

## Groupe hydrographique et océanographique de l'Atlantique

BREST, le 14 mai 2024  
N°86 Shom/GHOA/NP

### **RAPPORT FINAL** relatif au levé EMR à Fécamp Grand Large.

<b>OBJET</b>	: levé Shom n°S202303300 – levé de reconnaissance environnementale des zones d'implantation d'éoliennes en mer au large de Fécamp d'août à octobre 2023.
<b>REFERENCES</b>	: voir annexe I.
<b>ANNEXE</b>	: une annexe.

### **1    OBJET DU DOCUMENT**

Ce rapport rend compte des travaux effectués par les bâtiments hydrographiques (*BH Laplace, La Pérouse, Borda* (ci-après dénommés *LPC, LPO, BDA*) d'août à octobre 2023 dans le cadre des levés d'études de reconnaissance environnementale des projets éoliens en mer au large de Fécamp prescrits par l'instruction technique citée en référence c).

Ces travaux hydrographiques et sédimentologiques visaient à alimenter les études de reconnaissance environnementale que le Shom réalise au profit de la direction générale de l'énergie et du climat (DGEC), dans le cadre de la convention Shom-DGEC citée en référence i).

Ils contribuent, par ailleurs, à l'amélioration de la connaissance bathymétrique dans le cadre du Programme National d'Hydrographie (PNH).

Ils ont été réalisés avec les moyens navals mis à disposition par la Marine nationale dans le cadre de la « convention relative à l'emploi des bâtiments de la force d'action navale par le Shom » en référence a).

## 2 PRESENTATION

### 2.1 OBJECTIFS – TRAVAUX DEMANDES

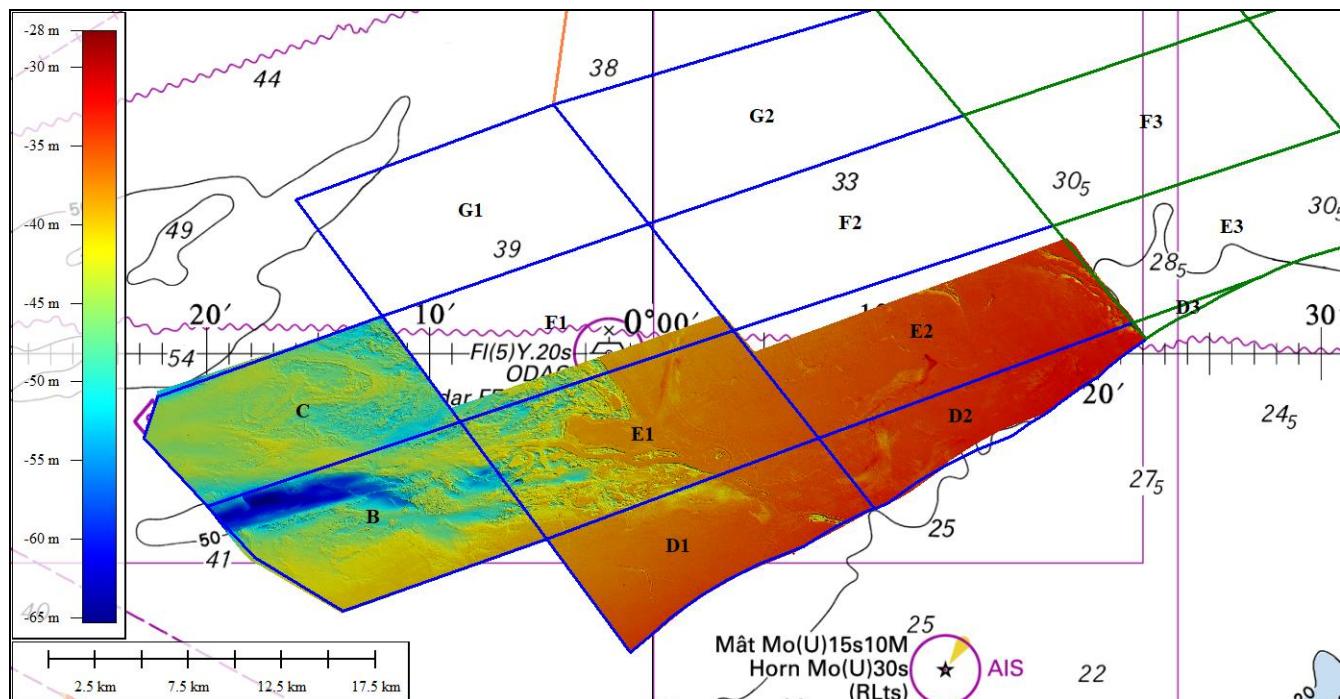
Inscrit au programme annuel du GHOA en référence b) pour 2023 et défini par les instructions particulières en références c), e) et f), le levé vise à obtenir une description la plus complète possible des paramètres environnementaux : bathymétrie, nature et épaisseur des sédiments de surface, présence d'objets d'origine anthropique dans le cadre du lot 3 de la convention en référence i).

