MW)*(MW)/(10^6 BTU/MMBTU)

Génératrice au gaz du FLNG

Émissions autorisées proposées pour les contaminants courants

Carburant	Gaz naturel	
Nombre de moteurs	2	
Capacité nominale[1]	9,00	MW
Heures de fonctionnement potentielles[2]	8 497	h/an
Consommation approximative de carburant à pleine charge[3]	10 889	BTU/kW-h
Consommation approximative de carburant à pleine charge[4]	98,002	MMBTU/h

Émissions de GES autorisées proposées					
			Émissions		
Contaminant	Facteur d'émission		(tonne/h)	(tonne/an)	Référence
CO_2	5,40	tonne/h	10,80	91769,76	6
CH_4	1,00E-03	kg/MMBTU	0,00	1,67	7
N_2O	1,00E-04	kg/MMBTU	0,00	0,17	7
CO_2e	--	--	10,81	91861,03	7

Références :

1. Basée sur les informations techniques de la génératrice fournies par BP en novembre 2017.
2. Supposé opérationnel pendant le fonctionnement normal.
3. Fournie par BP le 20/11/2017, supposé être le même carburant que celui utilisé dans les turbines à gaz.
4. MMBTU/h = (BTU/kW-h)*(1000 kW/MW)*(MW)/(10^6 BTU/MMBTU)
6. Basé sur les informations d'émissions fournies par CSA par courriel (13/12/2017).
7. Tableaux C-1 et C-2 de 40 CFR partie 98 pour la combustion du gaz naturel. Les potentiels de réchauffement planétaire de la partie 98, tableau A-1, sont de 1 pour le CO_2, de 25 pour le CH_4 et de 298 pour le N_2O.

Torchère du FLNG – Brûleur veilleuse seulement

Émissions potentielles proposées pour les contaminants courants du brûleur veilleuse

Carburant du brûleur veilleuse	Gaz naturel	
Valeur du chauffage au gaz naturel[1]	1 027	BTU/scf
Consommation de carburant par lle brûleur veuilleuse en fonctionnement normal[2]	0,001	MMscf/h
Tonnes de carburant en fonctionnement normal[3]	0,01	tonne/h
Nombre de brûleurs veilleuse[4]	1	
Heures d'exploitation potentielles[5]	8 760	h/an
Efficacité de la destruction[6]	98%	

Torchère – Brûleur veilleuse seulement					
Émissions potentielles proposées pour les contaminants courants					
Contaminant	**Facteur d'émission**		**Taux d'émission horaire (tonne/h)**	**Émissions annuelles (tonne/an)**	**Référence**
NO_x	6,26	g/s	0,022536	197,42	7
CO	34,06	g/s	0,122616	1074,12	7
COV	0	g/s	< 0,001	< 0,001	8
PM	0,466	g/s	0,0016776	14,70	7
SO_2	--	g/s	< 0,001	< 0,001	7

Références :

1. Basée sur la valeur moyenne fournie au https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-89.html
2. MMscf/h = (tonne de GN/h)*(MMBTU/tonne de GN)/(MMBTU/MMscf)
3. Basées sur les données opérationnelles spécifiques des fournisseurs fournies par BP le 20/11/2017 (supposition de 11,6 kg/h).
4. BP a fourni des données le 20/11/2017.
5. L'extrémité de torche est supposée fonctionner continuellement; les émissions ne représentent que celles associées au fonctionnement normal et n'incluent pas le démarrage et l'arrêt.
6. Fournie par CSA par courriel (13/12/2017).
7. Facteurs d'émission propres aux fournisseurs fournis par CSA par courriel (13/12/2017).
6. Basé sur les données opérationnelles spécifiques des fournisseurs fournies par CSA par courriel (13/12/2017).
8. Présumé négligeable en fonction du contenu HC total.

Torchère du FLNG – Brûleur veilleuse seulement

Émissions potentielles de PAD par le brûleur veilleuse

Carburant de brûleur veilleuse	Gaz naturel	
Valeur du chauffage au gaz naturel[1]	1 027	BTU/scf
Consommation de carburant par le brûleur veilleuse en fonctionnement normal[2]	0,001	MMscf/d
Tonnes de carburant en fonctionnement normal[3]	0,01	tonne/h
Nombre de brûleurs veilleuses[4]	1	
Heures d'exploitation potentielles[5]	8 760	h/an
Efficacité de la destruction[6]	98%	

