



MINISTÈRE DES ARMÉES

Dossier d'environnement final
Analyse, traitement et qualification des données
acquises lors du levé morpho-sédimentaire de
reconnaissance environnementale mené sur la zone éolien
en mer Golfe de Gascogne Sud

Volet « Sédimentologie marine »

Lot 4 – référence T4.S4_RAP

Auteurs : Méril Mérindol, Agathe Ignacio, Marie Laurent, Loïc Moutoussamy, Yann le Faou, André Lusven, Elodie Marchès.

Référence : convention Shom/MTES [DGEC], SHOM n°96/2024, relative à la réalisation des études de reconnaissance environnementale de site en vue d'appels d'offres pour l'implantation d'éoliennes en mer au large des côtes françaises.

Suivi des révisions

REVISIONS	DATE	COMMENTAIRE
Rév. B1	10/06/2025	1 ^{ère} version du rapport
Rév. B2	25/07/2025	Version révisée suite à la relecture du CEREMA
Rév. A2	19/08/2025	Passage en Rév. A après relecture du CEREMA

Table des matières

1. Introduction.....	6
2. Contexte de la zone d'étude.....	6
2.1 Contexte géologique	6
2.2 Sédimentation.....	7
2.3 Cartes sédimentaires	7
3. Prélèvements sédimentaires et analyses sédimentologiques	11
3.1 Prélèvements sédimentaires.....	11
3.2 Classification granulométrique.....	12
3.3 Granularité des sédiments.....	13
3.4 Résultats	13
3.5 Synthèse	19
4. Données d'imagerie acoustique	20
5. Données d'imagerie au sonar à balayage latéral	21
6. Données bathymétriques.....	22
6.1 Acquisition au sondeur multifaisceaux	22
6.2 Carte des pentes.....	24
7. Cartographie de la nature sédimentaire des fonds	26
7.1 Répartition des faciès sédimentaires.....	28
7.2 Synthèse	28
8. Données d'imagerie sismique et calcul des épaisseurs sédimentaires	29
8.1 Levés sismiques	29
8.2 Célérité et calcul de l'épaisseur sédimentaire.....	31
8.3 Interprétation de profils sismiques.....	31
8.4 Carte d'épaisseur sédimentaire	36
9. Structures géologiques particulières et objets anthropiques.....	38
9.1 Structures sédimentaires	40
9.1.1 Bancs	40
9.1.2 Dunes	40
9.1.3 Plaquages	41
9.2 Incision fluviale.....	45
9.3 Failles.....	47
9.4 Objets anthropiques	47
10. Conclusion.....	49
11. Liste des données livrées.....	50
12. Références bibliographiques.....	52
13. Annexes	55
13.1 Répartition des teneurs des différentes fractions sédimentaires	55
13.2 Légende des cartes sédimentaires du Shom	60

Table des figures

Figure 1. Carte lithologique des mers de France réalisée par M. Delesse en 1879, avec la zone d'éolien en mer GGS représentée en noir.	8
Figure 2. Carte sédimentaire mondiale réalisée par le Shom à l'échelle 1:500 000 ^{ème} (2021), avec la zone d'éolien en mer GGS représentée en noir.	9
Figure 3. Répartition des faciès sédimentaires dans la zone EMR GGS à partir de la carte sédimentaire mondiale au 500 000 ^{ème} (Figure 2). SV : sables vaseux ; SF : sables fins ; S : sables ; SG : sables et graviers ; R : roches.	10
Figure 4. Carte de localisation des échantillons sédimentaires prélevés par benne dans la zone EMR GGS.	11
Figure 5. Carte des natures sédimentologiques des échantillons prélevés dans la zone EMR GGS. Le diagramme circulaire illustre la répartition des faciès sédimentaires identifiés.	15
Figure 6. Diamètres moyens des grains mesurés dans les 47 échantillons sédimentaires. Les couleurs indiquent les classes sédimentologiques des échantillons.	16
Figure 7. Répartition de la taille moyenne des grains mesurée dans les 47 échantillons sédimentaires. Cette caractéristique sédimentologique suit une loi log-normale (courbe bleue).	16
Figure 8. Sorting mesurés dans les 47 échantillons sédimentaires. Les couleurs indiquent les classes sédimentologiques des échantillons. Les limites des classes de triage correspondent aux limites définies dans le Tableau 3	17
Figure 9. Répartition du sorting mesuré dans les 47 échantillons sédimentaires. Cette caractéristique sédimentologique suit une loi normale (courbe bleue).	18
Figure 10. Haut : distribution granulométrique unimodale des particules dans l'échantillon 11, très bien classé ; Bas : distribution granulométrique bimodale des particules dans l'échantillon 26, mal classé.	18
Figure 11. Carte de l'imagerie acoustique de la zone EMR GGS.	20
Figure 12. Carte de l'imagerie acquise au sonar à balayage latéral dans la zone EMR GGS.	21
Figure 13. Carte bathymétrique de la zone EMR GGS.	23
Figure 14. Carte des pentes de la zone EMR GGS. Les lignes rouges correspondent aux profils présentés dans la Figure 15	24
Figure 15. Profils bathymétriques (en gris) et de pente (en rouge) dans la zone EMR GGS. La ligne en pointillés rouges correspond à l'angle de pente critique de 10° qui n'est jamais atteinte dans la zone. Les flèches bleues et jaunes indiquent respectivement les axes des bancs et les dunes et/ou plaques sableux (cf. Partie 9.1).	25
Figure 16. Carte des natures sédimentaires du fond marin de la zone EMR GGS.	27
Figure 17. Répartition des faciès sédimentaires de la zone EMR GGS à partir de la carte de nature de fond présentée dans la Figure 16 . VS : vases et sables ; SFV : sables fins et vases ; SV : sables et vases ; SF : sables fins ; S : sables ; R : roches.	28
Figure 18. Carte de localisation des profils sismiques acquis par les porteurs Borda (en rouge) et La Pérouse (en bleu) au cours de levés S202402300 dans la zone EMR GGS.	30
Figure 19. Tableau d'interprétation des unités sismiques présentes dans la zone d'étude GGS. Les sédiments meubles correspondent aux unité sismiques U4 et U5 qui reposent sur le substratum sédimentaire induré (U1 à U3).	32
Figure 20. Profil sismique SBP Borda_20240907-072151 non interprété (haut) et interprété (bas), et sa localisation sur la zone d'étude EMR (à droite, en rouge). Les réflecteurs bleu et rouge correspondent respectivement au fond marin et à la limite inférieure sédiment/substratum.	33
Figure 21. Profil sismique SBP LPO_20240910-084134 non interprété (haut) et interprété (bas), et sa localisation sur la zone d'étude EMR (à droite, en rouge). Les réflecteurs bleu et rouge correspondent respectivement au fond marin et à la limite inférieure sédiment/substratum.	34
Figure 22. Profil sismique SBP LPO_20240911-071657 non interprété (haut) et interprété (bas), et sa localisation sur la zone d'étude EMR (à droite, en rouge). Les réflecteurs bleu et rouge correspondent respectivement au fond marin et à la limite inférieure sédiment/substratum.	35

Figure 23. Carte de l'épaisseur de sédiment meubles dans la zone EMR GGS. L'épaisseur en mètres est calculée à partir d'une célérité des ondes acoustique de 1500 m.s ⁻¹ . Les isolignes représentent des intervalles d'épaisseur de 2 m.	36
Figure 24. Profils bathymétrique (bleu) et d'épaisseur sédimentaire (rouge) le long d'une coupe nord-ouest / sud-est à travers la zone d'étude, montrant une corrélation positive entre la topographie du fond marin et l'épaisseur des sédiments.	37
Figure 25. Carte de localisation des structures sédimentaires et géologiques, et des objets anthropiques identifiés dans la zone EMR GGS. Les zones 1 et 2 correspondent respectivement à la Figure 26 et la Figure 27	39
Figure 26. Carte bathymétrique de la zone 1 (cf. Figure 25) avec à droite les profils bathymétriques A. et B. qui recoupent respectivement des dunes lingoïdales (crêtes en pointillés verts) et un banc (axe en pointillés bleus).....	41
Figure 27. Carte bathymétrique de la zone 2 (cf. Figure 25) avec à droite le profil bathymétrique qui recoupe les structures sédimentaires de type plaque.....	42
Figure 28. Unités sismiques U4 et U5 définies par Huerta <i>et al.</i> (2010), délimitées par une surface d'incision fluviale (en pointillées). Cette limite correspond à un alignement de roches affleurantes (en rouge) sur le fond marin dans le nord de la zone d'étude.....	46
Figure 29. Carte marine 6990 (Shom) avec la position des objets anthropiques présents dans la zone d'étude EMR GGS.....	48
Figure 30. Carte de répartition des teneurs en vase (ronds bleus) des échantillons prélevés dans la zone EMR GGS.....	55
Figure 31. Carte de répartition des teneurs en sable fin (ronds beiges) des échantillons prélevés dans la zone EMR GGS.	56
Figure 32. Carte de répartition des teneurs en sable (ronds jaunes) des échantillons prélevés dans la zone EMR GGS.	57
Figure 33. Carte de répartition des teneurs en graviers (ronds oranges) des échantillons prélevés dans la zone EMR GGS.	58
Figure 34. Carte de répartition des teneurs en cailloutis (ronds marrons) des échantillons prélevés dans la zone EMR GGS.....	59

Liste des tableaux

Tableau 1. Classification sédimentologique utilisée dans la zone d'étude et photos d'échantillons secs.....	12
Tableau 2. Exemples de résultats d'analyse sédimentologique réalisée sur les échantillons prélevés dans la zone EMR GGS.....	14
Tableau 3. Classement du tri d'un échantillon d'après Folk et Ward (1957).....	17
Tableau 4. Levés sismiques acquis dans la zone EMR de GGS.	29
Tableau 5. Classification des corps sédimentaires transversaux en fonction de leur amplitude et de leur longueur d'onde (Berné <i>et al.</i> , 1989 ; Ashley, 1990).	40
Tableau 6. Synthèse des caractéristiques géomorphologiques et géophysiques des structures sédimentaires observées dans la zone d'étude EMR GGS.	43
Tableau 7. Légende des cartes sédimentaires du Shom (Shom, 2021).....	60

1. Introduction

Le présent rapport fournit l'état des lieux de la connaissance en sédimentologie à l'issue des levés morpho-sédimentaires sur la zone définie par la DGEC dans le cadre du projet de parc éolien en mer de Golfe de Gascogne Sud (GGS). Cette étude complète le recensement des données effectué par le Shom auprès de différents organismes publics (Shom, Ifremer, BRGM, Parcs marins), privés (RTE) et des universitaires en matière de données sédimentologiques préexistantes et disponibles sur les zones d'étude. Avant la phase de levés, le manque de données récentes ne permettait pas d'obtenir des cartes de nature des fonds, d'épaisseur sédimentaire et de structures sédimentaires suffisamment précises.

Des levés ont donc été réalisés afin d'établir une cartographie haute résolution de la nature des fonds, de l'épaisseur sédimentaire et des structures sédimentaires. Ces levés comprennent le prélèvement d'échantillons sédimentaires à l'aide de bennes Shipeck et Van Veen, l'acquisition de données bathymétriques et de réflectivité acoustique au sondeur multifaisceaux (SMF), ainsi que l'acquisition de profils sismiques au sondeur de sédiments (SBP).

Après un rappel sur la connaissance sédimentologique initiale sur la zone d'étude, ce rapport présente les données acquises lors des levés morpho-sédimentaires menés sur l'emprise de la zone EMR GGS, ainsi que les produits suivants, élaborés à partir de leur analyse :

- les résultats des analyses granulométriques réalisées sur les prélèvements sédimentaires ;
- l'imagerie acoustique acquise aux sondeurs multifaisceaux ;
- la carte des structures sédimentaires ;
- la cartographie de la nature superficielle des fonds ;
- les données acquises au sondeur de sédiments ;
- la carte des épaisseurs sédimentaires.

2. Contexte de la zone d'étude

La zone d'étude EMR se situe sur la plate-forme continentale du Golfe de Gascogne, par des fonds compris entre 100 m et 120 m de profondeur et caractérisée par une pente faible ($\leq 0,5\%$). Cette région résulte d'une histoire géodynamique complexe, marquée par une succession de processus tectoniques et sédimentaires depuis la fin du Paléozoïque.

2.1 Contexte géologique

La formation du Golfe de Gascogne est liée à l'ouverture de l'Atlantique Nord au Crétacé moyen (~145 Ma), consécutive à la rotation antihoraire de la plaque ibérique par rapport à la plaque européenne (Montadert *et al.*, 1979 ; Williams & McKenzie, 1971). Cette phase de rifting a permis le dépôt de sédiments marins et continentaux (argiles, sables, calcaires et marnes) à partir du Crétacé supérieur. Au début du Cénozoïque (65 Ma), la subsidence continue du bassin favorise l'accumulation de grandes épaisseurs de sédiments, influencée par les cycles de transgressions et régressions marines (Bouysse *et al.*, 1986). L'orogenèse alpine, induite par la convergence des plaques africaine et eurasienne, a généré des contraintes compressives avec la formation de plissements et de failles (Sibuet, 1974).

Les données géophysiques, principalement sismiques (Huerta *et al.*, 2010 ; Thimon & Paquet, 2018), ont permis de cartographier six unités sismiques (Ub à U5) sur la plate-forme vendéo-armoricaine, incluant la zone EMR (Chantraine *et al.*, 2003 ; Huerta *et al.*, 2010). En l'absence de données de forage, les âges et lithologies restent hypothétiques. Parmi ces unités sismiques, deux recoupent la zone d'étude EMR, dont l'unité U4 et U5. La première datée du Miocène correspond à des dépôts transgressifs inclinés vers le sud-ouest et l'ouest, la deuxième à des dépôts régressifs fluvio-estuariens d'âge plio-pléistocène. La surface séparant ces deux

unités correspond à une surface d'érosion fluviatile en contexte de bas niveau marin (Huerta et al., 2010).

