RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

SHOM L'océan en référence

Groupe hydrographique et océanographique de l'Atlantique

BREST, le 16 mai 2024
N°89 Shom/GHOA/NP

RAPPORT FINAL
levé EMR dans le golfe du Lion.

OBJET	:	levé Shom n°S202304900 – levé de reconnaissance environnementale des zones d'implantation d'éoliennes en mer dans le golfe du Lion en octobre 2023.
REFERENCES	:	voir annexe I.
ANNEXE	:	une annexe.

1 OBJET DU DOCUMENT

Ce rapport rend compte des travaux effectués par le bâtiment hydrographique et océanographique (BHO) *Beautemps-Beaupré* (ci-après dénommé BHO) en octobre 2023 dans le cadre des levés d'études de reconnaissance environnementale des projets éoliens en mer dans le golfe du Lion prescrits par les instructions techniques citées 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 en référence g).

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 » citée en référence a).

Note : un drone de surface (USV – *Unmanned Surface Vehicle*) DriX de la société Exail a également été mis en œuvre durant les travaux, dans le cadre d'une expérimentation DGA-Marine nationale-Shom.

2 PRÉSENTATION

2.1 OBJECTIFS – TRAVAUX DEMANDES

Inscrit au programme annuel du GHOA en référence b) pour 2023 et défini par l'instruction particulière en référence c), 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 g).

2.2 TRAVAUX REALISES

Les travaux prévus pour 2023 sont partiellement achevés et ont permis d'atteindre 82% de l'objectif prioritaire assigné (SMF). Le sonar latéral remorqué n'a pas pu être mis en œuvre à cause du dysfonctionnement du treuil.

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

Boite	SMF	SBP	Magnétisme	Sondeur latéral	Prélèvements
C-4	82%	82%	82%		5 prélèvements