### 2.2 TRAVAUX REALISES

Les travaux prévus pour 2023 sont achevés et ont permis d'atteindre les objectifs prioritaires assignés. La couverture au sonar latéral remorqué n'a pas pu être réalisée entièrement à cause du fonctionnement partiel de ce matériel. Les prélèvements de sédiments n'ont pas été réalisés sur certaines zones, notamment car la stratégie de prélèvement n'était pas finalisée ; ils seront réalisés lors des levés complémentaires prévus en 2024.

Le tableau suivant rend compte des travaux réalisés par boites (vert = complet, orange = incomplet, rouge = non réalisé).

Boite	SMF	SBP	Magnétisme	Sondeur latéral	Prélèvements
B					
C					
D1					
D2					
E1					
E2	90%	70%	90%	70%	
F1	10%	10%	10%	10%	



## 2.3 CONDITIONS METEO

Les conditions de vent et de mer ont parfois ralenti l'exécution des travaux.

L'effet de l'état de mer, lorsqu'il était perceptible, a majoritairement été supprimé des données de bathymétrie SMF. Sur tout le levé, le pilonnement résiduel est estimé à 20 cm.

## 2.4 DYSFONCTIONNEMENT DU MATERIEL

Les sonars latéraux ont subi des dysfonctionnements ne permettant pas de couvrir l'intégralité des zones. De plus, les avaries sur les moteurs du LPC et sur le treuil latéral du LPO ont retardé l'avancée des travaux et limité la capacité à effectuer des prélèvements qui n'ont donc pas pu être réalisés sur toutes les zones levées.

## 2.5 CHRONOLOGIE DES TRAVAUX

Les travaux ont été réalisés d'août à octobre 2023.

## 2.6 TRAVAUX RESTANT A REALISER

Les travaux seront poursuivis en 2024, selon les consignes de la DGEC.

## 2.7 RETOUR D'EXPERIENCE

Sur décision de la DGEC, l'emprise des levés dans la boîte D2 a été réduite car la navigation est interdite dans le sud de la zone (champ éolien).

La zone comporte quelques bouées de casier et des pêcheurs, sans impact majeur sur les travaux bien qu'ils constituent un risque pour les engins remorqués.

## 3 REFERENCES

### 3.1 REFERENCES HORIZONTALES

Les données ont été acquises en utilisant une solution GNSS différentielle augmentée utilisant les corrections émises par les services *MarineStar*, en ITRF2020.

La projection utilisée est la projection Lambert 93 associée à l'ellipsoïde GRS80.

### 3.2 REFERENCES VERTICALES

Les données acquises ont été réduites via l'ellipsoïde par application sur la zone de levé d'un modèle de propagation de la hauteur ellipsoïdale des zéros hydrographiques de la zone (surface *Bathyelli v2.1*).

La référence verticale des sondes correspond au zéro de réduction des sondes concordant avec le zéro hydrographique du port de Cherbourg.

### 3.3 REFERENCE MAGNETIQUE

Les anomalies magnétiques sont calculées par rapport aux modèles globaux IGRF 13 (2020).

Afin de s'affranchir des variations hautes fréquences du champ magnétique terrestre, les données de magnétisme ont été réduites des observations de la station de référence de Hartland en Angleterre (car les données de la station de référence de Saint-Vaast-La-Hougue n'étaient pas continues sur la période de levés).

## 4 LOCALISATION

### 4.1 SYSTEMES DE LOCALISATION

Le positionnement des BH2 *Laplace*, *La Pérouse*, *Borda* était délivré par la centrale inertielle SBG APOGEE exploitant une solution GNSS différentielle augmentée utilisant les corrections émises par le service *Marinestar*.

### 4.2 PROCEDURE DE TRAITEMENT

La localisation du porteur a été validée en temps différé à l'aide du logiciel CARIS HIPS&SIPS v11.4.