Le plateau de Rochebonne, localisé à environ 50 km au nord-est de la zone d'étude, correspond à la remontée du socle cristallin composé de roches métamorphiques et ignées du massif armoricain. Il est affecté par un ensemble de failles subparallèles orientées N140° à N160°. Ces failles font partie du grand système de failles sud-armoricaines, réactivées lors des épisodes tectoniques successifs (rifting, orogenèses pyrénéenne et alpine ; Thinon, 2024). Cependant, ce réseau de failles se situe en dehors des limites de la zone d'étude EMR.

2.2 Sémentation

La plateforme continentale du Golfe de Gascogne, relativement plate, favorise le dépôt des particules sédimentaires. La distribution des sédiments de surface suit un gradient nord-sud, avec des sables moyens à grossiers au nord et des sables fins à très fins au sud (Garlan et Marchès, 2012), hérités des cycles glacio-eustatiques passés. Les sédiments déposés lors du dernier maximum glaciaire sont remobilisés par les processus hydrodynamiques actuels (courants, houles). Les sédiments sont principalement d'origine lithoclastique, les apports biogéniques y étant peu abondants comparés à ceux de la Manche (Dubrulle et al., 2007).

Les sédiments fins se concentrent dans les zones côtières abritées, à l'embouchure des principaux fleuves (Vilaine, Loire, Charente, Gironde) et dans la plaine abyssale. Ces fleuves constituent les principales sources de sédiments fins, avec des apports annuels allant de 0,1 à $1,5 \cdot 10^6 \text{ t.an}^{-1}$ (Jouanneau et al., 1999). L'érosion côtière constitue également une source en sédiments, notamment grâce aux littoraux charentais et aquitains, où le recul peut atteindre 1 m.an⁻¹ (e.g., Garlan et Marchès, 2012).

La houle et les tempêtes jouent un rôle majeur dans la remise en suspension et le transport sédimentaire, bien que leur action soit limitée à de courtes périodes au-delà de 20 m de profondeur (Weber et al., 1987 ; Lesueur, 2001). La dérive littorale, induite par la houle, transporte les sédiments vers le sud et façonne les formes côtières, comme les flèches sableuses (e.g., Cap Ferret). Les courants résiduels, dirigés vers le nord-ouest, assurent un transport lent ($\approx 3 \text{ cm.an}^{-1}$) en rebord du plateau continental (Pingree et Le Cann, 1989), tandis que les courants de marée, bien que trop faibles pour déplacer seuls les sédiments, contribuent à redistribuer ceux remis en suspension (Castaing, 1981).

La « Grande Vasière », située à l'isobathe 100 m, recoupe la zone d'étude. Elle constitue une zone de dépôt importante s'étendant sur plus de 250 km (Bourillet et al., 2006 ; Dubrulle et al., 2007). Composée de vases holocènes, elle présente une variabilité saisonnière notable en termes d'épaisseur et d'étendue. Le taux de sédimentation y a été estimé à 0,22 cm.an⁻¹ par une datation au ^{210}Pb (Dubrulle et al., 2007).

En conclusion, la dynamique sédimentaire du Golfe de Gascogne résulte de son contexte géologique associé à des facteurs de forçages actuels, tels que les houles, les tempêtes, les courants résiduels, la dérive littorale ainsi que les apports fluviaux et côtiers.

2.3 Cartes sédimentaires

Dans la zone d'étude, plusieurs cartes sédimentaires ont été réalisées entre 1879 et 2021. La plus ancienne a été publiée par M. Delesse en 1879 et est présentée en **Figure 1**. Les techniques de cette époque reposaient sur des mesures au plomb suffé, à la lance et à la benne, qui souvent sous-estimaient les sédiments grossiers, les assimilant à de la roche. D'après ces travaux, le fond marin de la zone d'étude EMR est entièrement constitué de vase (*v*). Autour de cette vase, des sables vaseux (*n*) ont été identifiés et cartographiés, mais au-delà des limites de la zone d'étude.

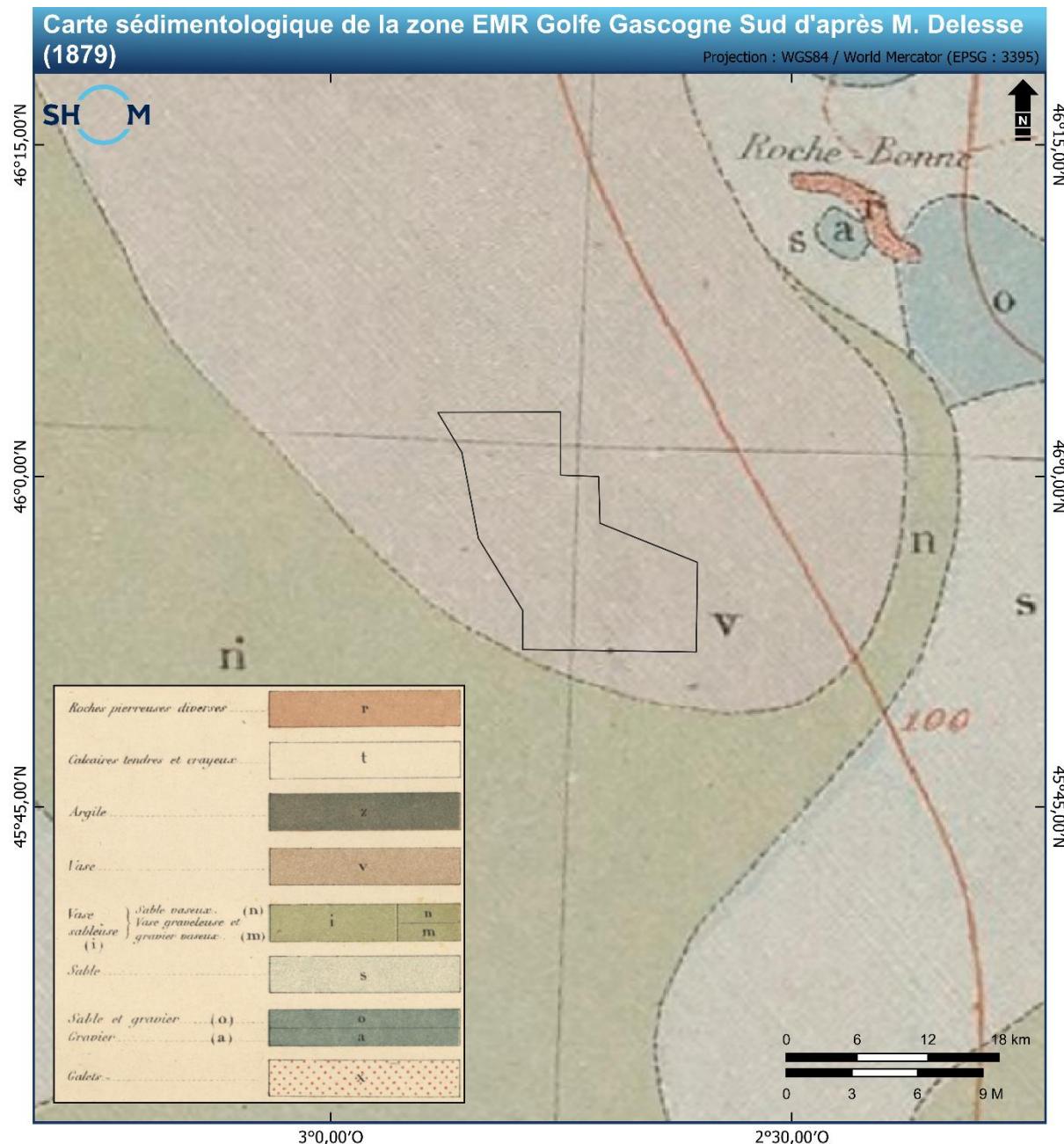


Figure 1. Carte lithologique des mers de France réalisée par M. Delesse en 1879, avec la zone d'éolien en mer GGS représentée en noir.

La carte de nature des fonds (échelle 1/500 000^{ème}) présentée dans la **Figure 2** a été réalisée à partir de prélèvements effectués entre 1960 et 1979 par Larsonneur et al., et de la compilation de cartes réalisées par le Shom (2021). Bien que cette échelle ne permette pas de détailler les variations horizontales des faciès sédimentaires, elle offre une vue d'ensemble des principales tendances sédimentologiques. Cependant, les prélèvements effectués par bateau sont bien représentatifs des fractions les plus grossières mais ont tendance à sous-estimer les fractions les plus fines telles que les argiles.

D'après cette carte, la zone d'étude est composée de sables (fins à grossiers) qui se mélangent localement avec des graviers (Figure 2). En bordure sud, les sables se mélangent à des vases tandis qu'en bordure nord, des roches sont cartographiées. La présence d'une large gamme de faciès sédimentaires peut traduire un hydrodynamisme hétérogène sur la zone, avec un gradient décroissant du nord vers le sud.

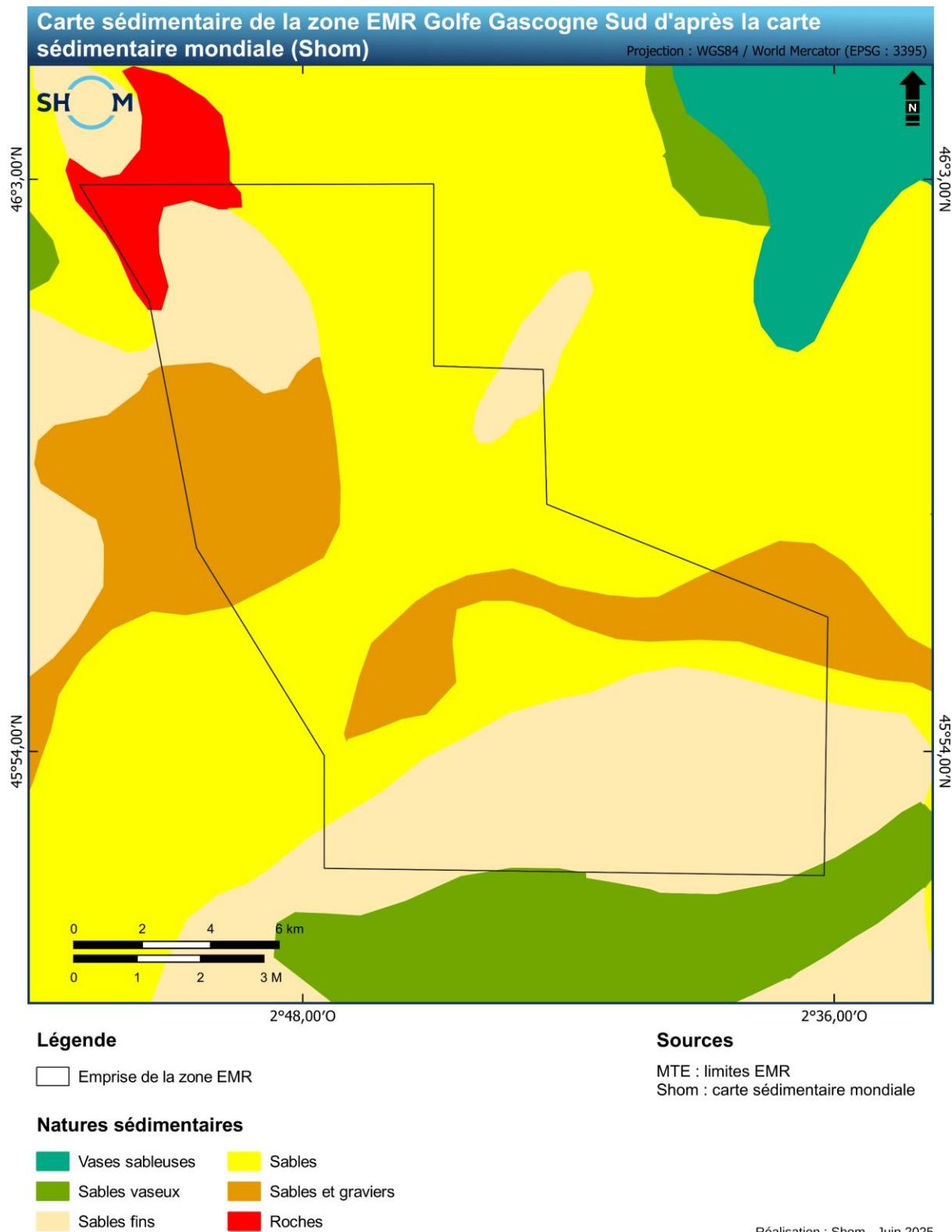


Figure 2. Carte sédimentaire mondiale réalisée par le Shom à l'échelle 1:500 000^{ème} (2021), avec la zone d'éolien en mer GGS représentée en noir.

La répartition des différents faciès sédimentaires, d'après la carte sédimentaire au 1:500 000^{ème} de la zone EMR GGS, est illustrée dans la **Figure 3**. Les faciès sables et sables fins prédominent sur le fond et représentent respectivement 42 % et 35 % de la surface de la zone. Tandis que le mélange sables et graviers couvrent 20 % de la zone, les roches et les sables vaseux sont moins présents et couvrent respectivement des surfaces de 3 % et <1 %.