Torchère – Brûleur veilleuseseulement
Émissions de PAD autorisées proposées

PAD	Facteur d'émission (lb/MMscf)	Facteur d'émission (tonne/MMscf)	Taux d'émission horaire (tonne/h)	Émissions annuelles (tonne/an)	Référence
Benzène	2,1E-03	9,5E-07	< 0.001	< 0.001	6
Dichlorobenzène	1,2E-03	5,4E-07	< 0.001	< 0.001	6
Formaldéhyde	0,075	3,4E-05	< 0.001	< 0.001	6
n-hexane	1,80	8,2E-04	< 0.001	< 0.001	6
Naphthalène	6,1E-04	2,8E-07	< 0.001	< 0.001	6
Toluène	3,4E-03	1,5E-06	< 0.001	< 0.001	6
Matière organique polycyclique	8,8E-05	4,0E-08	< 0.001	< 0.001	6, 8
Arsenic	2,0E-04	9,1E-08	< 0.001	< 0.001	7
Baryum	4,4E-03	2,0E-06	< 0.001	< 0.001	7
Béryllium	<1,20E-05	5,4E-09	< 0.001	< 0.001	7
Cadmium	1,1E-03	5,0E-07	< 0.001	< 0.001	7
Chrome	1,4E-03	6,4E-07	< 0.001	< 0.001	7
Cobalt	8,4E-05	3,8E-08	< 0.001	< 0.001	7
Cuivre	8,5E-04	3,9E-07	< 0.001	< 0.001	7
Manganèse	3,8E-04	1,7E-07	< 0.001	< 0.001	7
Mercure	2,6E-04	1,2E-07	< 0.001	< 0.001	7
Nickel	2,1E-03	9,5E-07	< 0.001	< 0.001	7
Sélénium	<2,4E-05	1,1E-08	< 0.001	< 0.001	7
PAD totaux				< 0.001	

Références :

1. Basée sur la valeur moyenne fournie au https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-89.html
2. MMscf/h = (tonne de GN/h)*(MMBTU/tonne de GN)/(MMBTU/MMscf)
3. Basées sur les données opérationnelles spécifiques des fournisseurs fournies par BP le 20/11/2017.
4. BP a fourni des données le 20/11/2017.
5. L'extrémité de torche est supposée fonctionner continuellement; les émissions ne représentent que celles associées au fonctionnement normal et n'incluent pas le démarrage et l'arrêt.
6. Facteurs d'émission pour les composés organiques basés sur AP-42, tableau 1.4-3, Facteurs d'émission des composés organiques différenciés provenant de la combustion du gaz naturel, juillet 1998.
7. Facteurs d'émission pour les métaux basés sur AP-42, tableau 1.4-4, Facteurs d'émission des métaux provenant de la combustion du gaz naturel, juillet 1998.
8. Le facteur d'émission pour la matière organique polyclique (MOP) est calculé comme étant la somme des facteurs d'émission, selon la note de bas de page c de AP-42, chapitre 1, tableau 1.4-3 (juillet 1998).

Torchère du FLNG – Brûleur veilleuse seulement

Émissions potentielles de GES par le brûleur veuilleuse de la torchère

Carburant du brûleur veilleuse	Gaz naturel	
Valeur du chauffage au gaz naturel[1]	1 027	BTU/scf
Consommation de carburant par le brûleur veilleuse en fonctionnement normal[2]	0,001	MMscf/d
Tonnes de carburant en fonctionnement normal[3]	0,01	tonne/h
Nombre de brûleur veilleuse[4]	1	
Heures d'exploitation potentielles[5]	8 760	h/an

Torchère – Brûleur veilleuse seulement					
Émissions potentielles de GES proposées					
Contaminant	**Facteur d'émission**		**Taux d'émission horaire (tonne/h)**	**Émissions annuelles (tonne/an)**	**Référence**
CO_2	2,80	tonne/tonne de carburant	0,032	285	6
CH_4	1,30E-02	tonne/tonne de carburant	1,508E-04	1	6
N_2O	2,20E-04	tonne/tonne de carburant	2,55E-06	0	6
CO_2e	--	--	0,0	324	7

Références :

1. Basée sur la valeur moyenne fournie au https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-89.html
2. MMscf/h = (tonne de GN/h)*(MMBTU/tonne de GN)/(MMBTU/MMscf)
3. Basées sur les données opérationnelles spécifiques des fournisseurs fournies par BP le 20/11/2017 (supposition de 11,6 kg/h).
4. BP a fourni des données le 20/11/2017.
5. L'extrémité de torche est supposée fonctionner continuellement; les émissions ne représentent que celles associées au fonctionnement normal et n'incluent pas le démarrage et l'arrêt.
6. Basé sur les facteurs d'émission API fournis par BP le 20 novembre 2017.
7. Tableaux C-1 et C-2 de 40 CFR partie 98 pour la combustion du gaz naturel. Les potentiels de réchauffement planétaire de la partie 98, tableau A-1, et sont de 1 pour le CO_2, de 25 pour le CH_4 et de 298 pour le N_2O.