### 4.3 INCERTITUDE DE LA LOCALISATION

La qualité du positionnement des navires a été contrôlée quotidiennement via le logiciel *Qinertia* ou via un contrôle direct de la qualité de positionnement dans les données brutes acquises. Par ailleurs, la qualité des réceptions des corrections du service *MarineStar* a été contrôlée en post-traitement.

La qualification du service *MarineStar* s'appuie sur la comparaison entre les données de navigation en *MarineStar* acquises en temps-réel et le résultat d'un recalculation en mode cinématique temps différé PPK Fixed, à l'aide de la station de référence de Fécamp (YPOR) du réseau géodésique permanent (RGP).

Au vu des différents contrôles effectués en temps réel et en post-traitement ainsi que de l'incertitude des données rejouées en PPK, l'incertitude de positionnement des porteurs durant l'ensemble des levés est estimée meilleure que 0,3 m à 95%.

## 5 MAREE

### 5.1 OBSERVATIONS

Aucun marégraphe n'a été mouillé sur zone : les sondes ont été réduites via l'ellipsoïde.

### 5.2 CORRECTIONS DES SONDAGES

Les données de bathymétrie sont réduites de la marée.

La correction appliquée aux sondes est issue des mesures d'altitude ellipsoïdale acquises en temps-réel par le porteur, ramenées à une réalisation du zéro hydrographique en utilisant un modèle de rattachement du zéro hydrographique à l'ellipsoïde (modèle Bathyelli v2.1).

## 6 BATHYCELERIMETRIE

### 6.1 OBSERVATIONS

La célérité au niveau des transducteurs était mesurée *in situ* à l'aide d'un célérimètre de coque (type Valeport mini SVS-T ou mini SVS) et fournie en temps réel au sondeur.

Les profils saisis dans le logiciel SIS ont été obtenus à partir de profils mesurés par bathycélérimètre Valeport et à l'aide de sondes Sippican XBT (mesure de température).

Elles ont été traitées avec la chaîne DORIS. La célérité issue des sondes XBT a été calculée en utilisant la salinité mesurée en surface.

L'évolution des conditions hydrologiques a fait l'objet d'un suivi lors de l'acquisition. Une alarme a été configurée dans SIS pour signaler un écart supérieur à 2 m/s entre les mesures

temps réel du célérimètre de coque et la mesure du profil de célérité au niveau de la surface. Au déclenchement de l'alarme, un nouveau profil de célérité était alors mesuré.

Les mesures de profils de célérité ont été réalisées a minima toutes les 12 heures pour le levé en BH2

## 6.2 CORRECTIONS DES SONDAGES

Les sondes ont été corrigées en temps réel du profil de célérité.

# 7 BATHYMETRIE

## 7.1 STRATEGIE ET CONDITIONS DE LEVE

Le levé bathymétrique a été réalisé avec les paramètres suivants :

	Type de profil	Mode	Ouverture angulaire	Vitesse de sondage
SMF EM710	Levé régulier	HD -Equidistant 400 faisceaux (Dual Swath)	2x65°	8 nds
	Traversiers		2x45°	8 nds
	Recherches		2x30°	6 nds

Le levé a fait l'objet d'une couverture SMF avec un recouvrement de plus de 50% de la demi-fauchée.

En temps peu différé, une attention particulière a été portée sur la qualité de couverture bathymétrique. La densité de mesures sur les zones levées a été vérifiée de manière quotidienne. En cas d'incomplétude, des profils complémentaires ont été réalisés.

Certains relèvements détectés lors de l'acquisition ont fait l'objet de profils spécifiques pour les confirmer et les coter par les voies centrales du sondeur.

L'ouverture angulaire du sondeur a été réduite à 2\*60°, voire à 2\*58°, lorsque les conditions météo étaient trop mauvaises.

L'emprise des données de bathymétrie est présentée ci-dessous :