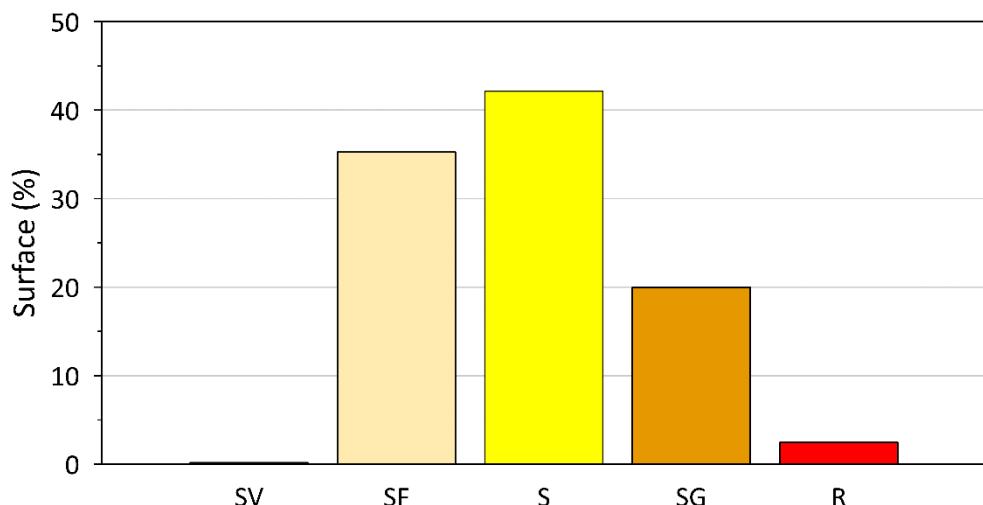


Figure 3. Répartition des faciès sédimentaires dans la zone EMR GGS à partir de la carte sédimentaire mondiale au 500 000^{ème} (**Figure 2**). SV : sables vaseux ; SF : sables fins ; S : sables ; SG : sables et graviers ; R : roches.

Les plombs suifés, largement utilisés avant le XX^{ème} siècle, constituaient quasiment l'unique outil de prélèvement sédimentaire en milieu marin. Cette technique sous-estimait significativement la proportion de particules grossières à très grossières dans la fraction sédimentaire représentée par la suite, sur les cartes de nature de fond (**Figure 1**). La carte sédimentaire présentée en **Figure 2**, réalisée à partir de prélèvements à la benne, suggère ainsi une granulométrie plus grossière dans la zone d'étude.

3. Prélèvements sédimentaires et analyses sédimentologiques

3.1 Prélèvements sédimentaires

Les navires hydrographiques de deuxième classe (BH2) *Lapérouse* et *Borda* du Shom ont effectué des prélèvements sédimentaires dans la zone EMR GGS à l'aide de bennes Shipeck et Van Veen lourde. Un total de 51 échantillons a été collecté au cours du levé S202402300, dont les emplacements sont illustrés dans la **Figure 4**. Bien que certains de ces prélèvements se situent en dehors des limites strictes du site d'étude, ils ont été intégrés à l'analyse afin d'assurer une continuité aux marges de la zone étudiée. Cette densité élevée de prélèvements sédimentaires permet de caractériser à haute résolution les variations horizontales des faciès sédimentaires de surface dans la zone d'étude, et ainsi établir une carte de nature des fonds à très fine échelle.

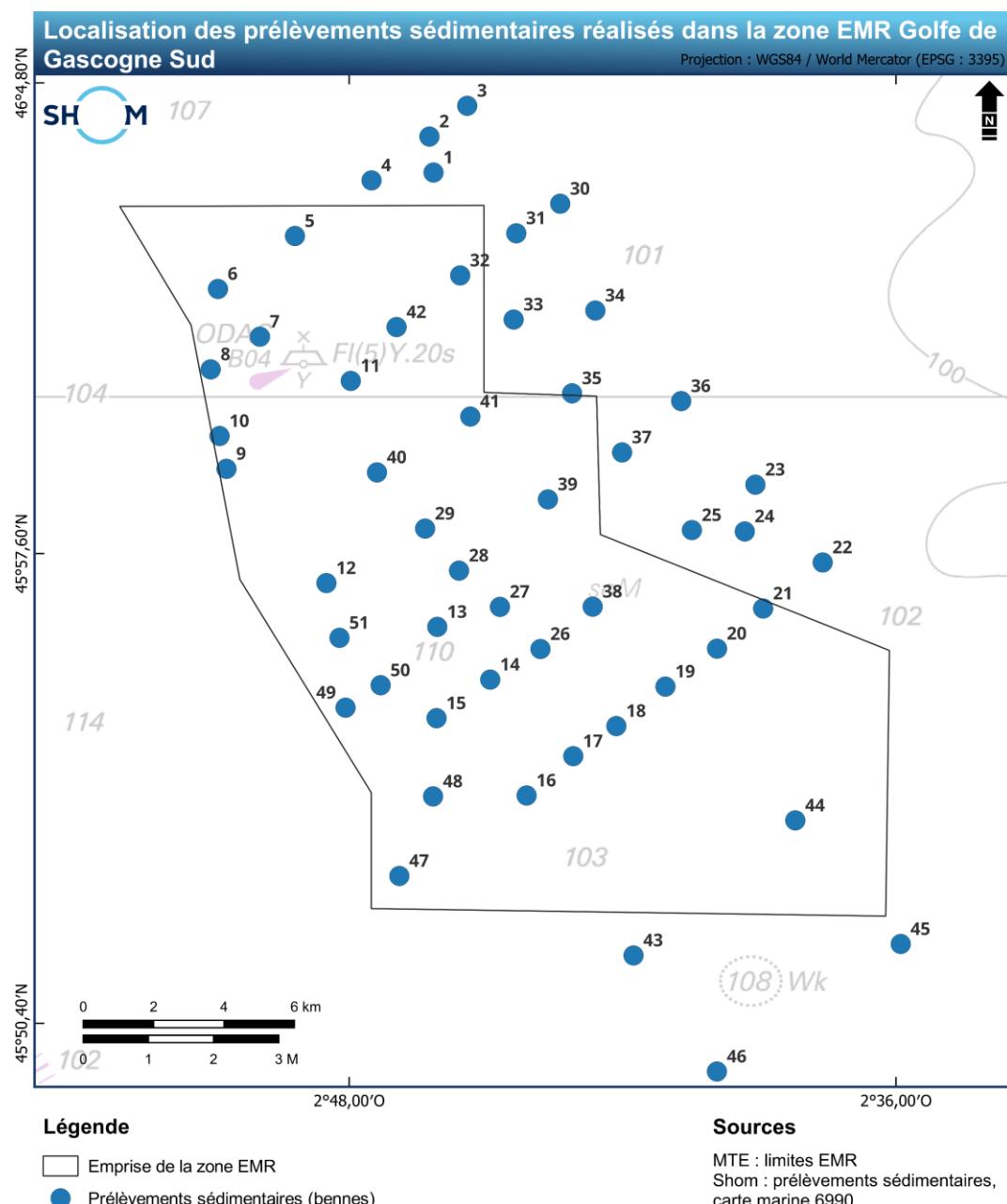


Figure 4. Carte de localisation des échantillons sédimentaires prélevés par benne dans la zone EMR GGS.

3.2 Classification granulométrique

La classification sédimentologique des échantillons de la zone d'étude repose sur huit faciès sédimentaires synthétisés dans le **Tableau 1** et caractérisés en fonction des proportions (en %) de vase (V), sable fin (SF), sable (S), gravier (G) et cailloutis (C) définis en fonction de la taille T des particules :

- $T \geq 20 \text{ mm}$: Cailloutis ;
- $20 \text{ mm} > T \geq 2 \text{ mm}$: Graviers ;
- $2 \text{ mm} > T \geq 0,25 \text{ mm}$: Sables ;
- $0,25 \text{ mm} > T \geq 0,05 \text{ mm}$: Sables Fins ;
- $T < 0,05 \text{ mm}$: Vases.

Tableau 1. Classification sédimentologique utilisée dans la zone d'étude et photos d'échantillons secs.

Faciès	Code	Critère	Légende	Exemple de photo
Vases et sables fins	VSF	$S+SF > C+G$ et $20 < V < 50\%$ et $S \leq SF$	Light Green	
Vases sableuses	VS	$S+SF > C+G$ et $20 < V < 50\%$ et $S > SF$	Dark Green	
Sables fins vaseux	SFV	$S+SF > C+G$ et $5 < V < 20\%$ et $S \leq SF$	Light Green	
Sables fins	SF	$50 < SF < 65\%$ et $C+G < 35\%$ et $V < 5\%$	Yellow	
Sables vaseux	SV	$S+SF > C+G$ et $5 < V < 20\%$ et $S > SF$	Dark Green	
Sables	S	$50 < S < 65\%$ et $C+G < 35\%$ et $V < 5\%$	Yellow	

3.3 Granularité des sédiments

L'analyse sédimentologique des échantillons sédimentaires a été réalisée au sein du laboratoire de sédimentologie du Shom, situé à Brest. Elle a consisté en :

- La prise de vue des échantillons par photo (sur échantillons secs) ;
- La mesure de la granularité par tamisage sur une colonne de tamis avec des mailles de : 20,0 – 12,5 – 10,0 – 5,0 – 2,0 – 1,6 – 1,25 – 1,0 – 0,8 – 0,5 – 0,3 – 0,18 – 0,1 – 0,05 mm ;
- La mesure de la granularité par micro-granulomètre laser.

Les résultats des analyses sédimentologiques ont été intégrées dans le logiciel Granush (Shom ©) pour calculer les paramètres sédimentologiques suivants :

- **Mean Grain Size** (Mz, grain moyen en unités Ø) ;
- **Sorting** (S0, coefficient de classement en unités Ø) ;
- **Skewness** (Sk, coefficient d'asymétrie en unités Ø) ;
- **Médiane** (Md, percentile 50, soit la taille des particules pour une masse cumulée égale à 50 % de la masse totale de l'échantillon) ;
- **Grain moyen** (Gm, grain moyen en mm).

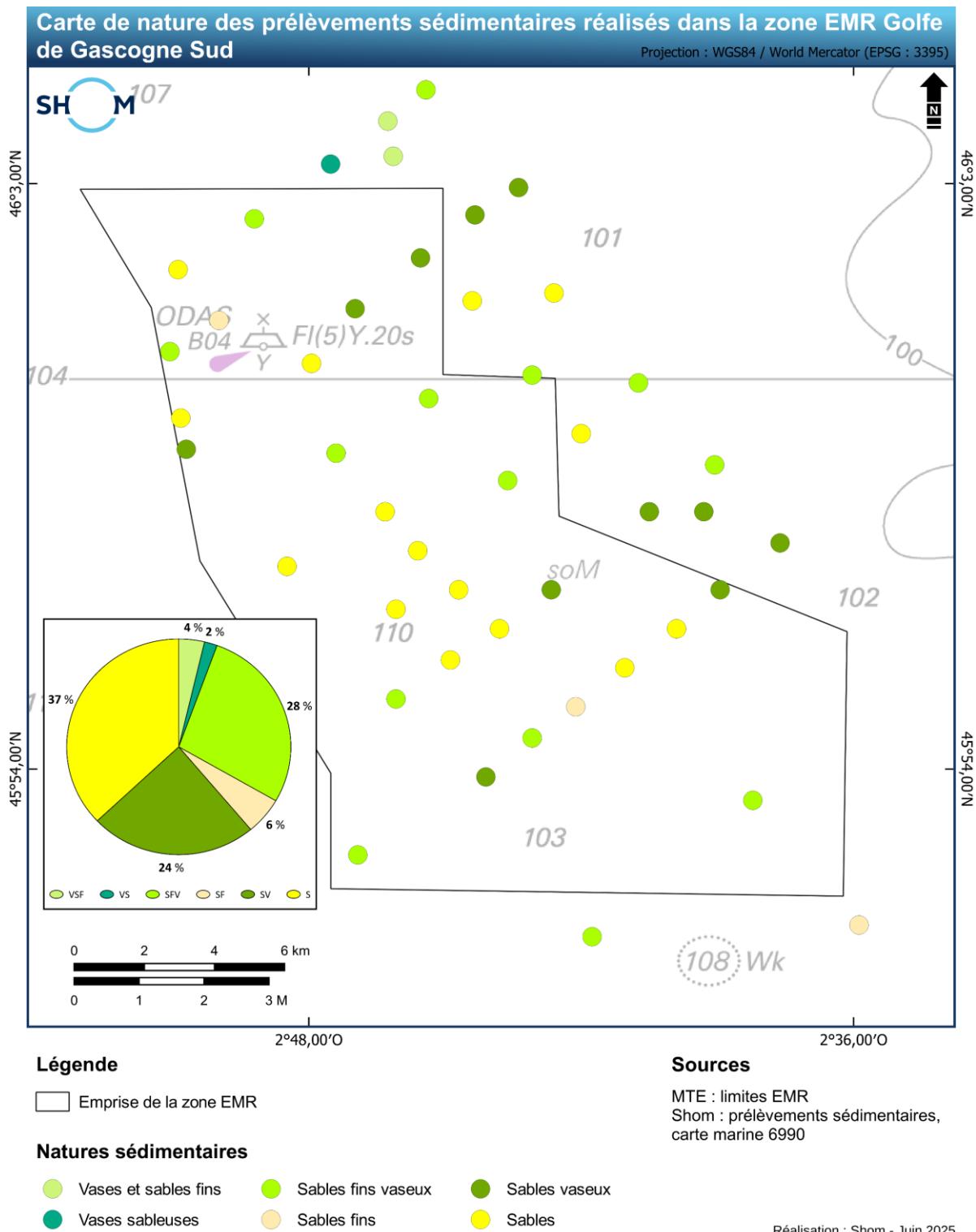
3.4 Résultats

Les analyses des prélèvements sédimentaires ont permis de déterminer les propriétés sédimentologiques et la classification sédimentaire des échantillons. Une partie des résultats de ces analyses sont partiellement présentés dans le **Tableau 2** et en intégralité dans le rapport T4.S3_RAP (Shom a., 2025). Le **Tableau 2** présente, pour des échantillons types, leur classification sédimentologique, leur photographie, certaines caractéristiques sédimentologiques (grain moyen, sorting) ainsi que leur granularité (%).