Génératrice au gaz du HUB

Émissions autorisées proposées pour les contaminants courants

Carburant	Gaz naturel	
Nombre de moteurs	2	
Capacité nominale[1]	2,50	MW
Heures d'exploitation potentielles[2]	8 322	h/an
Consommation approximative de carburant à pleine charge[3]	10 889	BTU/kW-h
Consommation approximative de carburant à pleine charge[4]	34,758	Tonne/h
PCS approximatif du gaz naturel	27,223	MMBTU/h

Émissions autorisées proposées pour les contaminants courants					
			Émissions		
Contaminant	Facteur d'émission		(tonne/h)	(tonne/an)	Référence
NO_x	5,292	g/s	0,038	317,09	5
CO	0,092	g/s	0,001	5,51	5
SO_2	0	g/s	0,000	0,00	5
PM	1,74E-02	kg/MMBTU	0,001	10,08	6
COV	5,4E-02	kg/MMBTU	0,004	31,49	6

Références :

1. Basée sur les informations de techniques de la génératrice fournies dans le Rapport Tortue de novembre 2017 (09/11/2017).
2. Basées sur les informations fournies par BP dans le Rapport Tortue de novembre (09/11/2017).
3. Fournie par BP le 20/11/2017, supposé être le même carburant que celui utilisé dans les turbines à gaz du FLNG.
4. MMBTU/h = (BTU/kW-h)*(1000 kW/MW)*(MW)/(10^6 BTU/MMBTU)
5. Fourni par CSA par courriel (13/12/2017).
6. Basé sur les émissions PM et COV maximales de AP-42, section 3.2, en se basant sur le fait que tous les PM = PM10 = PM2,5.

Génératrice au gaz du HUB

Émissions autorisées proposées pour les PAD

Carburant	Gaz naturel	
Nombre de moteurs	2	
Capacité nominale[2]	2,50	MW
Heures d'exploitation potentielles[2]	8 322	h/an
Consommation approximative de carburant à pleine charge[3]	10 889	BTU/kW-h
Consommation approximative de carburant à pleine charge[4]	34,758	Tonne/h
PCS approximatif du gaz naturel	27,223	MMBTU/h

Émissions autorisées proposées pour les PAD

PAD	Facteur d'émission (lb/MMBTU)	Facteur d'émission (tonne/MMBTU)	Émissions (tonne/h)	Émissions (tonne/an)	Référence
1,1,2,2-tétrachloroéthane	6,63E-05	3,01E-08	1,64E-06	1,36E-02	1
1,1,2-trichloroéthane	5,27E-05	2,39E-08	1,30E-06	1,08E-02	1
1,3-butadiène	8,20E-04	3,72E-07	2,03E-05	1,69E-01	1
1,3-dichloropropène	4,38E-05	<1,99E-08	1,08E-06	9,00E-03	1
2,2,4-triméthylpentane	8,46E-04	3,84E-07	2,09E-05	1,74E-01	1
2-méthylnaphtalène	2,14E-05	9,71E-09	5,28E-07	4,40E-03	1
1,2-dihydroacénaphtylène	1,33E-06	6,03E-10	3,28E-08	2,73E-04	1
Acénaphtylène	3,17E-06	1,44E-09	7,83E-08	6,51E-04	1
Acétaldéhyde	7,76E-03	<3,52E-06	1,92E-04	1,59E+00	1
Acroléine	7,78E-03	3,53E-06	1,92E-04	1,60E+00	1
Anthracène	7,18E-07	<3,26E-10	1,77E-08	1,48E-04	1
Benzo[a]anthracène	3,36E-07	1,52E-10	8,30E-09	6,91E-05	1
Benzène	1,94E-03	8,80E-07	4,79E-05	3,99E-01	1
Benzo[a]pyrène	5,68E-09	2,58E-12	1,40E-10	1,17E-06	1
Benzo[b]fluoranthène	8,51E-09	3,86E-12	2,10E-10	1,75E-06	1
Benzo(e)pyrène	2,34E-08	1,06E-11	5,78E-10	4,81E-06	1
Benzo[ghi]pérylène	2,48E-08	1,12E-11	6,12E-10	5,10E-06	1
Benzo(k)fluoranthène	4,26E-09	<1,93E-12	1,05E-10	8,76E-07	1
Biphényle	3,95E-06	1,79E-09	9,75E-08	8,12E-04	1
Tétrachlorure de carbone	6,07E-05	2,75E-08	1,50E-06	1,25E-02	1
Chlorobenzène	4,44E-05	2,01E-08	1,10E-06	9,13E-03	1
Chloroforme	4,71E-05	2,14E-08	1,16E-06	9,68E-03	1
Chrysène	6,72E-07	3,05E-10	1,66E-08	1,38E-04	1
Éthylbenzène	1,08E-04	4,90E-08	2,67E-06	2,22E-02	1
Dibromure d'éthylène	7,34E-05	3,33E-08	1,81E-06	1,51E-02	1
Fluoranthène	3,61E-07	1,64E-10	8,92E-09	7,42E-05	1
Fluorène	1,69E-06	7,67E-10	4,17E-08	3,47E-04	1
Formaldéhyde	5,52E-02	2,50E-05	1,36E-03	1,13E+01	1
Indéno[1,2,3-c,d]pyrène	9,93E-09	4,50E-12	2,45E-10	2,04E-06	1
Méthanol	2,48E-03	1,12E-06	6,12E-05	5,10E-01	1
Chlorure de méthylène	1,47E-04	6,67E-08	3,63E-06	3,02E-02	1
n-hexane	4,45E-04	2,02E-07	1,10E-05	9,15E-02	1
Naphthalène	9,63E-05	4,37E-08	2,38E-06	1,98E-02	1
HAP	1,34E-04	6,08E-08	3,31E-06	2,75E-02	1
Pérylène	4,97E-09	2,25E-12	1,23E-10	1,02E-06	1
Phénanthrène	3,53E-06	1,60E-09	8,72E-08	7,25E-04	1
Phénol	4,21E-05	1,91E-08	1,04E-06	8,65E-03	1
Pyrène	5,84E-07	2,65E-10	1,44E-08	1,20E-04	1
Styrène	5,48E-05	2,49E-08	1,35E-06	1,13E-02	1
Toluène	9,63E-04	4,37E-07	2,38E-05	1,98E-01	1
Chlorure de vinyle	2,47E-05	1,12E-08	6,10E-07	5,08E-03	1
Xylène	2,68E-04	1,22E-07	6,62E-06	5,51E-02	1
PAD totaux				1,63E+01	