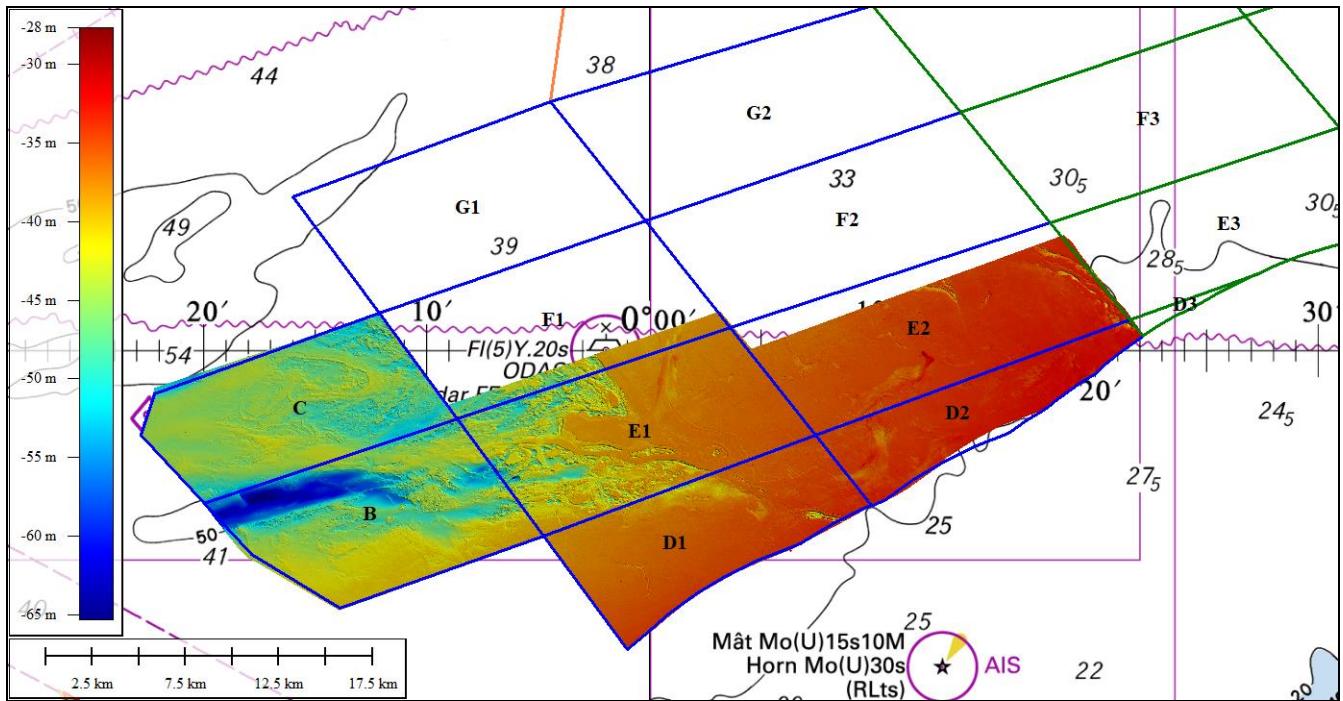


Figure 2 : emprise du levé bathymétrique.

## 7.2 CORRECTIONS

### 7.2.1 Marée

Voir §5.

### 7.2.2 Tirant d'eau

Aucune correction de tirant d'eau n'a été appliquée a posteriori sur les sondes, la mesure des hauteurs ellipsoïdales prenant en compte les variations de tirant d'eau.

### 7.2.3 Attitude et cap

Le tangage, le roulis, le pilonnement et le cap ont été mesurés au moyen des centrales inertielles SBG de chaque porteur. Ces données ont été prises en compte en temps réel par le logiciel d'acquisition SIS des SMF pour corriger les données de l'attitude des porteurs.

### 7.2.4 Célérité

Voir §6.

### 7.2.5 Paramètres d'installation

Les données sont corrigées en temps réel des paramètres d'installation (bras de levier et orientations relatives entre transducteur du sondeur, antennes GNSS et centrale inertielles) et de calibration du sondeur.

### 7.3 TRAITEMENT ET VALIDATION DES SONDES

Les données bathymétriques ont fait l'objet d'un traitement sous Caris HIPS & SIPS v11.4. Une invalidation manuelle grossière des sondes aberrantes est effectuée suivi d'un traitement ciblé à partir de couches générées sur des surfaces CUBE.

En complément de l'analyse sur MNT CUBE et subset editor, l'analyse aux points de croisement permet de contrôler la cohérence interne des données, ainsi que la qualité des mesures bathymétriques et leur réduction.

### 7.4 INCERTITUDE, EXACTITUDE ET CONTROLE QUALITE

Un contrôle des performances des systèmes de chaque BH2 a été réalisé en 2023. A la date de ces derniers contrôles, la conformité des systèmes par rapport aux ordres de la norme de l'OHI pour les levés hydrographiques (S-44) (6ème édition) a été vérifiée. Les rapports d'ajustages sont cités en références j), k) et l).

L'incertitude horizontale des sondes est estimée meilleure que **(0.2 + 1.7% × Profondeur) m** à 95 %.