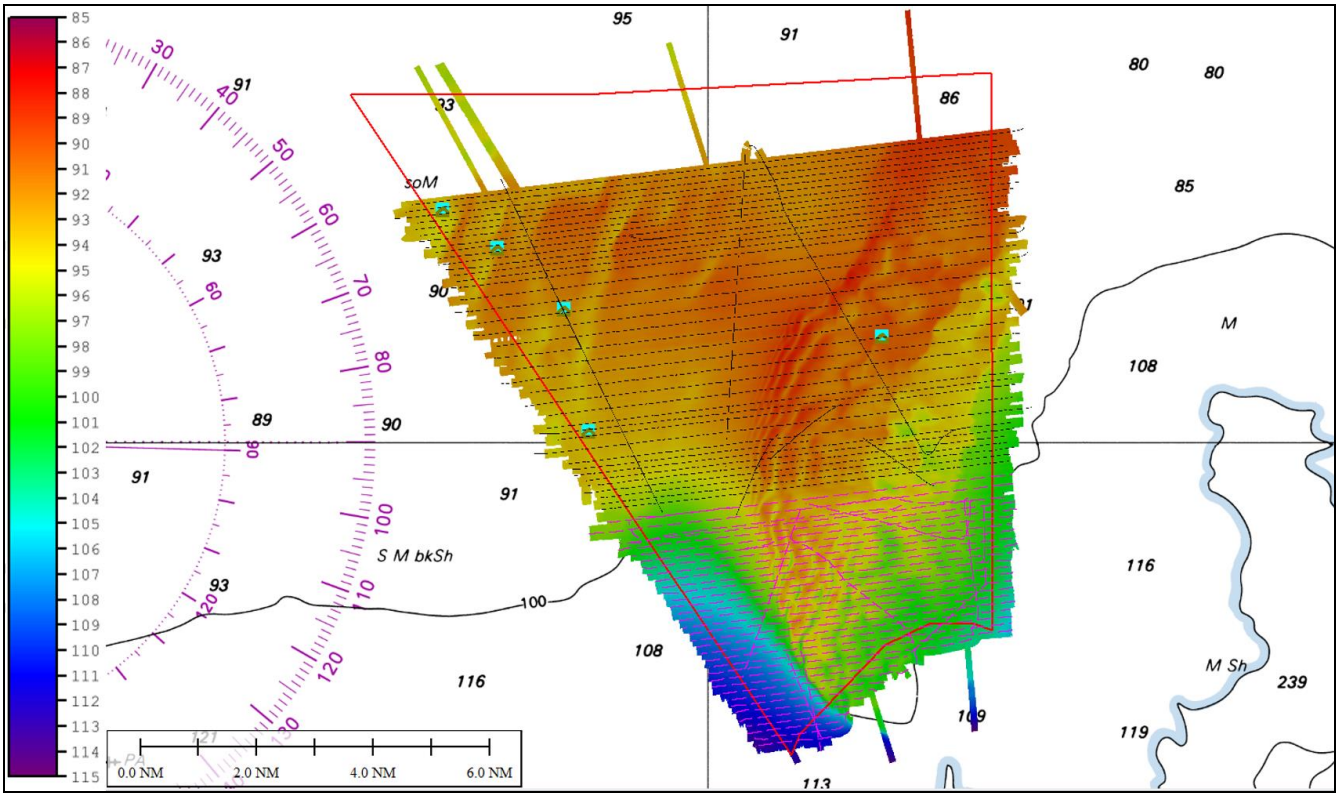

Figure 1 : couverture bathymétrique SMF (BHO+DriX) sur fond de carte marine 7008. Lignes noires=profils SBP29 + Magnétomètre. Lignes magenta=profils SBP29. Symboles ponctuels=prélèvements de sédiments de surface.

2.3 CONDITIONS METEO

Une mer entre 2 et 3 a été rencontrée sur la première période du 12 au 16 octobre, puis une mer 4/5 le 17 octobre amenant le BHO à rallier un abri. Ensuite, une mer allant de 4 à 5 a été rencontrée sur la seconde période les 29 et 30 octobre. À cause de ces conditions météorologiques, l'ouverture du SMF a dû être réduite afin de limiter les effets de l'état de mer sur les faisceaux extrêmes, ce qui a réduit la surface couverte sur le créneau dédié. De même pour les prélèvements, seulement 5 ont pu être réalisés, les conditions de mer ne permettant ensuite plus la mise en œuvre du matériel en toute sécurité.

L'effet de l'état de mer, lorsqu'il était perceptible, a majoritairement été supprimé des données de bathymétrie SMF.

2.4 DYSFONCTIONNEMENT DU MATERIEL

Le sonar latéral n'a pas pu être mis en œuvre suite à une avarie sur son treuil.

2.5 CHRONOLOGIE DES TRAVAUX

Les travaux ont été réalisés en octobre 2023.

2.6 TRAVAUX RESTANT A REALISER

Les travaux pourraient se poursuivre en 2025 en fonction des priorités qui seront définies par la DGEC.

2.7 RETOUR D'EXPERIENCE

Mises à part les conditions météorologiques rencontrées sur zone à cette période de l'année, le levé n'a fait face à aucune contrainte liée à la navigation, présence de balisages ou de matériels de pêche.

3 RÉFÉRENCES

3.1 REFERENCES HORIZONTALES

Les données ont été acquises en utilisant une solution GNSS différentielle augmentée utilisant les corrections émises par les services *MarineStar* pour le BHO et *VERIPOS* pour le DriX, 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 Toulon.

3.3 REFERENCE MAGNETIQUE

Les anomalies magnétiques sont calculées par rapport au modèle global IGRF-13 à l'époque du levé.

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 du Larzac.

4 LOCALISATION

4.1 SYSTEMES DE LOCALISATION

Le positionnement du BHO était délivré par la centrale inertielle HYDRINS, et celui du DriX par la centrale inertielle Phins, les deux exploitant une solution GNSS différentielle augmentée utilisant les corrections respectivement émises par les services *MarineStar* et *VERIPOS*.

4.2 PROCEDURE DE TRAITEMENT

La localisation des porteurs a été validée en temps différé à l'aide du logiciel CARIS HIPS & SIPS v11.4 : aucun saut de localisation n'a été décelé.

4.3 INCERTITUDE DE LA LOCALISATION

La qualité du positionnement des navires a été contrôlée quotidiennement. Par ailleurs, la qualité des réceptions des corrections des services *MarineStar* et *VERIPOS* a été contrôlée en post-traitement. L'incertitude du positionnement réalisé avec les corrections *MarineStar* et *VERIPOS* se base sur la précision réputée de ces méthodes et est estimée meilleure que 30 cm à 95%.