1. Basé sur AP-42, tableau 3.2-1 pour les émissions d'un moteur à mélange pauvre à deux temps non contrôlés en tant qu'estimation conservatrice.
2. Basées sur les informations techniques de la génératrice fournies par BP dans le Rapport Tortue de novembre (09/11/2017).
3. Fournie par BP le 20/11/2017, supposé être le même carburant que celui utilisé dans les turbines à gaz du FLNG.
4. MMBTU/h = (BTU/kW-h)*(1000 kW/MW)*(MW)/(10^6 BTU/MMBTU)

Génératrice au gaz du HUB

Émissions autorisées proposées pour les contaminants courants

Carburant	Gaz naturel	
Nombre de moteurs	2	
Capacité nominale[1]	2,50	MW
Heures d'exploitation potentielles[2]	8 322	h/an
Consommation approximative de carburant à pleine charge[3]	10 889	BTU/kW-h
Consommation approximative de carburant à pleine charge[4]	34,758	Tonne/h
PCS approximatif du gaz naturel	27,223	MMBTU/h

Émissions de GES autorisées proposées					
			Émissions		
Contaminant	**Facteur d'émission**		**(tonne/h)**	**(tonne/an)**	**Référence**
CO_2	53,06	kg/MMBTU	2,89	24041,02	6
CH_4	1,00E-03	kg/MMBTU	0,00	0,45	6
N_2O	1,00E-04	kg/MMBTU	0,00	0,05	6
CO_2e	--	--	**2,89**	24065,85	7

Références :

1. Basée sur les informations de techniques de la génératrice fournies par BP le 20/11/2017.
2. Basées sur les informations fournies dans le Rapport Tortue de novembre (09/11/2017).
3. Basée sur l'utilisation approximative de carburant de http://www.dieselserviceandsupply.com/Diesel_Fuel_Consumption.aspx
4. MMBTU/h = (BTU/kW-h)*(1000 kW/MW)*(MW)/(10^6 BTU/MMBTU)
5. Tableaux C-1 et C-2 de 40 CFR partie 98 pour la combustion du gaz naturel. Les potentiels de réchauffement planétaire de la partie 98, tableau A-1, et sont de 1 pour le CO_2, de 25 pour le CH_4 et de 298 pour le N_2O.

Génératrice d'urgence

Émissions autorisées proposées pour les contaminants courants

Carburant	Diesel	
Nombre de moteurs	1	
Capacité nominale[1]	0,25	MW
Heures d'exploitation potentielles[2]	100	h/an
Consommation approximative de carburant à pleine charge[3]	18	gal/h
Consommation approximative de carburant à pleine charge[4]	0,057	Tonne/h
PCS approximatif du carburant diesel[5]	0,139	MMBTU/gal

Émissions autorisées proposées pour les contaminants courants					
			Émissions		
Contaminant	Facteur d'émission		(tonne/h)	(tonne/an)	Référence
NO_x	0,104	g/s	0,000	0,04	6
CO	0,280	g/s	0,001	0,10	6
SO_2	0,33	g/s	0,001	0,12	6
PM	1,34E-03	kg/KW-h	0,000	0,03	7
COV	1,6E-03	tonne/tonne de carburant	0,000	0,01	6

Références :

1. Basée sur les informations de techniques de la génératrice fournies par l'installation dans le Rapport Tortue de novembre 2017 (09/11/2017).
2. Selon la règle 62-210.300(3)(a)35., F.A.C.
3. Basée sur l'utilisation approximative de carburant de http://www.dieselserviceandsupply.com/Diesel_Fuel_Consumption.aspx
4. Basée sur une conversion de 1 gallon = 0,003192 tonne métrique de carburant diesel https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-87.html
5. Basé sur 1 gallon = 138 700 BTU – PCS de https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-87.html
6. Basé sur les données fournies par CSA par courriel (13/12/2017).
7. Basé sur AP-42, tableau 3.3-1, en supposant que tous les PM = PM10 = PM2,5.