L'incertitude verticale des sondes est estimée meilleure que **0.4 m** à 95 %.

## 8 SEDIMENTOLOGIE

### 8.1 IMAGERIE SMF

En complément de la bathymétrie, les mesures de réflectivité du fond ont été enregistrées par les sondeurs multifaisceaux EM710. Les mosaïques qui en résultent sont fournies sous forme de GEOTIFF. Celles-ci ont été normalisées (valeurs de réflectivité centrées sur 0 dB) afin d'obtenir des imageries cohérentes entre les données des différents sondeurs.

L'emprise des données d'imagerie SMF est semblable à celle des données bathymétriques.

### 8.2 IMAGERIE SONAR LATERAL

Les sonars latéraux Edgetech 4200-FS et 4205-FS ont été partiellement mis en œuvre par les BH *Laplace* et *Borda*. Des problèmes de disponibilité de la chaîne d'acquisition n'ont pas permis une couverture complète au sonar latéral.

Les données brutes converties au format .XTF sont également fournies.

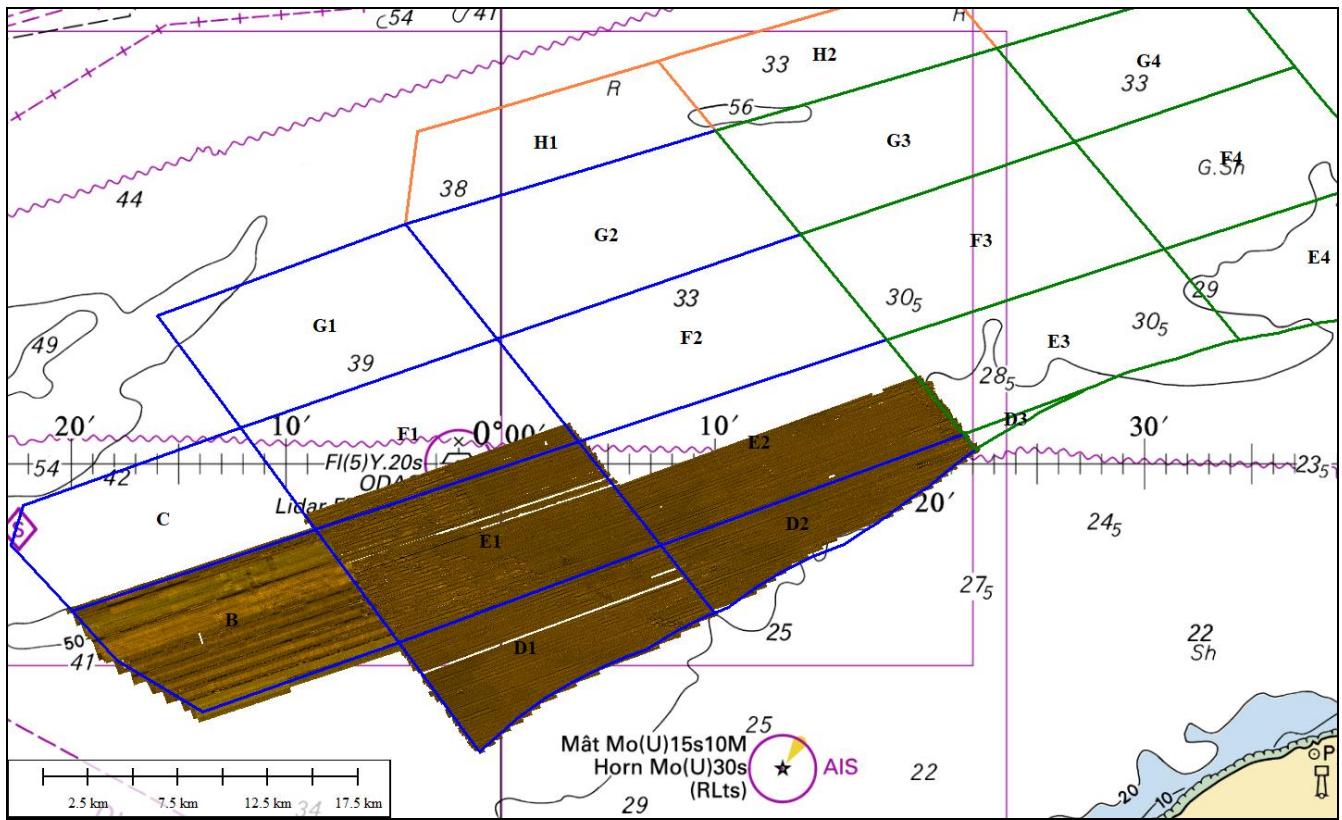


Figure 3 : emprise des levés au sonar latéral.