5 MARÉE

5.1 OBSERVATIONS

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

5.2 CORRECTIONS DES SONDAGES

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 BATHYCÉLÉRIMÉTRIE

6.1 OBSERVATIONS

La célérité au niveau des transducteurs était mesurée *in situ* à l'aide de célérimètres de coque (type Valeport mini SVS-T pour le BHO et mini SVS pour le DriX) et fournie en temps réel aux sondeurs.

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

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.

6.2 CORRECTIONS DES SONDAGES

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

Toutefois, quelques profils acquis par le DriX n'ont pas été corrigés en temps réel du profil de célérité. Un post-traitement via HIPS & SIPS v11.4 a alors été réalisé pour ces profils.

7 BATHYMÉTRIE

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
EM712	Réguliers traversiers	Coverage mode Auto – Beam spacing HD + dual swath – « Yaw stabilisation » désactivée	2x60° à 2x70° (*) 2×45°	9 Nds
EM2040c	Réguliers traversiers	Coverage mode Auto – Beam spacing HD + dual swath	2x60° 2×45°	6 Nds

(*) l'ouverture angulaire a été adaptée en temps réel en fonction des conditions météorologiques.

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.

Aucun relèvement nécessitant un profil de recherche pour cotation n'a été détecté lors de l'acquisition.

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

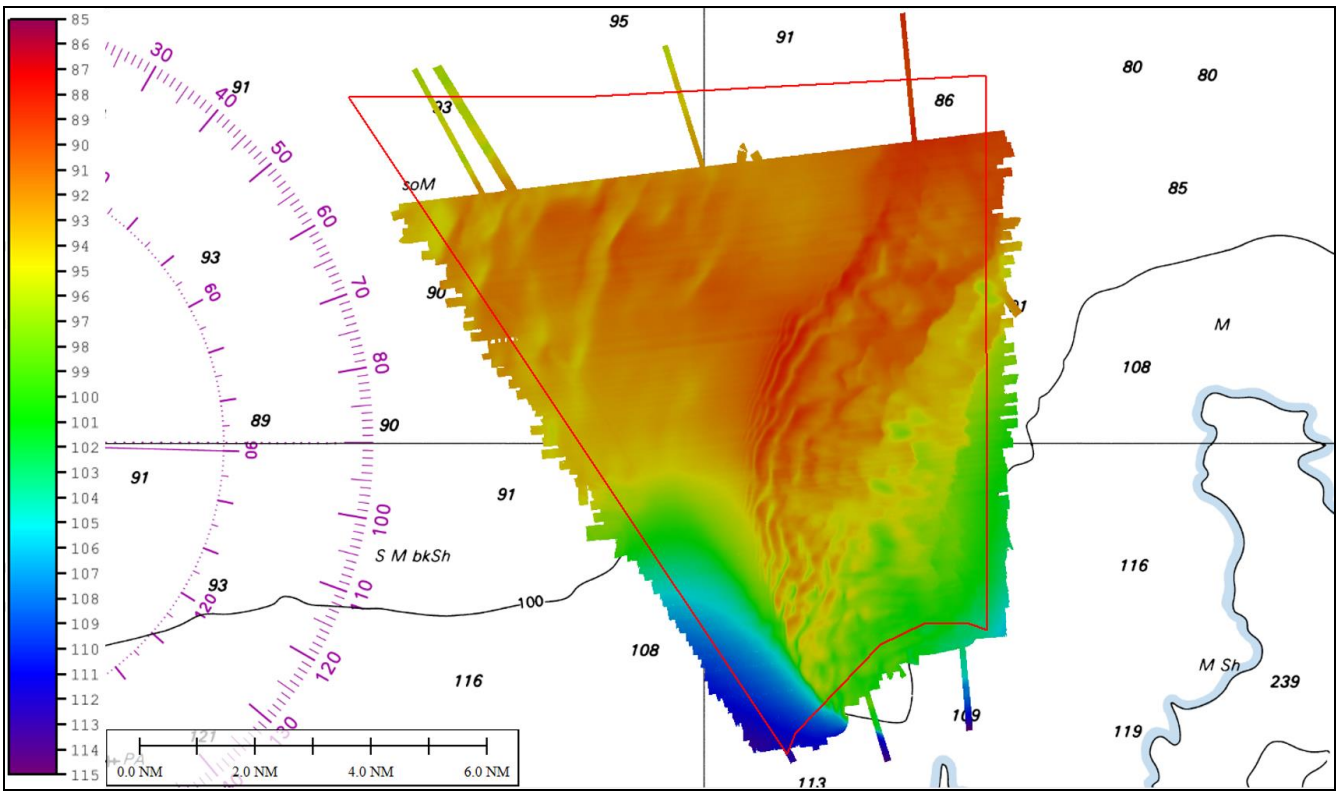

Figure 2 : emprise du levé bathymétrique.