Tableau 2. Exemples de résultats d'analyse sédimentologique réalisée sur les échantillons prélevés dans la zone EMR GGS.

Numéro de l'échantillon	Classification	Grain moyen (mm)	Sortin g (Ø)	Photographie échantillon sec	Granularité détaillée																		
S202402300_002	VSF	0,08	2,31		<table border="1"> <tr><td>C</td><td>gG</td><td>pG</td><td>Sg</td><td>Sm</td><td>Sf</td><td>Stf</td><td>Silt</td><td>Arg</td></tr> <tr><td>1%</td><td>10%</td><td>14%</td><td>38%</td><td>18%</td><td>10%</td><td>8%</td><td>1%</td><td>1%</td></tr> </table>	C	gG	pG	Sg	Sm	Sf	Stf	Silt	Arg	1%	10%	14%	38%	18%	10%	8%	1%	1%
C	gG	pG	Sg	Sm	Sf	Stf	Silt	Arg															
1%	10%	14%	38%	18%	10%	8%	1%	1%															
S202402300_004	VS	0,09	2,81		<table border="1"> <tr><td>C</td><td>gG</td><td>pG</td><td>Sg</td><td>Sm</td><td>Sf</td><td>Stf</td><td>Silt</td><td>Arg</td></tr> <tr><td>10%</td><td>28%</td><td>11%</td><td>9%</td><td>25%</td><td>28%</td><td>17%</td><td>1%</td><td>1%</td></tr> </table>	C	gG	pG	Sg	Sm	Sf	Stf	Silt	Arg	10%	28%	11%	9%	25%	28%	17%	1%	1%
C	gG	pG	Sg	Sm	Sf	Stf	Silt	Arg															
10%	28%	11%	9%	25%	28%	17%	1%	1%															
S202402300_008	SFV	0,10	1,73		<table border="1"> <tr><td>C</td><td>gG</td><td>pG</td><td>Sg</td><td>Sm</td><td>Sf</td><td>Stf</td><td>Silt</td><td>Arg</td></tr> <tr><td>2%</td><td>7%</td><td>5%</td><td>45%</td><td>33%</td><td>8%</td><td>8%</td><td>1%</td><td>1%</td></tr> </table>	C	gG	pG	Sg	Sm	Sf	Stf	Silt	Arg	2%	7%	5%	45%	33%	8%	8%	1%	1%
C	gG	pG	Sg	Sm	Sf	Stf	Silt	Arg															
2%	7%	5%	45%	33%	8%	8%	1%	1%															
S202402300_018	SF	0,22	1,08		<table border="1"> <tr><td>C</td><td>gG</td><td>pG</td><td>Sg</td><td>Sm</td><td>Sf</td><td>Stf</td><td>Silt</td><td>Arg</td></tr> <tr><td>1%</td><td>8%</td><td>36%</td><td>48%</td><td>21%</td><td>7%</td><td>2%</td><td>1%</td><td>1%</td></tr> </table>	C	gG	pG	Sg	Sm	Sf	Stf	Silt	Arg	1%	8%	36%	48%	21%	7%	2%	1%	1%
C	gG	pG	Sg	Sm	Sf	Stf	Silt	Arg															
1%	8%	36%	48%	21%	7%	2%	1%	1%															
S202402300_024	SV	0,26	2,25		<table border="1"> <tr><td>C</td><td>gG</td><td>pG</td><td>Sg</td><td>Sm</td><td>Sf</td><td>Stf</td><td>Silt</td><td>Arg</td></tr> <tr><td>2%</td><td>49%</td><td>21%</td><td>8%</td><td>8%</td><td>8%</td><td>8%</td><td>1%</td><td>1%</td></tr> </table>	C	gG	pG	Sg	Sm	Sf	Stf	Silt	Arg	2%	49%	21%	8%	8%	8%	8%	1%	1%
C	gG	pG	Sg	Sm	Sf	Stf	Silt	Arg															
2%	49%	21%	8%	8%	8%	8%	1%	1%															
S202402300_029	S	0,646	0,869		<table border="1"> <tr><td>C</td><td>gG</td><td>pG</td><td>Sg</td><td>Sm</td><td>Sf</td><td>Stf</td><td>Silt</td><td>Arg</td></tr> <tr><td>3%</td><td>81%</td><td>11%</td><td>4%</td><td>1%</td><td>1%</td><td>1%</td><td>1%</td><td>1%</td></tr> </table>	C	gG	pG	Sg	Sm	Sf	Stf	Silt	Arg	3%	81%	11%	4%	1%	1%	1%	1%	1%
C	gG	pG	Sg	Sm	Sf	Stf	Silt	Arg															
3%	81%	11%	4%	1%	1%	1%	1%	1%															

La carte de la **Figure 5** présente la répartition géographique des natures sédimentologiques des échantillons prélevés dans la zone d'étude EMR. Les trois principales classes sédimentaires observées sont les vases, les sables fins et les sables. Des mélanges de ces fractions sont observés pour constituer au total six faciès sédimentaires (**Figure 5**). Le mélange sables et vases représente 24 % des échantillons et le mélange sables fins et vases 28 %. Seuls trois échantillons ont une plus grande proportion de vase, *i.e.* entre 20 % et 50 %, constituant les faciès vases et sables fins et vases sableuses (**Figure 5**).



La répartition géographique des différentes classes granulométriques est présentée en **annexe 13.1**. Ces cartes mettent en évidence la dominance des classes granulométriques « sable fin » et « sable ». En effet, l'ensemble des échantillons ont des teneurs importantes de sable fin et sable. Les échantillons les plus riches en vase sont localisés en bordure nord de la zone EMR.

Dans l'ensemble de la zone d'étude, les échantillons présentent un diamètre de grains compris entre 0,09 mm et 1,1 mm, correspondant à des sables fins à moyens selon la classification USCS-ASTM (Schoeneberger *et al.*, 2012). Les plus petites tailles de grains (~0,09 mm) sont associées aux vases sableuses et aux sables fins, tandis que les diamètres les plus élevés (~0,53 mm) correspondent à des sables moyens à grossiers (**Figure 6**).

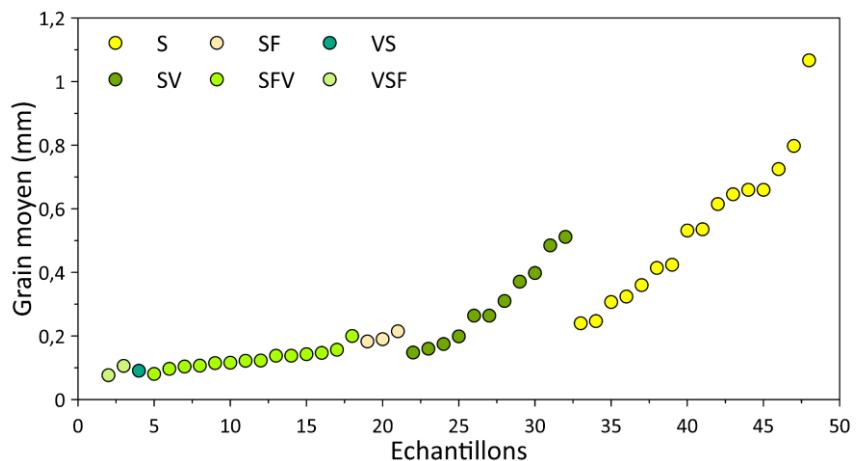


Figure 6. Diamètres moyens des grains mesurés dans les 47 échantillons sédimentaires. Les couleurs indiquent les classes sédimentologiques des échantillons.

La **Figure 7** présente la répartition de la taille moyenne des grains sur l'ensemble des échantillons analysés. Cette répartition suit une loi log-normale, qui implique une asymétrie dans la distribution des données. Cette asymétrie montre un nombre relativement important de valeurs élevées par rapport à la moyenne de 0,3 mm (**Figure 7**). Ainsi, les particules fines sont plus fréquentes, mais il existe une proportion significative de particules plus grossières, indiquant une hétérogénéité dans les processus de transport ou de dépôt. Cela peut refléter une variabilité des forces hydrodynamiques, avec des événements occasionnels intenses (e.g. des tempêtes) qui transportent les particules les plus grosses.

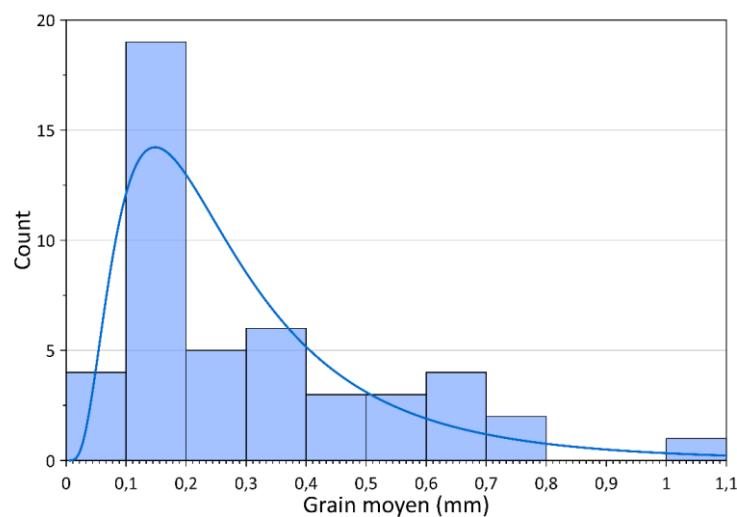


Figure 7. Répartition de la taille moyenne des grains mesurée dans les 47 échantillons sédimentaires. Cette caractéristique sédimentologique suit une loi log-normale (courbe bleue).

Les valeurs de sorting mesurées dans les échantillons sédimentaires sont représentées dans la **Figure 8**. Ces valeurs sont des indices du classement, *i.e.* du tri des grains. Plus sa valeur est importante plus l'échantillon sera hétérogène en termes de tailles des particules qui le composent et inversement lorsque sa valeur tend vers 1 l'échantillon est qualifié de bien trié (**Tableau 3**; Folk et Ward, 1957). Les mesures réalisées sur les échantillons indiquent globalement un tri modéré. En effet, seuls 7 échantillons sont très bien classés, tandis que 5 sont assez bien classés, 16 moyennement classés, 17 mal classés et 2 très mal classés (**Figure 8** et **Tableau 3**).

Les valeurs de sorting semblent être étroitement liées à la nature des échantillons. En effet, les échantillons présentant les indices de tri les plus faibles – donc les plus mal triés – sont majoritairement riches en vase (faciès VSF, VS, SFV, et SV), tandis que les faciès à faible teneur en vase (SF et S) présentent un meilleur tri (**Figure 8**).

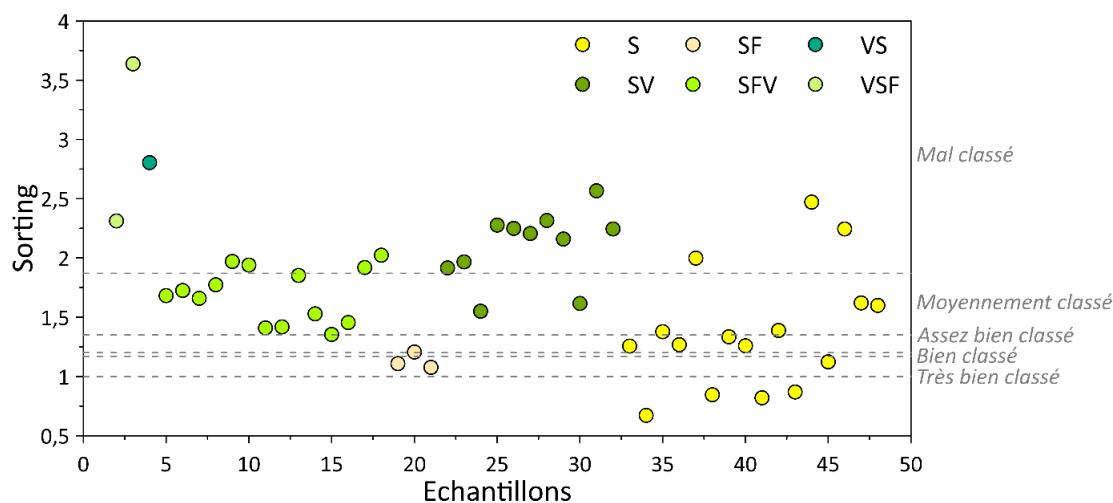


Figure 8. Sorting mesurés dans les 47 échantillons sédimentaires. Les couleurs indiquent les classes sédimentologiques des échantillons. Les limites des classes de triage correspondent aux limites définies dans le **Tableau 3**.

Tableau 3. Classement du tri d'un échantillon d'après Folk et Ward (1957).

	Très bien classé 1,00 < So < 1,17	Bien classé 1,17 < So < 1,20	Assez bien classé 1,20 < So < 1,35	Moyennement classé 1,35 < So < 1,87	Mal classé 1,87 < So < 2,75	Très mal classé So > 2,75
Nombre d'échantillons	7	-	5	16	17	2

Les valeurs de tri mesurées suivent une distribution normale, centrée sur une valeur moyenne égale à 1,73 (**Figure 9**). Cette distribution gaussienne suggère une certaine homogénéité et un équilibre dans les processus sédimentaires. De plus, les valeurs modérées observées indiquent un environnement de dépôt relativement énergétique, capable de trier partiellement les sédiments selon leur taille. Ce degré intermédiaire de tri reflète également une distance de transport modérée : en effet, plus un sédiment est transporté sur une longue distance, plus le tri granulométrique tend à s'accentuer, les grains de tailles différentes étant progressivement séparés.