### 8.3 PRELEVEMENTS DE SEDIMENTS

Des prélèvements de sédiment ont été effectués par benne Shipeck à partir des BH.

La localisation des points de prélèvement est présentée ci-dessous :

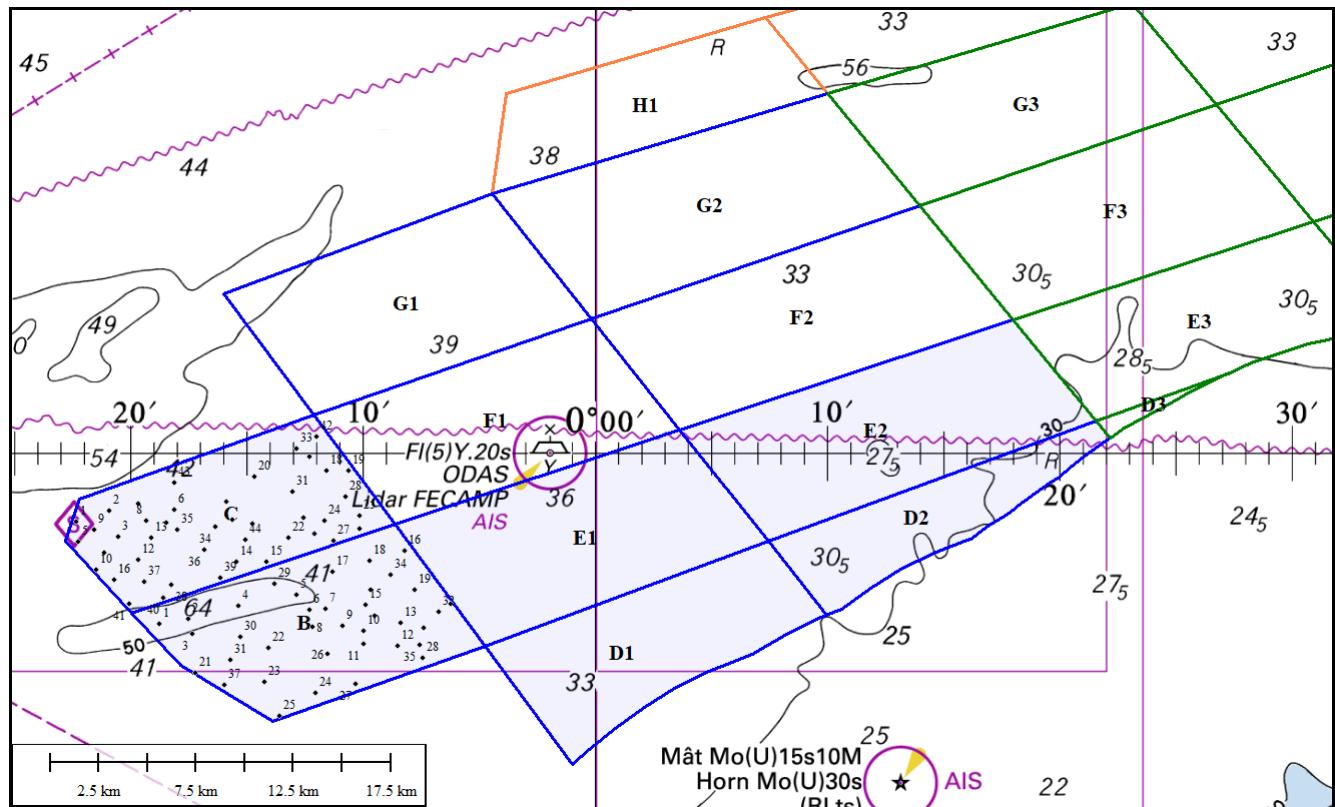


Figure 4 : localisation des points de prélèvements sédimentaires.

## 8.4 SONDEUR DE SEDIMENTS

Les BH sont équipés de sondeurs de sédiments ECHOES 3500. Les BH étant contraints à une acquisition de jour en raison de la nuisance sonore associée à l'emploi du SBP, en moyenne 1 profil au sondeur multifaisceaux sur 3 a été acquis avec le SBP (30 à 450m d'espacement entre profils).