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 HYDRINS (BHO) et PHINS (DriX). 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 inertielle) et de calibration des sondeurs.

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 a été 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

Des contrôles des performances des sondeurs EM712 du BHO et EM2040c du DriX ont été réalisés en 2023. À 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 h) et i).

L'incertitude horizontale des sondes est estimée meilleure que **(0.5 + 5% × Profondeur) m à 95 %**.

L'incertitude verticale des sondes est estimée meilleure que **(0.6 + 0.5% × Profondeur) m à 95 %**.

8 OCÉANOGRAPHIE

8.1 MESURES HYDROLOGIQUES

Voir §6 pour les mesures de bathycélérimétrie.

Des prélèvements d'eau de mer quotidiens ont été effectués, accompagnés de mesures de température et de salinité de surface par conductimètre de terrain (sonde Tetracon).

8.2 VISIBILITE SOUS-MARINE

Aucune mesure de visibilité verticale de la colonne d'eau n'a pu être réalisée au disque de Secchi, les conditions météorologiques ne permettant pas une mise en œuvre en toute sécurité et avec une bonne lecture.

9 SÉDIMENTOLOGIE

9.1 IMAGERIE SMF

En complément de la bathymétrie, les mesures de réflectivité du fond ont été enregistrées par les sondeurs multifaisceaux EM712 du BHO et EM2040c du DriX. 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.

9.2 IMAGERIE SONAR LATERAL

Sans objet.

9.3 PRELEVEMENTS DE SEDIMENTS

Cinq prélèvements de sédiment ont été effectués par benne Shipeck à partir du BHO, les acquisitions au SMF et SBP29 ayant été privilégiées.