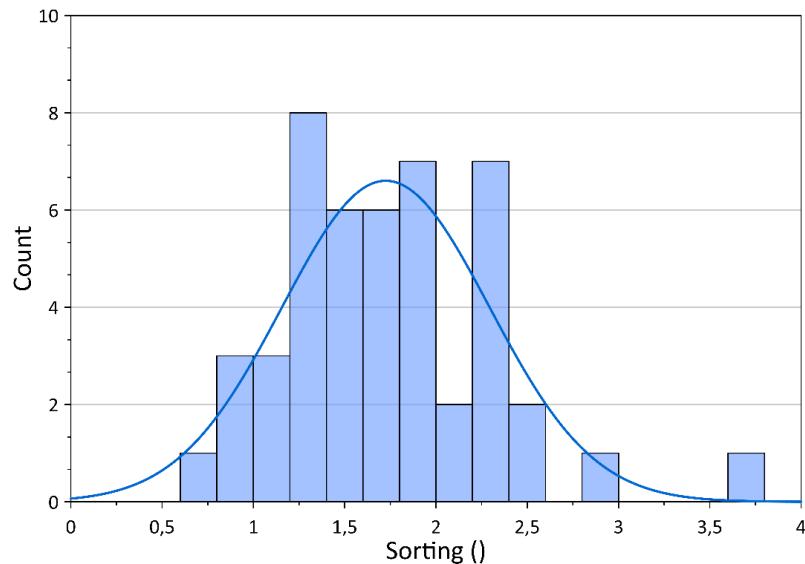


Figure 9. Répartition du sorting mesuré dans les 47 échantillons sédimentaires. Cette caractéristique sédimentologique suit une loi normale (courbe bleue).

Enfin, comme attendu, l'analyse granulométrique révèle que les échantillons les moins bien triés, à l'image de l'échantillon 26 ($S_0 = 2,47$), présentent une distribution granulométrique avec une tendance bimodale (Figure 10). En revanche, les échantillons bien triés, tels que l'échantillon 11 ($S_0 = 0,82$) ont une distribution granulométrique unimodale (Figure 10).

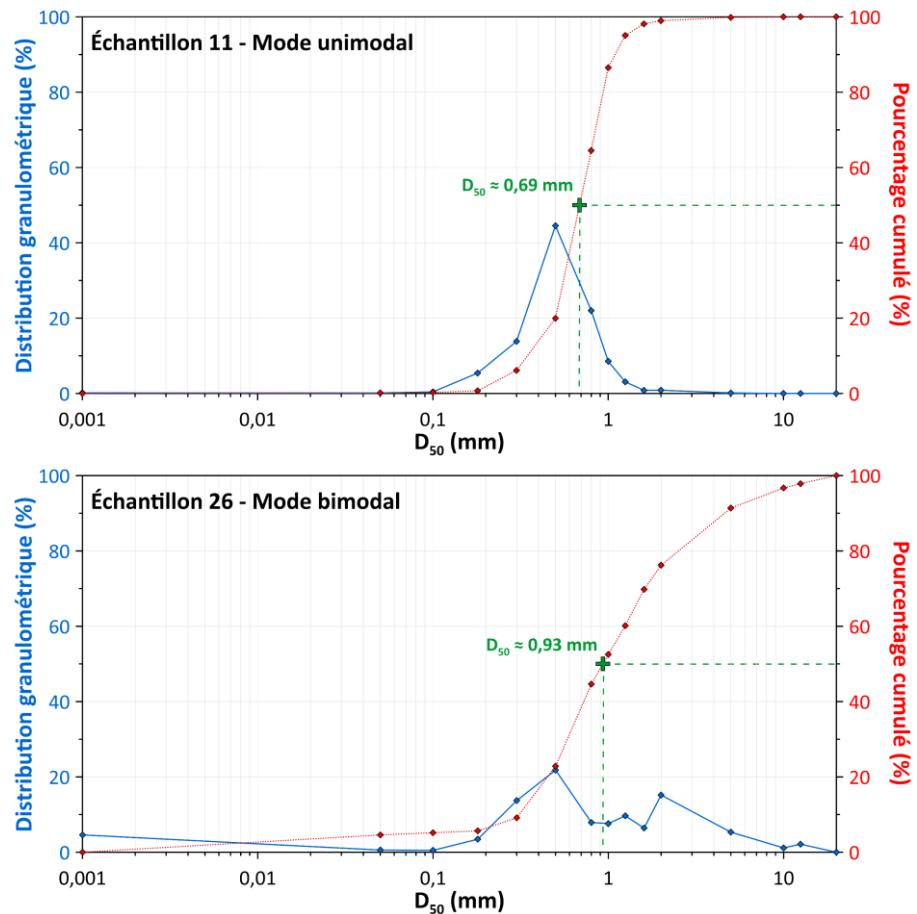


Figure 10. Haut : distribution granulométrique unimodale des particules dans l'échantillon 11, très bien classé ; Bas : distribution granulométrique bimodale des particules dans l'échantillon 26, mal classé.

3.5 Synthèse

Les analyses sédimentologiques des 47 échantillons sédimentaires ont permis d'identifier :

- six faciès sédimentaires compris entre les vases et sables fins et les sables ;
- la prédominance des fractions sableuses et des vases qui sont plus ou moins mélangées ;
- l'absence des faciès de graviers et de cailloutis ;
- un tri modéré dans les différents échantillons ;
- un grain moyen compris entre 0,1 mm et 1,1 mm mettant en évidence une granularité fine.

Les analyses granulométriques suggèrent un contrôle de la sédimentation par un hydrodynamisme faible et homogène à l'échelle de la zone d'étude, ce qui est cohérent avec la relative horizontalité du site et sa grande profondeur (entre 100 m et 120 m). Toutefois, des variations ponctuelles de l'intensité hydrodynamique, liées à des événements extrêmes tels que des tempêtes, peuvent localement remobiliser les fractions les plus grossières des sédiments et générer des mélanges de classes granulométriques. Par ailleurs, la présence de ces fractions grossières pourrait également résulter d'une sédimentation ancienne, associée à des conditions de bas niveau marin et à un hydrodynamisme plus fort.

4. Données d'imagerie acoustique

Les données d'imagerie acoustique (**Figure 11**), acquises lors du levé S202402300, couvrent l'intégralité de la zone d'étude. L'intensité du signal acoustique réfléchi par le fond présente une valeur moyenne d'environ -25 dB. Les variations de niveaux de gris sur l'ensemble de la zone témoignent de la présence de structures sédimentaires variées, décrites en **partie 9**. Ces données ont servi à l'élaboration du plan d'échantillonnage (**Figure 4**), permettant de calibrer les différentes nuances de gris en fonction de la nature du fond et ainsi d'élaborer la carte de nature de fond présentée en **partie 7**.

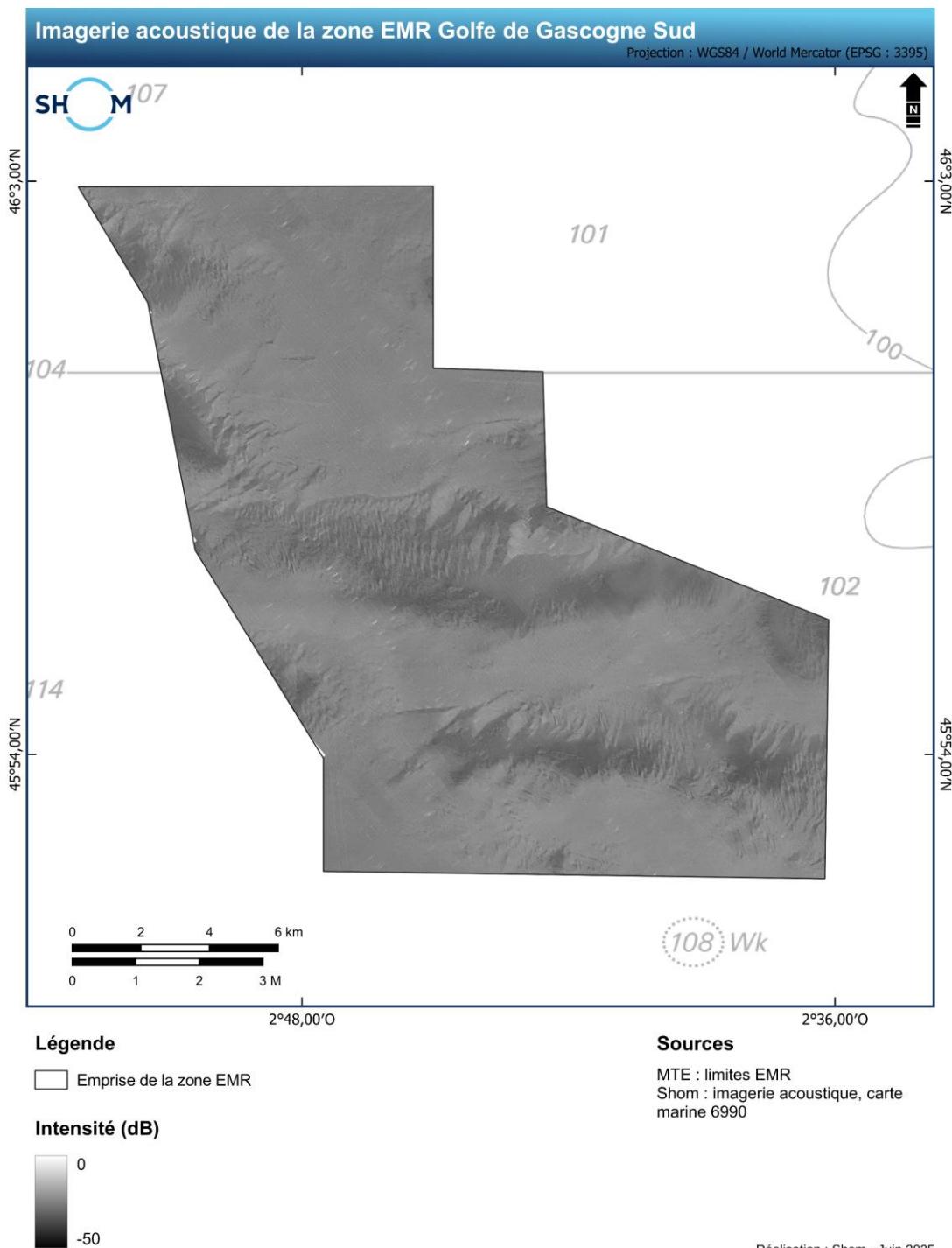


Figure 11. Carte de l'imagerie acoustique de la zone EMR GGS.

5. Données d'imagerie au sonar à balayage latéral

Les données acquises par le sonar à balayage latéral sont présentées dans la **Figure 12**. Elles ne couvrent que partiellement la zone EMR en raison de dysfonctionnements lors des levés et de la complexité de la mise en œuvre (GHOA, 2024). En revanche, les données récupérées sont de très bonne qualité. La réflexion du signal révèle la présence de structures sédimentaires (dunes) et une variabilité spatiale de la nature sédimentaire (**Figure 12**).

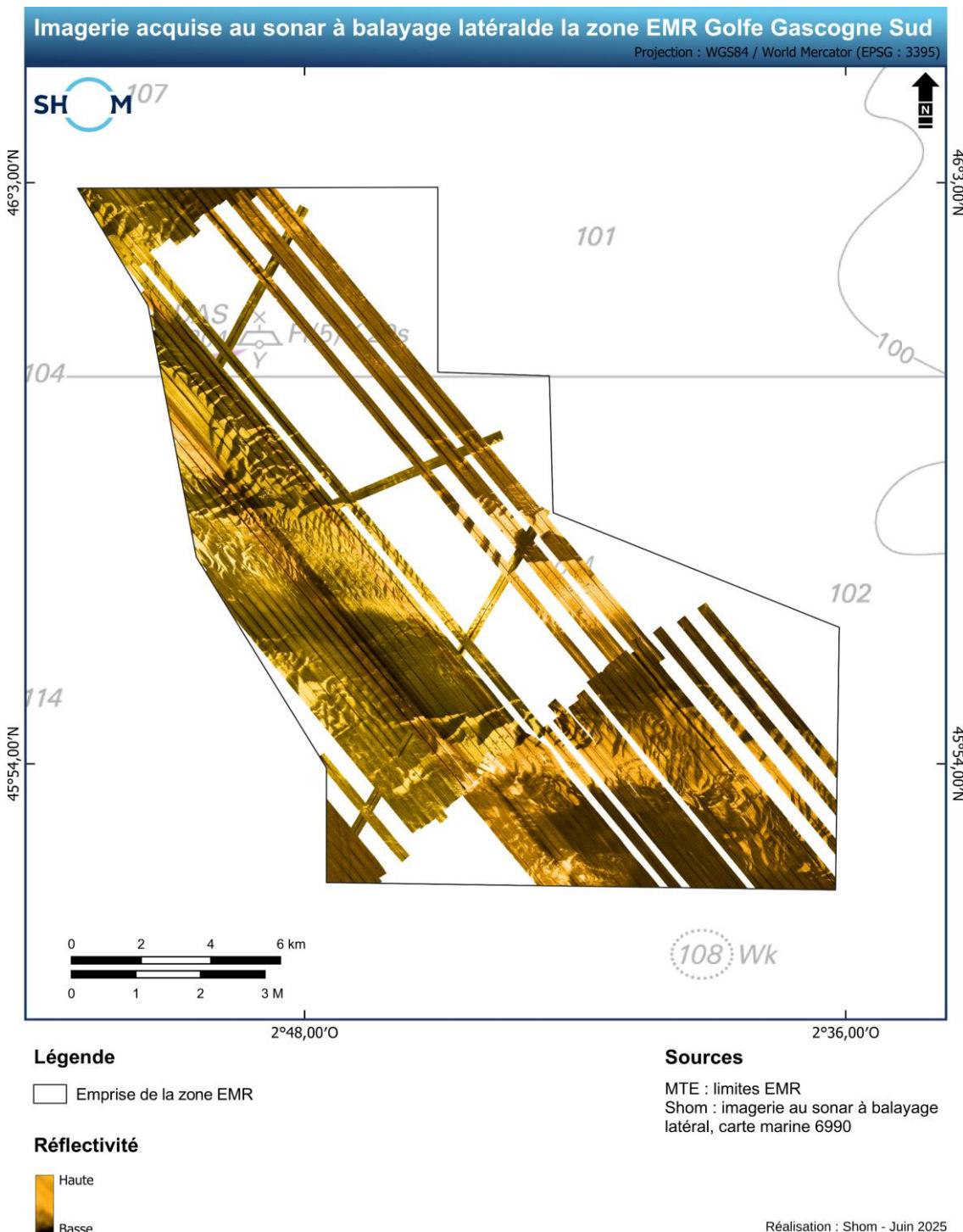


Figure 12. Carte de l'imagerie acquise au sonar à balayage latéral dans la zone EMR GGS.