Génératrice d'urgence

Émissions autorisées proposées pour les PAD

Carburant	Diesel	
Nombre de moteurs	1	
Capacité nominale[2]	0,25	MMBTU/h
Heures d'exploitation potentielles[3]	100	h/an
Consommation approximative de carburant à pleine charge[4]	18	gal/h
Consommation approximative de carburant à pleine charge[5]	0,057	Tonne/h
PCS approximatif du carburant diesel[6]	0,139	MMBTU/gal

Émissions autorisées proposées pour les PAD

PAD	Facteur d'émission (lb/MMBTU)	Facteur d'émission (tonne/MMBTU)	Émissions (tonne/h)	Émissions (tonne/an)	Référence
Benzène	9,33E-04	4,23E-07	1,06E-06	1,06E-04	1
Toluène	4,09E-04	1,86E-07	4,63E-07	4,63E-05	1
Xylène	2,85E-04	1,29E-07	3,23E-07	3,23E-05	1
Propylène	<2,85E-03	<1,29E-06	3,23E-06	3,23E-04	1
Hydrocarbure aromatique polycyclique (HAP)	1,68E-04	7,62E-08	1,90E-07	1,90E-05	1
Napthalène	8,48E-05	3,85E-08	9,60E-08	9,60E-06	1
Acénaphtylène	5,06E-06	2,30E-09	5,73E-09	5,73E-07	1
Acénapthène	1,42E-06	6,44E-10	1,61E-09	1,61E-07	1
Fluorène	<2,92E-05	<1,32E-08	3,31E-08	3,31E-06	1
Phénanthrène	2,94E-05	1,33E-08	3,33E-08	3,33E-06	1
Anthracène	<1,87E-06	<8,48E-10	2,12E-09	2,12E-07	1
Fluoranthène	7,61E-06	3,45E-09	8,62E-09	8,62E-07	1
Pyrène	4,78E-06	2,17E-09	5,41E-09	5,41E-07	1
Benzo(a)anthracène	1,68E-06	7,62E-10	1,90E-09	1,90E-07	1
Chrysène	3,53E-07	1,60E-10	4,00E-10	4,00E-08	1
Benzo[b]fluoranthène	9,91E-08	4,50E-11	1,12E-10	1,12E-08	1
Benzo(k)fluoranthène	1,55E-07	7,03E-11	1,76E-10	1,76E-08	1
Benzo[a]pyrène	<1,88E-07	<8,53E-11	2,13E-10	2,13E-08	1
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	3,75E-07	1,70E-10	4,25E-10	4,25E-08	1
Dibenz[a,h]anthracène	5,83E-07	2,64E-10	6,60E-10	6,60E-08	1
Benzo(g,h,l)pérylène	4,89E-07	2,22E-10	5,54E-10	5,54E-08	1
PAD totaux				5,45E-04	

Références :

1. Basé sur AP-42, tableau 3.3-2, 2009.
2. Basée sur les informations de techniques de la génératrice fournies dans le Rapport Tortue de novembre (09/11/2017).
3. Selon la règle 62-210.300(3)(a)35., F.A.C.
4. Basée sur l'utilisation approximative de carburant de http://www.dieselserviceandsupply.com/Diesel_Fuel_Consumption.aspx
5. Basée sur une conversion de 1 gallon = 0,003192 tonne métrique de carburant diesel https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-87.html
6. Basé sur 1 gallon = 138 700 BTU – PCS de https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-87.html.

Génératrice d'urgence

Émissions autorisées proposées pour les contaminants courants

Carburant	Diesel	
Nombre de moteurs	1	
Capacité nominale[1]	0,25	MW
Heures d'exploitation potentielles[2]	100	h/an
Consommation approximative de carburant à pleine charge[3]	18	gal/h
Consommation approximative de carburant à pleine charge[4]	0,057	Tonne/h
PCS approximatif du carburant diesel[5]	1,387	MMBTU/gal

Émissions de GES autorisées proposées					
			Émissions		
Contaminant	**Facteur d'émission**		**(tonne/h)**	**(tonne/an)**	**Référence**
CO_2	3,20	tonne/tonne de carburant	0,18	18,39	6
CH_4	2,00E-04	tonne/tonne de carburant	0,00	0,00	6
N_2O	9,40E-05	tonne/tonne de carburant	0,00	0,00	6
CO_2e	--	--	**0,19**	18,58	7

Références :

1. Basée sur les informations de techniques de la génératrice fournies dans le Rapport Tortue de novembre (09/11/2017).
2. Selon la règle 62-210.300(3)(a)35., F.A.C.
3. Basée sur l'utilisation approximative de carburant de http://www.dieselserviceandsupply.com/Diesel_Fuel_Consumption.aspx
4. Basée sur une conversion de 1 gallon = 0,003192 tonne métrique de carburant diesel https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-87.html
5. Basé sur 1 gallon = 138 700 BTU – PCS de https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-87.html
6. Basé sur les facteurs d'émission API fournis par BP le 20/11/2017.
7. Tableaux C-1 et C-2 de 40 CFR partie 98 pour la combustion du gaz naturel. Les potentiels de réchauffement planétaire de la partie 98, tableau A-1, et sont de 1 pour le CO2, de 25 pour le CH4 et de 298 pour le N2O.