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

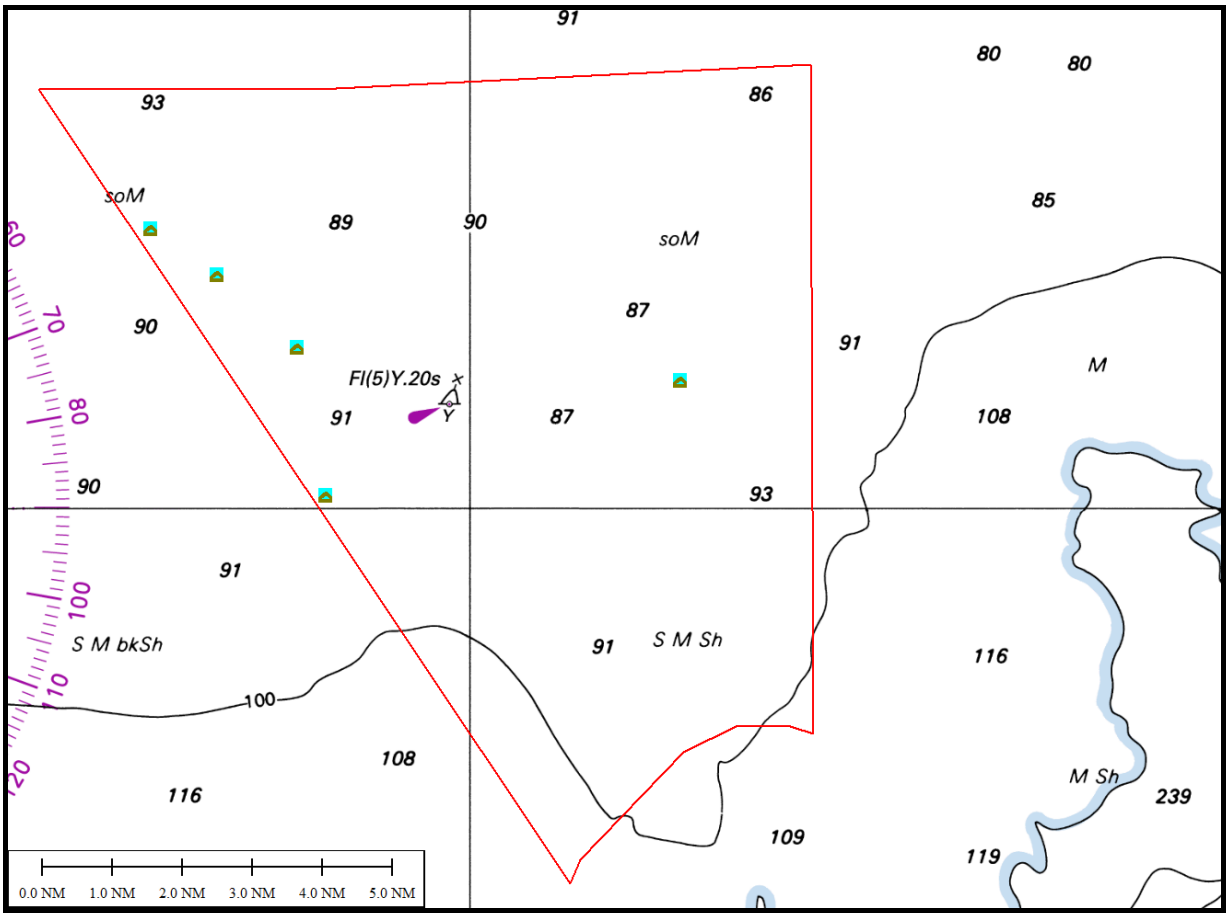

Figure 3 : positions des points de prélèvements effectués par le BHO Beautemps-Beaupré (sur fond de carte marine 7008).

9.4 SONDEUR DE SEDIMENTS

Le BHO est équipé d'un sondeur de sédiments SBP29. En raison de la nuisance sonore associée à l'emploi de ce sondeur, la puissance d'émission était diminuée la nuit (20h-08h).

Le DriX n'était pas équipé de sondeur de sédiment, c'est pourquoi la stratégie de levé a consisté à réaliser 1 profil sur 2 avec le BHO sur la zone couverte par le DriX.

Ainsi, l'espacement inter-profil était de 200m sur la zone couverte uniquement par le BHO et de 400m sur la zone couverture par le BHO+DriX.

La carte ci-dessous présente la couverture obtenue par le BHO.