6. Données bathymétriques

6.1 Acquisition au sondeur multifaisceaux

Les levés bathymétriques ont pour objectif de produire un Modèle Numérique de Terrain (MNT) à très haute résolution (3 m), en tenant compte des corrections nécessaires (marée, tirant d'eau, attitude, cap, célérité, et paramètres d'installation) et après un traitement des données (GHOA, 2024) (**Figure 13**). La carte bathymétrique obtenue met en évidence des profondeurs comprises entre 100 m et 120 m. Les profondeurs les plus faibles sont observées à l'est de la zone d'étude et les plus élevées à l'ouest (**Figure 13**). Des structures sédimentaires sont visibles sur le fond, constituant des reliefs positifs. Les natures de ces structures sont abordées dans la **partie 9**. Elles correspondent à des champs de dunes avec des crêtes orientées nord-est – sud-ouest et semblent localisées sur des bancs orientés est – ouest (**Figure 13**).

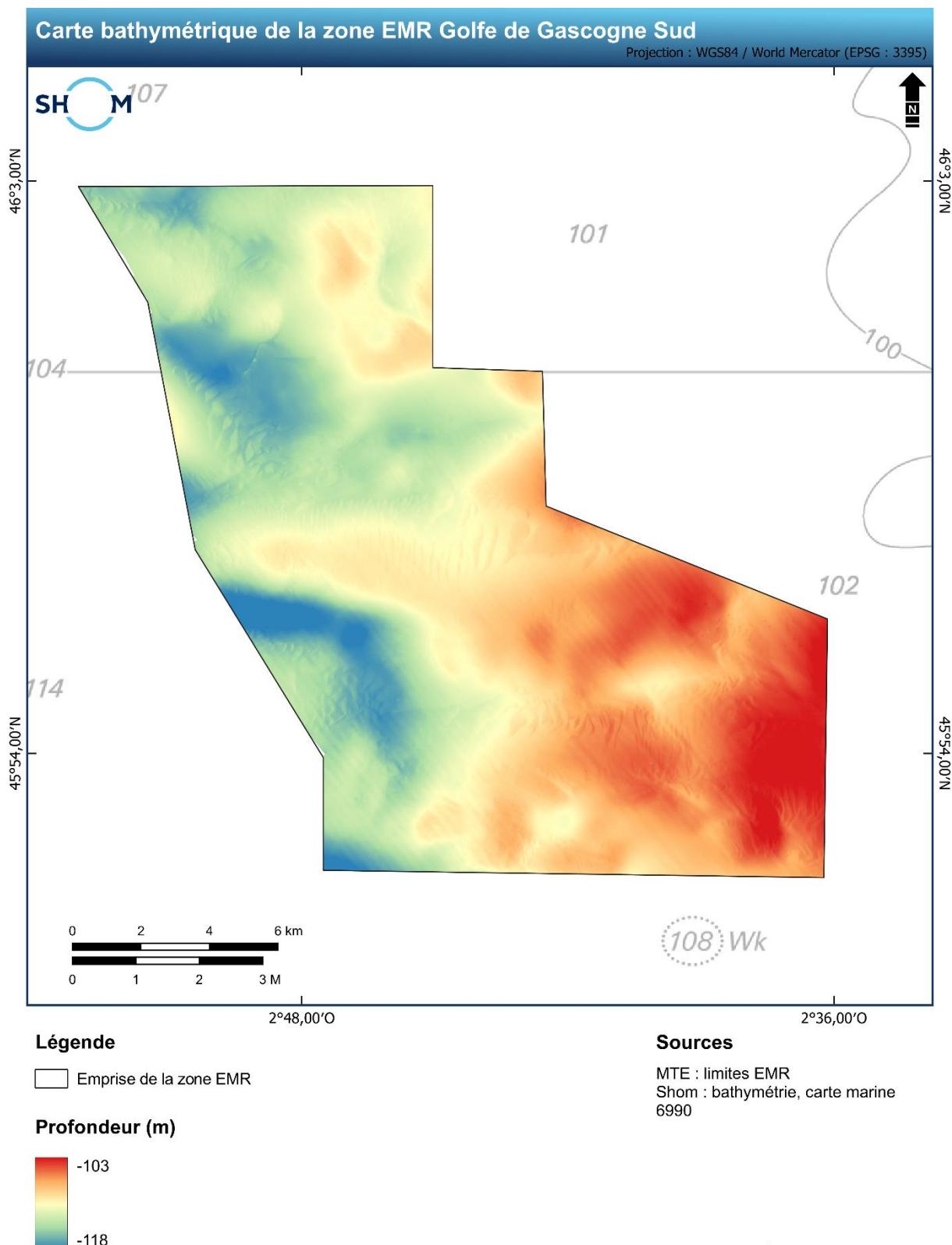


Figure 13. Carte bathymétrique de la zone EMR GGS.

6.2 Carte des pentes

A partir du MNT précédent, une carte des pentes exprimées en degrés a été générée (**Figure 14**). Elle met en évidence les contours des structures sédimentaires présentes sur le fond marin, dont l'analyse détaillée est présentée en **Partie 9**. En dehors de ces structures, la zone présente des pentes faibles, comprises entre 0° et 2°. L'ensemble de la zone se caractérise par des pentes très faibles, généralement comprises entre 0° et 2°. La carte présente toutefois des artefacts orientés selon les lignes de navigation du levé, imputables aux conditions de mer ayant affecté l'acquisition des données bathymétriques.

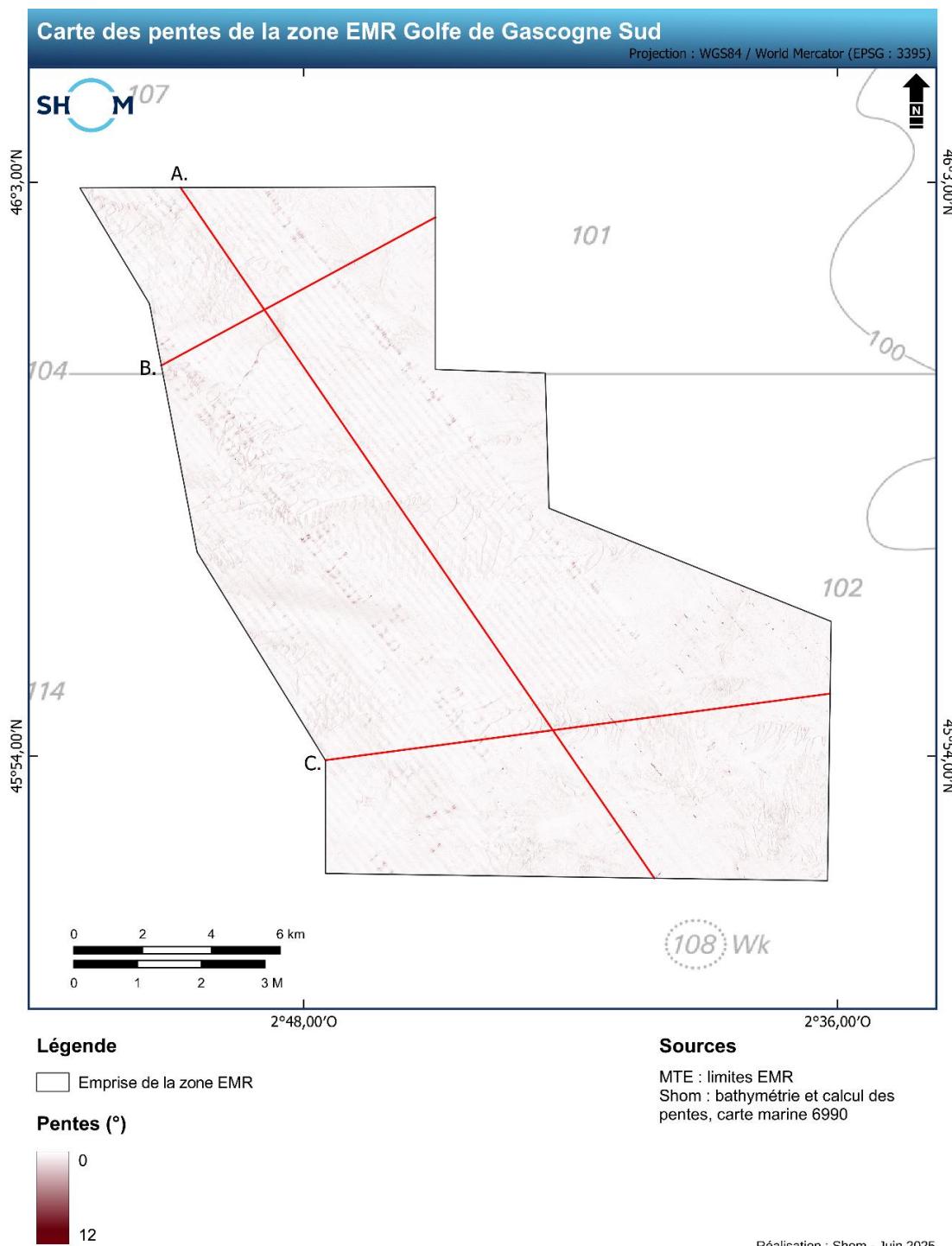


Figure 14. Carte des pentes de la zone EMR GGS. Les lignes rouges correspondent aux profils présentés dans la **Figure 15**.

Les profils illustrés dans la **Figure 15** sont localisés sur la carte de la **Figure 14**. L'analyse des profils bathymétriques A, B et C met en évidence une augmentation progressive de la profondeur selon un axe nord-ouest/sud-est et ouest/est, suivant un gradient de pente faible inférieur à 1°. La morphologie générale correspond à une bathymétrie de type banc, caractérisée par des reliefs asymétriques, avec des flancs présentant une dissymétrie marquée : le versant le plus raide est orienté vers le nord-ouest et l'est, tandis que le versant opposé montre une pente plus douce. La pente moyenne mesurée sur l'ensemble des profils est de l'ordre de 0,5°, bien que certaines zones localisées atteignent ponctuellement des inclinaisons plus marquées, comprises entre 2° et 5° (**Figure 15. C.**). Ces plus fortes pentes semblent être associées à la présence de structures sédimentaires de type plaquages (**Figure 15. C.**), identifiables sur le profil bathymétrique par la présence de crénelures caractéristiques (cf. **Partie 9**).

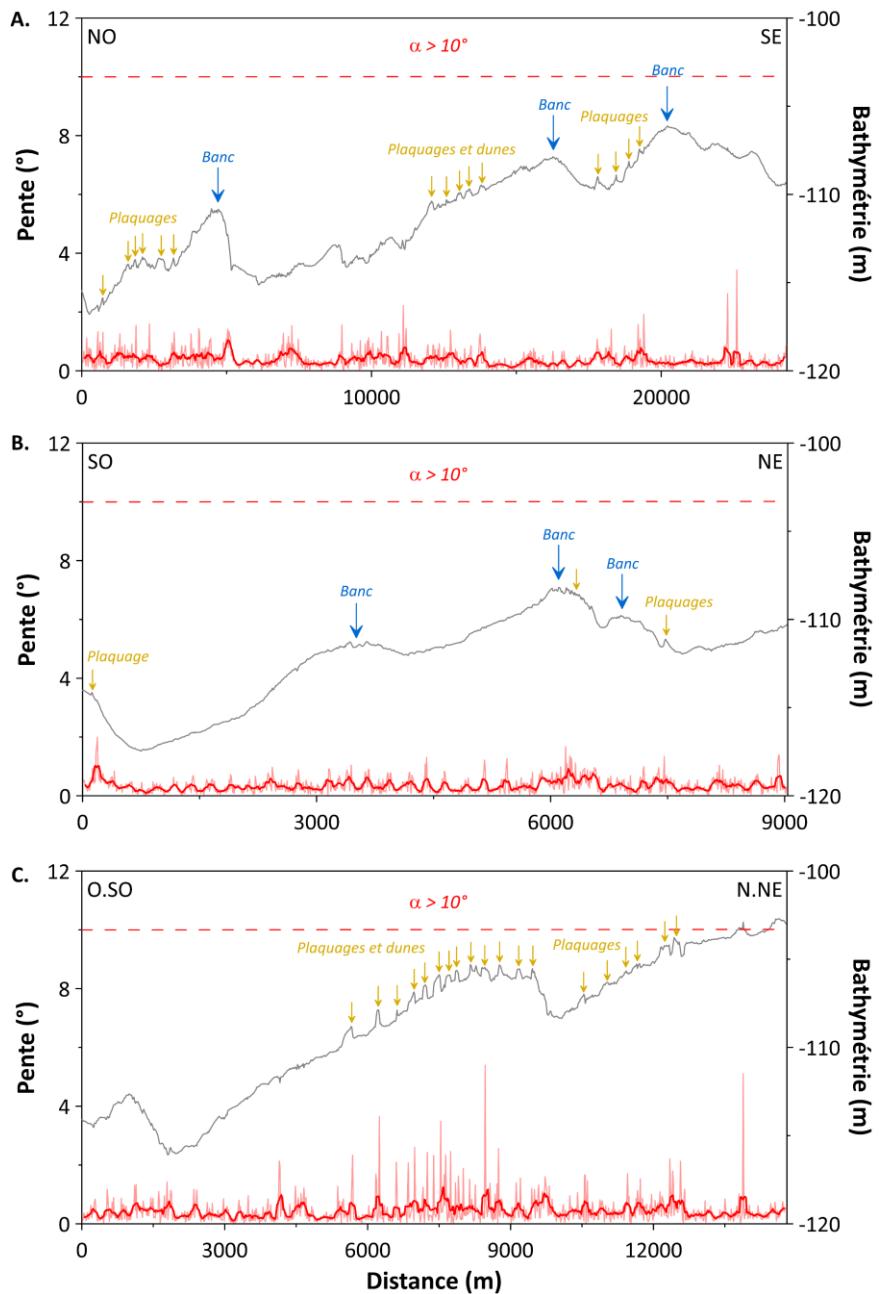


Figure 15. Profils bathymétriques (en gris) et de pente (en rouge) dans la zone EMR GGS. La ligne en pointillés rouges correspond à l'angle de pente critique de 10° qui n'est jamais atteint dans la zone. Les flèches bleues et jaunes indiquent respectivement les axes des bancs et les dunes et/ou plaquages sableux (cf. **Partie 9.1**).