Pompes FW

Émissions autorisées proposées pour les contaminants courants

Carburant	Diesel	
Nombre de moteurs	2	
Capacité nominale[1]	1,00	MW
Heures d'exploitation potentielles[2]	100	h/an
Consommation approximative de carburant à pleine charge[3]	71	gal/h
Consommation approximative de carburant à pleine charge[4]	0,227	Tonne/h
PCS approximatif du carburant diesel[5]	0,139	MMBTU/gal

Émissions autorisées proposées pour les contaminants courants					
Contaminant	Facteur d'émission		Émissions (tonne/h)	Émissions (tonne/an)	Référence
NO_x	0,063	tonne/tonne de carburant	0,029	2,86	6
CO	0,017	tonne/tonne de carburant	0,008	0,76	6
SO_2	1,0%	S dans le carburant	0,009	0,91	6
PM	1,34E-03	kg/kWh	0,001	0,13	7
COV	1,6E-03	tonne/tonne de carburant	0,001	0,07	6

Références :

1. Basée sur les informations techniques de la génératrice fournies par CSA par courriel (10/01/2018).
2. Selon la règle 62-210.300(3)(a)35., F.A.C.
3. Basée sur l'utilisation approximative de carburant de http://www.dieselserviceandsupply.com/Diesel_Fuel_Consumption.aspx
4. Basée sur une conversion de 1 gallon = 0,003192 tonne métrique de carburant diesel https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-87.html
5. Basé sur 1 gallon = 138 700 BTU – PCS de https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-87.html
6. Basé sur les facteurs d'émission API fournis par BP le 20/11/2017.
7. Basé sur AP-42, tableau 3.3-1, en supposant que tous les PM = PM10 = PM2,5.

Pompes FW

Émissions autorisées proposées pour les PAD

Carburant	Diesel	
Nombre de moteurs	2	
Capacité nominale[2]	1,00	MMBTU/h
Heures d'exploitation potentielles[3]	100	h/an
Consommation approximative de carburant à pleine charge[4]	71	gal/h
Consommation approximative de carburant à pleine charge[5]	0,227	Tonne/h
PCS approximatif du carburant diesel[6]	0,139	MMBTU/gal

Émissions autorisées proposées pour les PAD

PAD	Facteur d'émission (lb/MMBTU)	Facteur d'émission (tonne/MMBTU)	Émissions (tonne/h)	Émissions (tonne/an)	Référence
Benzène	9,33E-04	4,23E-07	8,35E-06	8,35E-04	1
Toluène	4,09E-04	1,86E-07	3,66E-06	3,66E-04	1
Xylène	2,85E-04	1,29E-07	2,55E-06	2,55E-04	1
Propylène	<2,85E-03	<1,29E-06	2,55E-05	2,55E-03	1
Hydrocarbure aromatique polycyclique (HAP)	1,68E-04	7,62E-08	1,50E-06	1,50E-04	1
Napthalène	8,48E-05	3,85E-08	7,59E-07	7,59E-05	1
Acénaphtylène	5,06E-06	2,30E-09	4,53E-08	4,53E-06	1
Acénapthène	1,42E-06	6,44E-10	1,27E-08	1,27E-06	1
Fluorène	<2,92E-05	<1,32E-08	2,61E-07	2,61E-05	1
Phénanthrène	2,94E-05	1,33E-08	2,63E-07	2,63E-05	1
Anthracène	<1,87E-06	<8,48E-10	1,67E-08	1,67E-06	1
Fluoranthène	7,61E-06	3,45E-09	6,81E-08	6,81E-06	1
Pyrène	4,78E-06	2,17E-09	4,28E-08	4,28E-06	1
Benzo(a)anthracène	1,68E-06	7,62E-10	1,50E-08	1,50E-06	1
Chrysène	3,53E-07	1,60E-10	3,16E-09	3,16E-07	1
Benzo[b]fluoranthène	9,91E-08	4,50E-11	8,87E-10	8,87E-08	1
Benzo(k)fluoranthène	1,55E-07	7,03E-11	1,39E-09	1,39E-07	1
Benzo[a]pyrène	<1,88E-07	<8,53E-11	1,68E-09	1,68E-07	1
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	3,75E-07	1,70E-10	3,35E-09	3,35E-07	1
Dibenz[a,h]anthracène	5,83E-07	2,64E-10	5,22E-09	5,22E-07	1
Benzo(g,h,l)pérylène	4,89E-07	2,22E-10	4,37E-09	4,37E-07	1
PAD totaux				4,31E-03	

Références :