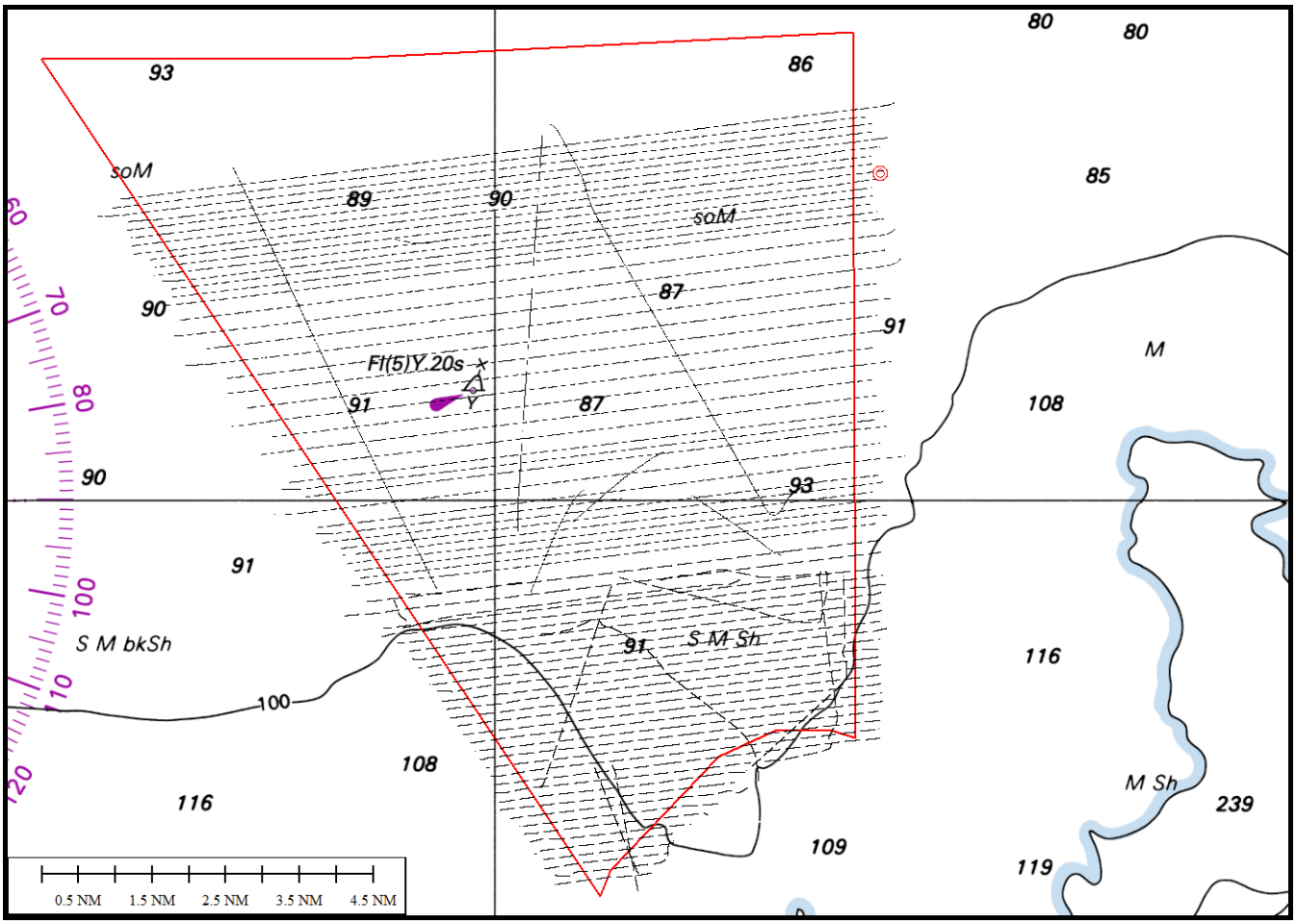

Figure 4 : levé SBP effectué par le BHO (sur fond de carte marine 7008).

9.5 SYSTEME DE CLASSIFICATION DU FOND

Le sondeur vertical EA640 du BHO (le DriX n'était pas pourvu de sondeur vertical) a été mis en œuvre en parallèle du levé aux sondeurs multifaisceaux afin de fournir des informations complémentaires aidant à la classification des fonds. Les données seront exploitées par le département de géologie marine du Shom.

10 MAGNÉTISME

10.1 REFERENCE MAGNETIQUE

Voir §3.3.

10.2 ACQUISITION

Le magnétomètre SeaSPY a été mis en œuvre par le BHO dès que les conditions sur zone étaient compatibles (le DriX n'était pas pourvu de magnétomètre). Au bilan, il a pu être mis en œuvre sur la partie nord du levé et l'emprise des données de magnétisme est présentée sur l'image ci-après.