7. Cartographie de la nature sédimentaire des fonds

La combinaison et l'interprétation des données acquises lors du levé réalisé en 2024 (imagerie, bathymétrie et prélèvements sédimentaires), mettent en évidence les variations spatiales à haute résolution. L'ensemble de ces données a permis de confirmer la présence de plusieurs types de sédiments dans ce secteur d'étude : vases et sables, sables fins et vases, sables et vases, sables fins, sables. La carte de nature sédimentaire du fond est présentée dans la **Figure 16**. Elle met en évidence que les sédiments les plus grossiers, i.e., sableux, se répartissent dans les reliefs positifs correspondant à des grands bancs de sable orientés ouest-est, et dans les dunes et plaquages qui se sont développés sur ces bancs. Les sédiments les plus fins, se localisent dans les dépressions et tout au nord de la zone d'étude.

Cette répartition, caractérisée par l'accumulation de sédiments grossiers sur les reliefs topographiques élevés et de sédiments fins dans les dépressions, s'expliquerait par une variabilité de l'hydrodynamisme au sein de la zone étudiée. Les zones en élévation seraient soumises à des courants plus intenses, favorisant le dépôt de particules plus grossières, tandis que les creux, moins exposés à l'action des courants, permettraient la décantation préférentielle des particules fines.

Le substratum rocheux n'affleure que localement, sur des zones très restreintes. Toutefois, un alignement de roches affleurantes est visible dans la partie nord-ouest de la zone d'étude (**Figure 16** ; voir également **Partie 9.2**).

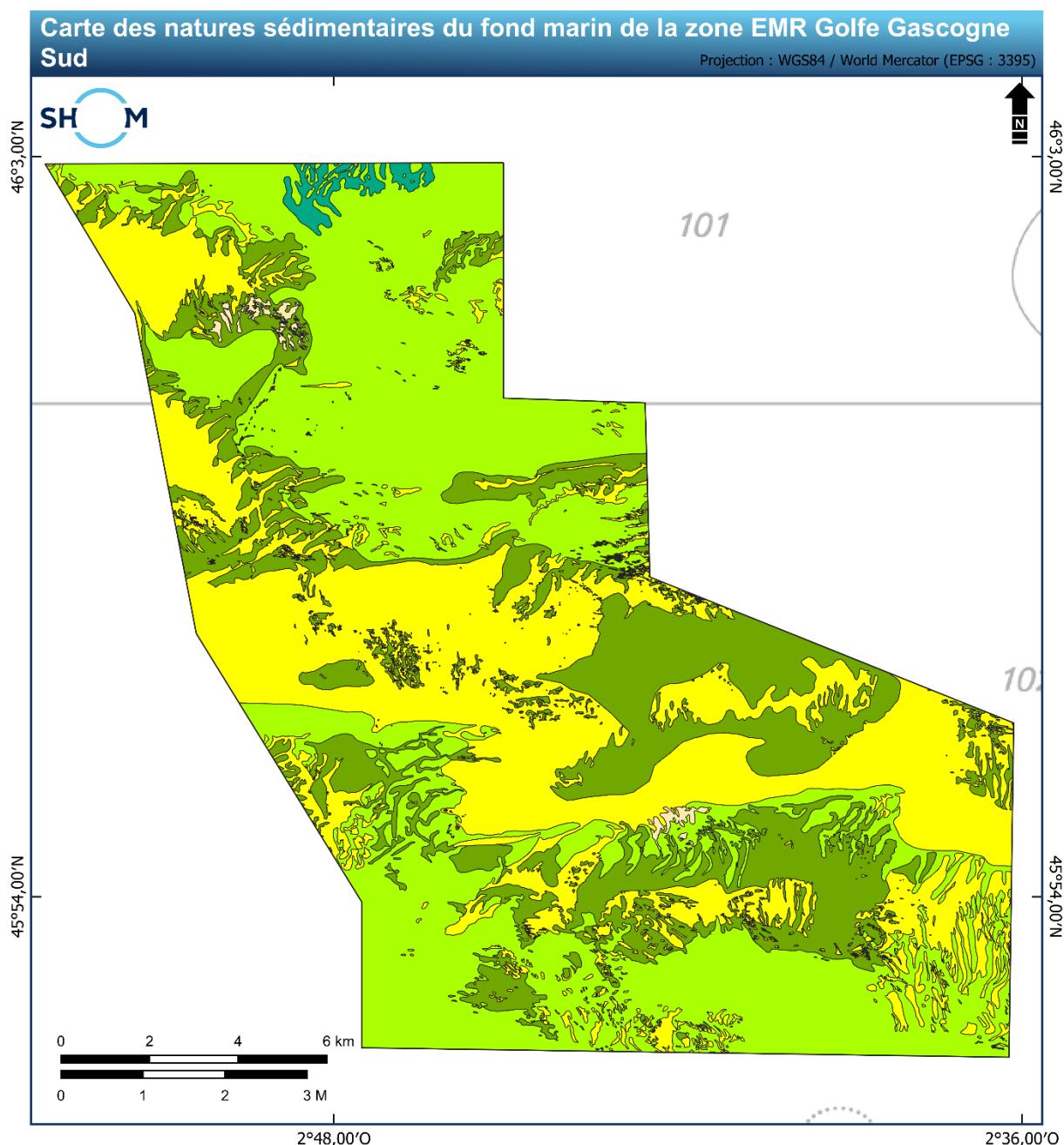


Figure 16. Carte des natures sédimentaires du fond marin de la zone EMR GGS.

7.1 Répartition des faciès sédimentaires

L'analyse de la répartition des différents faciès sédimentaires dans la zone EMR GGS (**Figure 17**) révèle une prédominance du faciès sédimentaire sables fins et vases (SFV), qui représente 42 % de la surface totale du fond marin. Le faciès sables (S) et sables vases (SV) sont très représentés sur respectivement 33 % et 23 % de la surface du fond. Les faciès vases et sables (VS) et sables fins (SF) sont les moins abondants avec moins de 1 % de la surface de la zone d'étude. Enfin, les roches n'affleurent que très localement, soit sur 0,03 % de la surface du fond.

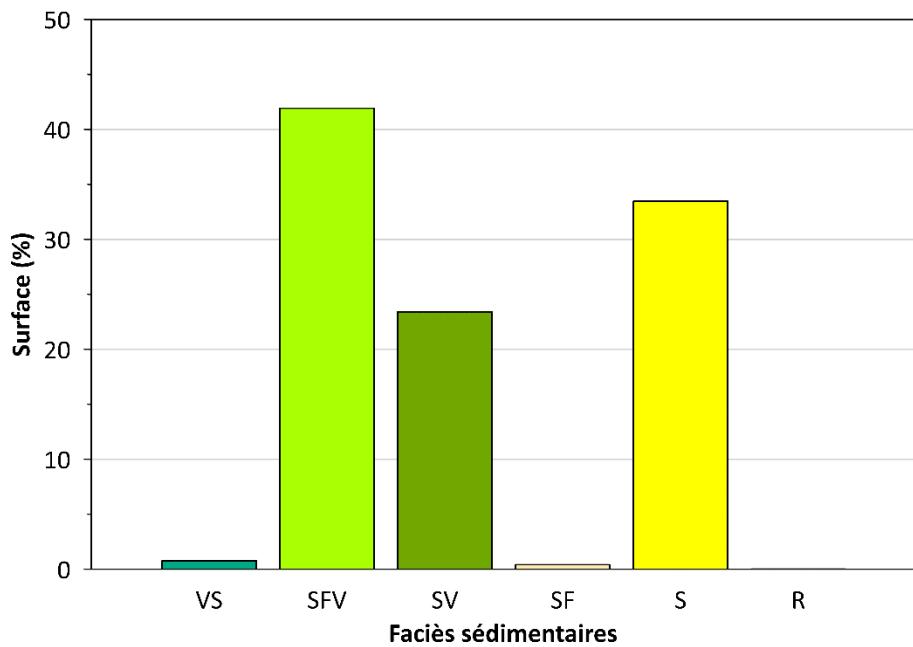


Figure 17. Répartition des faciès sédimentaires de la zone EMR GGS à partir de la carte de nature de fond présentée dans la **Figure 16**. VS : vases et sables ; SFV : sables fins et vases ; SV : sables et vases ; SF : sables fins ; S : sables ; R : roches.

La répartition des faciès sédimentaires observés diffère sensiblement de celle représentée sur les cartes précédemment établies. La carte sédimentaire mondiale, par exemple, tend à sous-estimer les fractions fines (vases et sables fins) tout en surestimant la présence de graviers et d'affleurements rocheux (**Figure 2**). En revanche, bien que peu précise en raison de sa faible résolution, la carte de Delesse (1879) mentionnait déjà la présence de vase ainsi qu'un mélange avec du sable, en accord partiel avec les observations actuelles (**Figure 1**).

7.2 Synthèse

La caractérisation de la nature du fond marin de la zone EMR GGS a permis d'établir une cartographie détaillée des différents faciès sédimentaires présents dans la zone d'étude. Cette nouvelle carte met en évidence plusieurs éléments clés :

- le fond marin est constitué d'un mélange de sables et de vase ;
- la distribution des sédiments est étroitement liée aux structures sédimentaires identifiées (cf. **Partie 9**) ;
- la couverture de sédiments meubles est généralement continue, ne laissant apparaître le substratum rocheux que de manière ponctuelle.

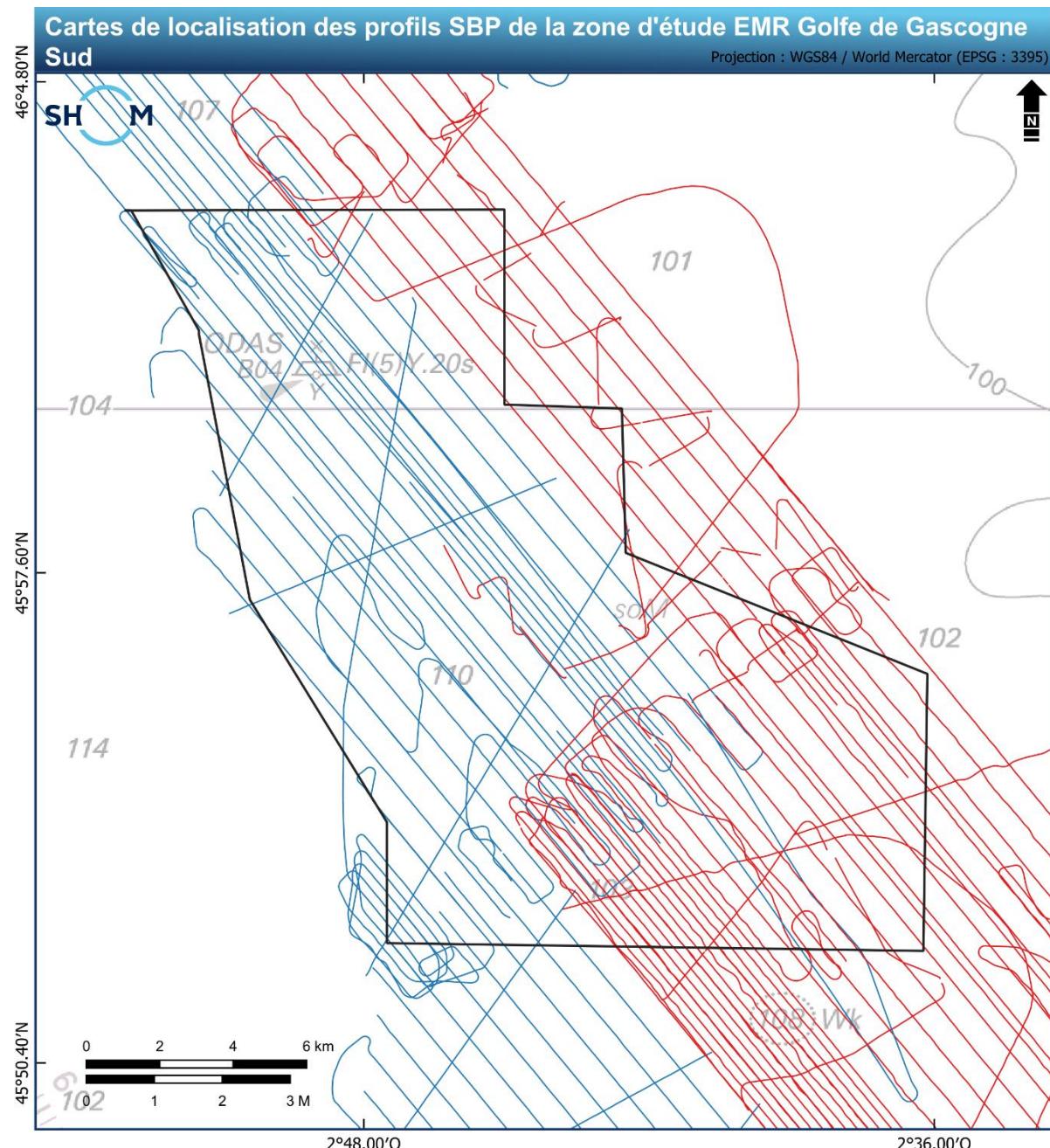
8. Données d'imagerie sismique et calcul des épaisseurs sédimentaires

8.1 Levés sismiques

Les données sismiques et les méthodes utilisées pour la réalisation de la carte des épaisseurs sédimentaires sont détaillées dans la notice du livrable T4.S6_NUM – Fichiers SBP (Shom b., 2025). Les levés sismiques, détaillés dans le **Tableau 4**, ont permis de couvrir l'ensemble de la zone d'étude EMR. Les positionnements des 275 profils sismiques sont présentés dans la **Figure 18**.