La carte ci-dessous présente la couverture obtenue par l'ensemble des porteurs.

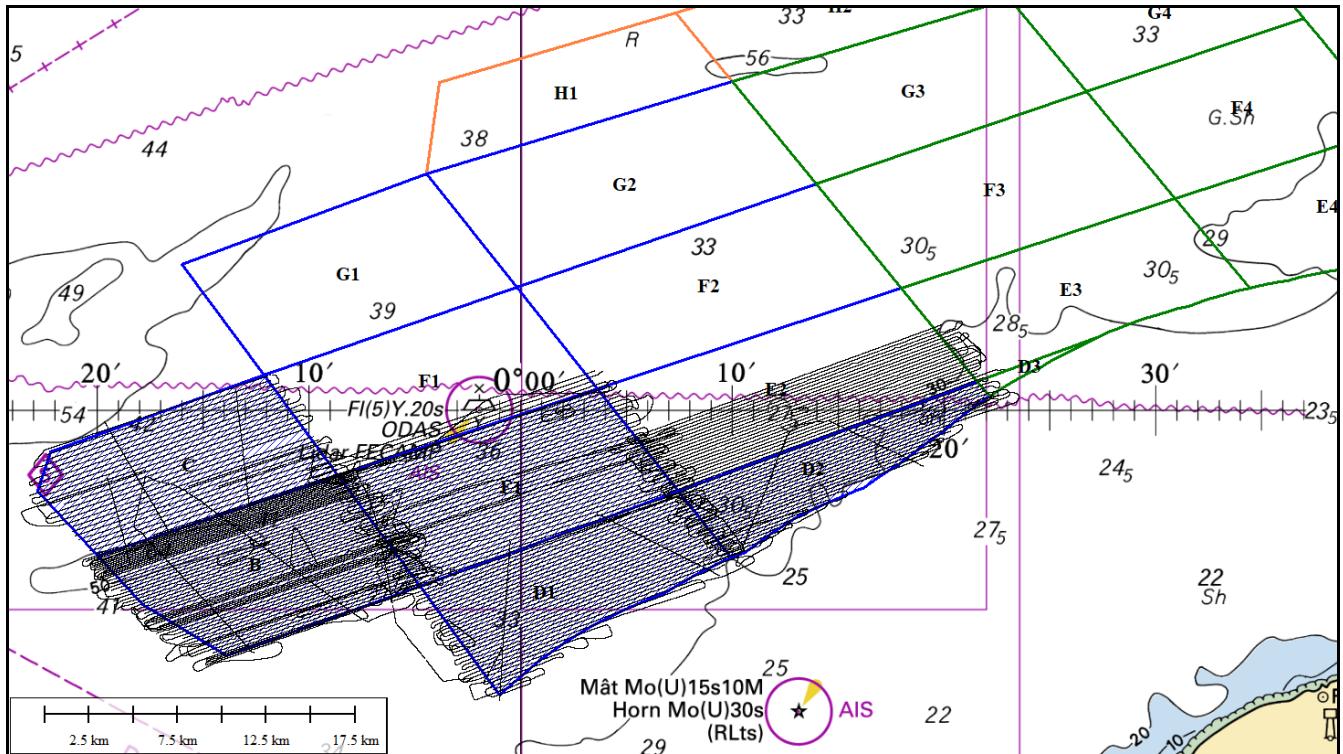


Figure 5 : emprise des profils SBP.

## 8.5 SYSTEME DE CLASSIFICATION DU FOND

Les sondeurs verticaux EA640 ont été mis en œuvre en parallèle du levé au sondeur multifaisceaux afin de fournir des informations complémentaires aidant à la classification des fonds. Les données ont été exploitées par le département de géologie marine du Shom.

## 9 MAGNETISME

### 9.1 REFERENCE MAGNETIQUE

Voir §3.3.

### 9.2 ACQUISITION

Les magnétomètres SeaSPY ont été mis en œuvre dès que les conditions sur zone étaient compatibles (météo/absence d'engins de pêche). Au bilan, ils ont été mis en œuvre quasiment en permanence et l'emprise des données de magnétisme est semblable à celle des données bathymétriques.

Les données de magnétisme ont été traitées avec le logiciel HYPACK.

L'incertitude de la localisation des données de magnétisme est estimée meilleure que 20 m à 95% (incertitude sur la position du poisson remorqué).

Les données sont fournies par lignes, sous fichiers .txt contenant les données d'anomalie échantillonnées toutes les secondes.