1. Basé sur AP-42, tableau 3.3-2, 2009.
2. Basée sur les informations techniques de la génératrice fournies par CSA par courriel (10/01/2018).
3. Selon la règle 62-210.300(3)(a)35., F.A.C.
4. Basée sur l'utilisation approximative de carburant de http://www.dieselserviceandsupply.com/Diesel_Fuel_Consumption.aspx
5. Basée sur une conversion de 1 gallon = 0,003192 tonne métrique de carburant diesel https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-87.html
6. Basé sur 1 gallon = 138 700 BTU – PCS de https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-87.html

Pompes FW

Émissions autorisées proposées pour les contaminants courants

Carburant	Diesel	
Nombre de moteurs	2	
Capacité nominale[1]	1,00	MW
Heures d'exploitation potentielles[2]	100	h/an
Consommation approximative de carburant à pleine charge[3]	71	gal/h
Consommation approximative de carburant à pleine charge[4]	0,227	Tonne/h
PCS approximatif du carburant diesel[5]	1,387	MMBTU/gal

Émissions de GES autorisées proposées					
			Émissions		
Contaminant	**Facteur d'émission**		**(tonne/h)**	**(tonne/an)**	**Référence**
CO_2	3,20	tonne/tonne de carburant	1,45	145,25	6
CH_4	2,00E-04	tonne/tonne de carburant	0,00	0,01	6
N_2O	9,40E-05	tonne/tonne de carburant	0,00	0,00	6
CO_2e	--	--	**1,47**	146,75	7

Références :

1. Basée sur les informations de techniques de la génératrice fournies par CSA par courriel (10/01/2018).
2. Selon la règle 62-210.300(3)(a)35., F.A.C.
3. Basée sur l'utilisation approximative de carburant de http://www.dieselserviceandsupply.com/Diesel_Fuel_Consumption.aspx
4. Basée sur une conversion de 1 gallon = 0,003192 tonne métrique de carburant diesel https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-87.html
5. Basé sur 1 gallon = 138 700 BTU – PCS de https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-87.html
6. Basé sur les facteurs d'émission API fournis par BP le 20/11/2017.
7. Tableaux C-1 et C-2 de 40 CFR partie 98 pour la combustion du gaz naturel. Les potentiels de réchauffement planétaire de la partie 98, tableau A-1, et sont de 1 pour le CO2, de 25 pour le CH4 et de 298 pour le N2O.

Torchère du HUB – Brûleur veilleuse seulement

Émissions potentielles proposées pour les contaminants courants du brûleur veilleuse

Carburant du brûleur veilleuse	Gaz naturel	
Valeur du chauffage au gaz naturel[1]	1 027	BTU/scf
Consommation de carburant par lle brûleur veuilleuse en fonctionnement normal[2]	1,322	MMscf/h
Tonnes de carburant en fonctionnement normal[3]	29,97	tonne/h
Nombre de brûleurs veilleuse[4]	1	
Heures d'exploitation potentielles[5]	8 760	h/an
Efficacité de la destruction[6]	98%	

Torchère – Brûleur veilleuse seulement					
Émissions potentielles proposées pour les contaminants courants					
Contaminant	**Facteur d'émission**		**Taux d'émission horaire (tonne/h)**	**Émissions annuelles (tonne/an)**	**Référence**
NO_x	0,2276	g/s	0,00081936	7,18	6
CO	1,2382	g/s	0,00445752	39,05	6
COV	0	lb/MMBTU	< 0.001	< 0.001	7
PM	0,017	g/s	6,12E-05	0,54	6
SO_2	--	g/s	< 0.001	< 0.001	6

Références :

1. Basée sur la valeur moyenne fournie au https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-89.html
2. MMscf/h = (tonne de GN/h)*(MMBTU/tonne de GN)/(MMBTU/MMscf)
3. Basées sur les données opérationnelles spécifiques des fournisseurs fournies par BP le 20/11/2017.
4. BP a fourni des données le 20/11/2017.
5. L'extrémité de torche est supposée fonctionner continuellement; les émissions ne représentent que celles associées au fonctionnement normal et n'incluent pas le démarrage et l'arrêt.
6. Basée sur les données opérationnelles spécifiques des fournisseurs fournies par CSA par courriel (13/12/2017).
7. Présumé négligeable en fonction du contenu HC total.