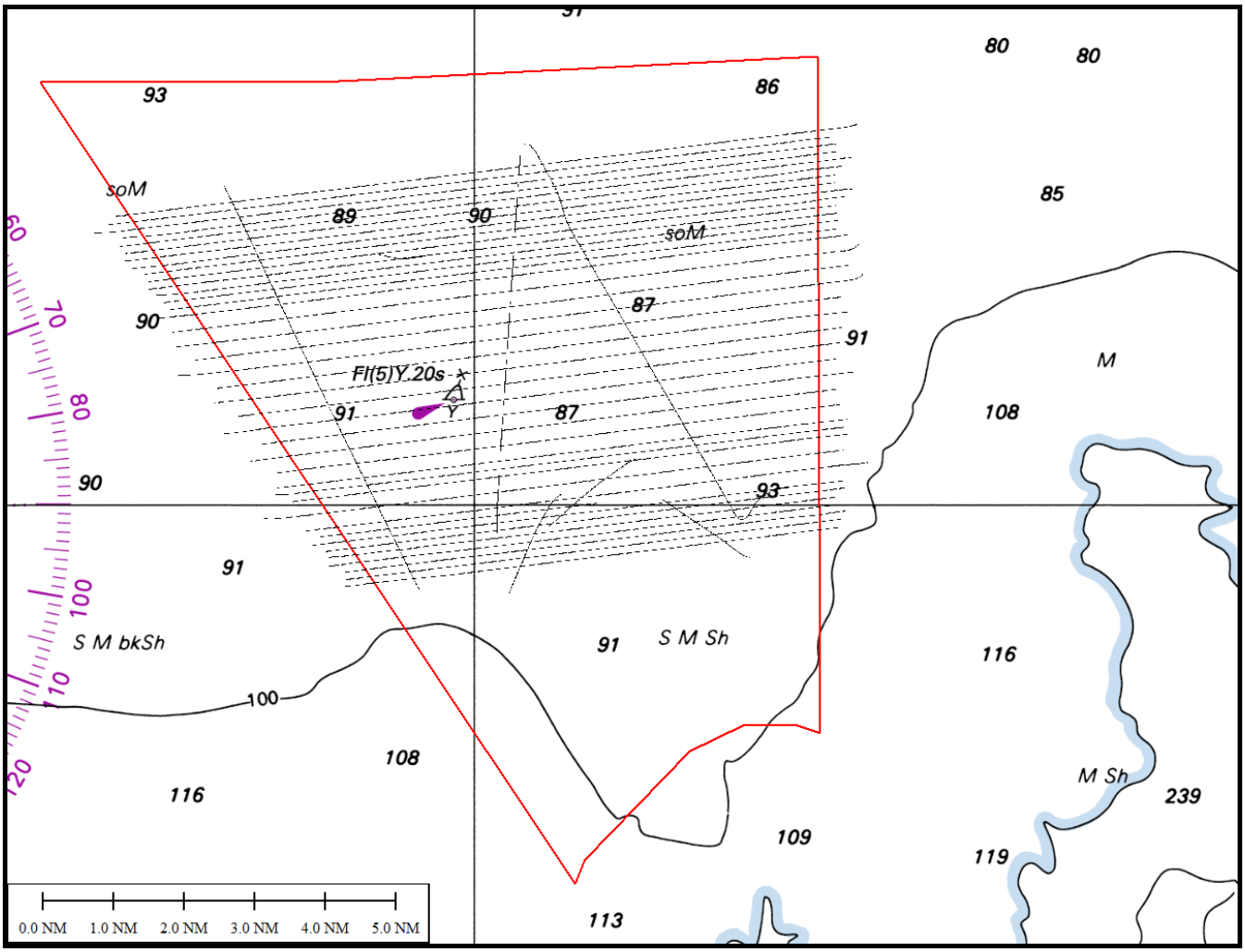

Figure 5 : levé au magnétomètre effectué par le BHO (sur fond de carte marine 7008).

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.

11 OBJETS D'ORIGINE ANTHROPIQUE

Sur l'emprise de la zone d'étude, aucun objet d'origine anthropique n'a été détecté.

Données 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*
Profils suivis	Fichier ascii des profils suivis pour la bathymétrie	*.txt*
Rapports	Rapports intermédiaire et final	*.pdf*

ANNEXE I AU RAPPORT FINAL N°89 SHOM/GHOA/NP DU 16 MAI 2024

REFERENCES.

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 modificatif n° 67 Shom/DOPS/STM/NP du 25 mai 2022 ;

d) instruction particulière n° 199/Shom/GHOA/NP du 05 octobre 2023 relative au LEG3 2023 du BHO *Beautemps-Beaupré* – travaux hydrographiques pour les EMR dans le golfe du Lion ;

e) norme de l'OHI pour les levés hydrographiques (S-44 – 6ème édition) ;

f) norme Shom NR2020-018 : levés bathymétriques ;

g) convention Shom-DGEC n°79/2019 (avenant n°4 relatif aux travaux de l'année 2023) : 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 ;

h) compte-rendu n° 145 Shom/GHOA/NP du 28 juillet 2023 relative aux essais et ajustages des systèmes hydro-océanographiques du BHO *Beautemps-Beaupré* – avril 2023 ;

i) compte-rendu Exail du 30 septembre 2023, mis à jour le 15 octobre 2023 relatif au *DriX multi-beam echo sounder calibration* ;

j) rapport intermédiaire n°239/Shom/GHOA/NP du 11 décembre 2023 relatif aux levés de reconnaissance environnementale des zones d'implantation d'éoliennes en mer dans le golfe du Lion en octobre 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).