## 10 OBJETS D'ORIGINE ANTHROPIQUE

Sur l'emprise de la zone d'étude, l'analyse de la présence d'objets d'origine anthropique (confirmés ou potentiels) a été réalisée et est fournie.

## 11 DONNEES FOURNIES

Thème	Description du produit	Format
Bathymétrie	GEOTIFF des données bathymétriques	.tiff
	ASCII Grid des données bathymétriques	.asc
Magnétisme	Document texte présentant les valeurs d'anomalie du champ magnétique traité, échantillonné toutes les secondes en chaque point du levé	.txt
Prélèvements de sédiments	Fiches de prélèvement (position, date, porteur, nature du prélèvement)	.xls
Imagerie SMF	GEOTIFF des données de réflectivité (brutes et normalisées) des SMF	.tiff
	ASCII Grid des données de réflectivité (brutes et normalisées)	.asc
Imagerie sonar latéral	Mosaïque GEOTIFF	.tiff
	Données brutes XTF	.XTF
Objets anthropiques	Fichiers texte pour chaque objet présent en base de données (épaves, obstructions, etc)	.txt
	Fichier texte/shp des positions de potentiels petits objets anthropiques vus sur le fond	.xlsx et .shp
Profils suivis	Fichier ascii des profils suivis pour la bathymétrie	.txt
Rapports	Rapports intermédiaire et final	.pdf

## ANNEXE I AU RAPPORT FINAL N°86 SHOM/GHOA/NP DU 14 MAI 2024

### RÉFÉRENCES.

- a) LR2019-002 : convention relative à l'emploi des bâtiments de la force d'action navale par le Shom ;
- b) lettre n°24 Shom/DMI/PL/-- du 16 décembre 2022 relative au programme du groupe hydrographique et océanographique de l'Atlantique en 2023 ;
- c) instructions techniques n°50 Shom/DOPS/STM/HYDRO/NP du 17 août 2020 relatives à la reconnaissance environnementale de la zone d'implantation d'éoliennes en mer sur les zones inscrites dans la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE) ; A jour du 1er modifiant n° 67 Shom/DOPS/STM/NP du 25 mai 2022 ;
- d) instruction particulière n°95 Shom/GHOA/NP du 12 mai 2023 relative aux travaux à effectuer par le BH2 *La Pérouse* lors de son déploiement entre mai et juillet 2023 ;
- e) instruction particulière n° 119 Shom/GHOA/NP du 6 juin 2023 relative aux travaux à effectuer par le BH2 *Borda* et des vedettes lors de son déploiement entre juin et octobre 2023 ;
- f) instruction particulière n° 136 Shom/GHOA/NP du 17 juillet 2023 relative aux travaux à effectuer par le BH2 *Laplace* et des vedettes lors de son déploiement entre août et octobre 2023 ;
- g) norme de l'OHI pour les levés hydrographiques (S-44 – 6<sup>ème</sup> édition) ;
- h) norme Shom NR2020-018 : levés bathymétriques ;
- i) convention Shom-DGEC N° 79/2019 (avenant n°4 relatif aux travaux de l'année 2023) relative à la prestation d'expertise relative à la réalisation d'études de reconnaissance environnementale de site en vue des appels d'offre pour l'implantation d'éoliennes en mer au large des côtes françaises ;
- j) compte-rendu n° 169 Shom/GHOA/NP du 30 août 2023 relatif à l'ajustage des biais angulaires et qualification du SMF EM710 du BH2 *La Pérouse* et essais de l'ensemble des moyens hydrographiques en juillet 2023 ;
- k) compte-rendu n° 171 Shom/GHOA/NP du 4 septembre 2023 relatif à l'ajustage des biais angulaires et qualification du SMF EM710 du BH2 *Borda* et essais de matériel ;
- l) compte-rendu n° 53/Shom/GHOA/NP du 16 mars 2023 relatif à l'ajustage et vérification de l'EM710 du BH2 *Laplace* réalisé en janvier et février 2023 ;
- m) rapport intermédiaire – EMR Fécamp n°216 Shom/GHOA/NP du 3 novembre 2023.

## LISTE DE DIFFUSION

DESTINATAIRES :

- DSD/DAF
- DOPS/STM/SEDIM

COPIES EXTERIEURES :

- DGEC
- RTE

COPIES INTERIEURES :

- GHOA
- DOPS/STM/BATHY
- DMI/PLAN
- ARCHIVES (GHOA N°02.4.1).