Torchère du HUB – Brûleur veuilleuse seulement

Émissions potentielles de PAD par le brûleur veilleuse

Carburant du brûleur veilleuse	Gaz naturel	
Valeur du chauffage au gaz naturel[1]	1 027	BTU/scf
Consommation de carburant par lle brûleur veuilleuse en fonctionnement normal[2]	1,322	MMscf/d
Tonnes de carburant en fonctionnement normal[3]	29,97	tonne/h
Nombre de brûleurs veilleuse[4]	1	
Heures d'exploitation potentielles[5]	8 760	h/an
Efficacité de la destruction[6]	98%	

Torchère – Brûleur veilleuse seulement

Émissions de PAD autorisées proposées

PAD	Facteur d'émission (lb/MMscf)	Facteur d'émission (tonne/MMscf)	Taux d'émission horaire (tonne/h)	Emissions annuelles (tonne/an)	Référence
Benzène	2,1E-03	9,5E-07	< 0.001	< 0.001	7
Dichlorobenzène	1,2E-03	5,4E-07	< 0.001	< 0.001	7
Formaldéhyde	0,075	3,4E-05	< 0.001	0,01	7
n-hexane	1,80	8,2E-04	< 0.001	0,19	7
Naphthalène	6,1E-04	2,8E-07	< 0.001	< 0.001	7
Toluène	3,4E-03	1,5E-06	< 0.001	< 0.001	7
Matière organique polycyclique	8,8E-05	4,0E-08	< 0.001	< 0.001	7,9
Arsenic	2,0E-04	9,1E-08	< 0.001	< 0.001	8
Baryum	4,4E-03	2,0E-06	< 0.001	< 0.001	8
Béryllium	<1,20E-05	5,4E-09	< 0.001	< 0.001	8
Cadmium	1,1E-03	5,0E-07	< 0.001	< 0.001	8
Chrome	1,4E-03	6,4E-07	< 0.001	< 0.001	8
Cobalt	8,4E-05	3,8E-08	< 0.001	< 0.001	8
Cuivre	8,5E-04	3,9E-07	< 0.001	< 0.001	8
Manganèse	3,8E-04	1,7E-07	< 0.001	< 0.001	8
Mercure	2,6E-04	1,2E-07	< 0.001	< 0.001	8
Nickel	2,1E-03	9,5E-07	< 0.001	< 0.001	8
Sélénium	<2,4E-05	1,1E-08	< 0.001	< 0.001	8
PAD totaux				0,20	

Références :

1. Basée sur la valeur moyenne fournie au https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-89.html
2. MMscf/h = (tonne de GN/h)*(MMBTU/tonne de GN)/(MMBTU/MMscf)
3. Basées sur les données opérationnelles spécifiques des fournisseurs fournies par BP le 20/11/2017.
4. BP a fourni des données le 20/11/2017.
5. L'extrémité de torche est supposée fonctionner continuellement; les émissions ne représentent que celles associées au fonctionnement normal et n'incluent pas le démarrage et l'arrêt.
6. Basée sur les données des fournisseurs fournies par CSA par courriel (13/12/2017).
7. Facteurs d'émission pour les composés organiques basés sur AP-42, tableau 1.4-3, Facteurs d'émission des composés organiques différenciés provenant de la combustion du gaz naturel, juillet 1998.
8. Facteurs d'émission pour les métaux basés sur AP-42, tableau 1.4-4, Facteurs d'émission des métaux provenant de la combustion du gaz naturel, juillet 1998.
9. Le facteur d'émission pour la matière organique polyclique (MOP) est calculé comme étant la somme des facteurs d'émission, selon la note de bas de page c de AP-42, chapitre 1, tableau 1.4-3 (juillet 1998).

Torchère du HUB – Brûleur veilleuse seulement

Émissions potentielles de GES proposées du brûleur veilleuse

Carburant du brûleur veilleuse	Gaz naturel	
Valeur du chauffage au gaz naturel[1]	1 027	BTU/scf
Consommation de carburant par le brûleur veilleuse en fonctionnement normal[2]	1,322	MMscf/d
Tonnes de carburant en fonctionnement normal[3]	29,97	tonne/h
Nombre de brûleur veilleuse[4]	1	
Heures d'exploitation potentielles[5]	8 760	h/an

Torchère – Brûleur veilleuse seulement					
Émissions potentielles de GES proposées					
Contaminant	**Facteur d'émission**		**Taux d'émission horaire (tonne/h)**	**Émissions annuelles (tonne/an)**	**Référence**
CO_2	2,80	tonne/tonne de carburant	83,916	735104	6
CH_4	1,30E-02	tonne/tonne de carburant	3,896E-01	3413	6
N_2O	2,20E-04	tonne/tonne de carburant	6,59E-03	58	6
CO_2e	--	--	95,6	837641	7

Références :

1. Basée sur la valeur moyenne fournie au https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-89.html
2. MMscf/h = (tonne de GN/h)*(MMBTU/tonne de GN)/(MMBTU/MMscf)
3. Basé sur les données opérationnelles spécifiques des fournisseurs fournies par BP le 20/11/2017.
4. BP a fourni des données le 20/11/2017.
5. L'extrémité de torche est supposée fonctionner continuellement; les émissions ne représentent que celles associées au fonctionnement normal et n'incluent pas le démarrage et l'arrêt.
6. Basé sur les facteurs d'émission API fournis par BP le 20 novembre 2017.
7. Tableaux C-1 et C-2 de 40 CFR partie 98 pour la combustion du gaz naturel. Les potentiels de réchauffement planétaire de la partie 98, tableau A-1, et sont de 1 pour le CO_2, de 25 pour le CH_4 et de 298 pour le N_2O.

golder.com