Tableau 4. Levés sismiques acquis dans la zone EMR de GGS.

Porteur	Organisme	Sondeur	Année d'acquisition
Borda	GHOA	iXblue Echoes 3500 T2	2024
Lapérouse	GHOA	iXblue Echoes 3500 T2	2024



Localisation des profils par porteur

- Borda
- La Pérouse

Réalisation : Shom - Juin 2025

Figure 18. Carte de localisation des profils sismiques acquis par les porteurs Borda (en rouge) et La Pérouse (en bleu) au cours de levés S202402300 dans la zone EMR GGS.

8.2 Célérité et calcul de l'épaisseur sédimentaire

L'échelle verticale des profils sismiques est exprimée en secondes temps double (std) qui correspond au temps que met l'onde acoustique pour réaliser un aller-retour entre la source et la cible. Pour convertir ce temps double en mètres, la relation suivante a été utilisée :

$$h_c = \frac{h_m * c}{2}$$

avec l'épaisseur calculée notée h_c et exprimée en m, h_m la hauteur mesurée exprimée en std et c la célérité des ondes acoustiques exprimée en m.s^{-1} .

La hauteur mesurée représente l'intervalle de temps (en std) nécessaire pour parcourir la distance entre le fond marin et le socle rocheux, ou, si le socle rocheux n'a pas été atteint, elle correspond à l'intervalle de temps jusqu'à la limite d'insonification.

La vitesse des ondes acoustiques varie en fonction du milieu qu'elles traversent. En l'absence de données de carottages pour mesurer cette vitesse dans les différentes couches sédimentaires, nous avons considéré une vitesse moyenne de 1500 m.s^{-1} .

8.3 Interprétation de profils sismiques

L'analyse des profils de sismique réflexion a reposé sur l'identification de l'interface entre les sédiments meubles et le substratum. Elle peut également consister en la caractérisation de marqueurs dans les couches sédimentaires. La sismique fournit des éléments quantitatifs et qualitatifs sur les couches sédimentaires du sous-sol. L'analyse des profils sismiques apporte une information sur les caractéristiques des sédiments traversés sans être précise quant à leur nature et permet dans certaines conditions de quantifier l'épaisseur de la couche sédimentaire.

L'analyse des profils sismiques permet de distinguer au moins trois unités sismiques anciennes, délimitées par des réflecteurs sismiques de forte amplitude plus ou moins continus (**Figure 19**). L'unité sismique U1 se caractérise par un signal acoustique très bruité et est délimitée à sa base par le réflecteur R1, plan et de forte amplitude. Ce réflecteur est observé dans le quart sud-est de la zone EMR, à une profondeur comprise entre 25 mètres sous le fond marin à l'est, et jusqu'à 50 mètres au centre de la zone, où il atteint la limite d'insonification (**Figure 20**).

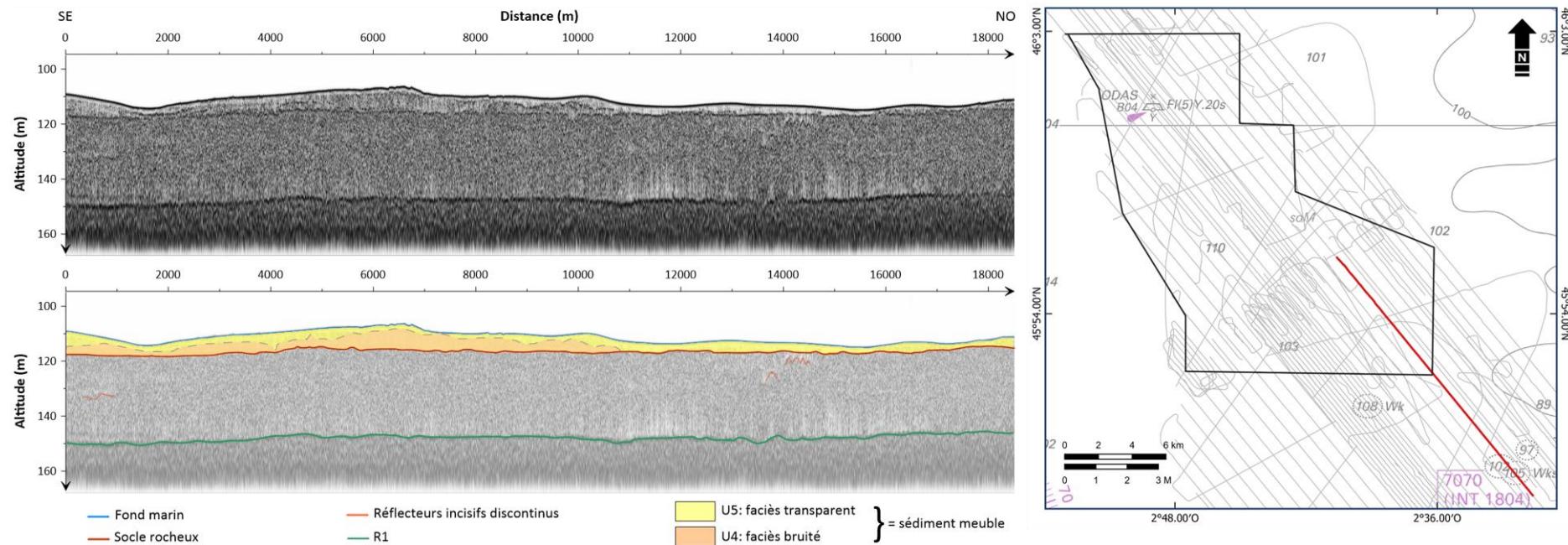
Un autre réflecteur R2, également plan et de forte amplitude, sépare les unités sismiques U1 et U2 (**Figure 21**). Sa profondeur varie de 5 m à l'est à 30 m au centre de la zone EMR. L'unité sismique U2 présente, elle aussi, un échofaciès bruité et se confond avec l'unité U3. Ces deux unités sont séparées par un réflecteur incisif discontinu, principalement visible au nord et au sud-ouest de la zone EMR (**Figure 21**). Ce réflecteur correspond d'après les travaux de Huerta et al. (2010), au niveau marin le plus bas lors du Miocène, daté à $\sim 11,3$ millions d'années (**Figure 19**).

Les sédiments meubles correspondent à deux unités sismiques, différenciables par deux signatures acoustiques (**Figure 19**). L'unité sismique U4, à la base des sédiments meubles, possède une signature acoustique faiblement bruitée, qui pourrait s'apparenter à la signature acoustique de sables grossiers coquilliers déposés en période de bas niveau marin (Huerta et al., 2010). Elle repose sur le substratum sédimentaire induré et l'unité sismique U3. Par-dessus, l'unité sismique U5 est caractérisée par un échofaciès plus transparent que l'unité sismique U4 (**Figure 20**, **Figure 21** et **Figure 22**), correspondant à des sédiments plus fins tels que des sables et des vases sableuses. Ces deux unités sismiques correspondent aux structures sédimentaires abordées dans la **Partie 9.1**.

Réflecteurs	Unité sismique	Faciès acoustique	Interprétations, d'après Huerta et al., 2010
Fond marin			
	U5		Dépôts Holocène: Sables coquilliers à gros grains, recouverts par endroit de vases silteuses.
	U4		Dernier Maximum Glaciaire -20ka
Socle rocheux			
Surface érosive discontinue	U3		Plus bas niveau marin Miocène -11.7 Ma
R2	U2		
R1	U1		

Figure 19. Tableau d'interprétation des unités sismiques présentes dans la zone d'étude GGS. Les sédiments meubles correspondent aux unités sismiques U4 et U5 qui reposent sur le substratum sédimentaire induré (U1 à U3).

Le profil présenté dans la **Figure 20** a été acquis par le BH2 Borda au sud-est de la zone EMR. Il est orienté sud-est – nord-ouest. Son analyse révèle la présence d'un substratum induré qui se distingue par un échofaciès bruité. Son sommet correspond à un réflecteur subhorizontal de forte amplitude (Figure 20, en rouge) et sa base au réflecteur R1 (cf. Figure 19). Il est recouvert par une couche sédimentaire, d'une épaisseur variant de 2 à 10 m. Cette couche est constituée de deux unités sismiques U4 et U5, différenciables par leurs faciès acoustiques, l'un étant plus bruité que l'autre (cf. Figure 19).



Le profil présenté dans la **Figure 21** acquis par le BH2 La Pérouse dans la partie ouest de la zone EMR. Il révèle une épaisseur de sédiments meubles de 10 m au sud-est et entre 0 m et 7 m au nord-ouest du profil. Une incision d'environ 25 m en profondeur est visible dans la partie nord-ouest du profil ainsi que le réflecteur R2, interne au substratum, au sud-est du profil (**Figure 21**).

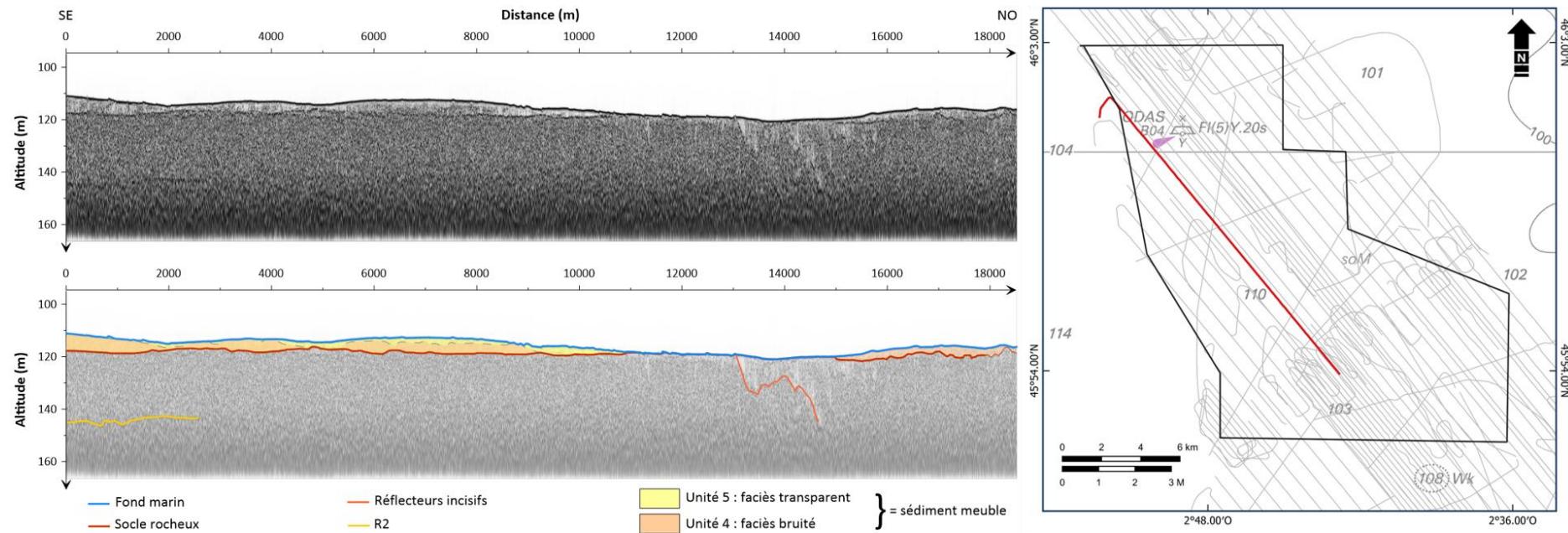


Figure 21. Profil sismique SBP LPO_20240910-084134 non interprété (haut) et interprété (bas), et sa localisation sur la zone d'étude EMR (à droite, en rouge). Les réflecteurs bleu et rouge correspondent respectivement au fond marin et à la limite inférieure sédiment/substratum.

Le profil présenté dans la **Figure 22** a été acquis par le BH2 La Pérouse. Il est orienté nord-ouest – sud-est. Son analyse révèle une couche de sédiments meubles dont l'épaisseur irrégulière, comprise entre 0 m et 9 m, repose sur le substratum induré. Les réflecteurs R2 et R1 sont respectivement situés à 25 m et 40 m de profondeur sous le fond marin. Les données acquises ne permettent pas de suivre le réflecteur R1 en direction du nord-ouest à cause de la limite d'insonification.

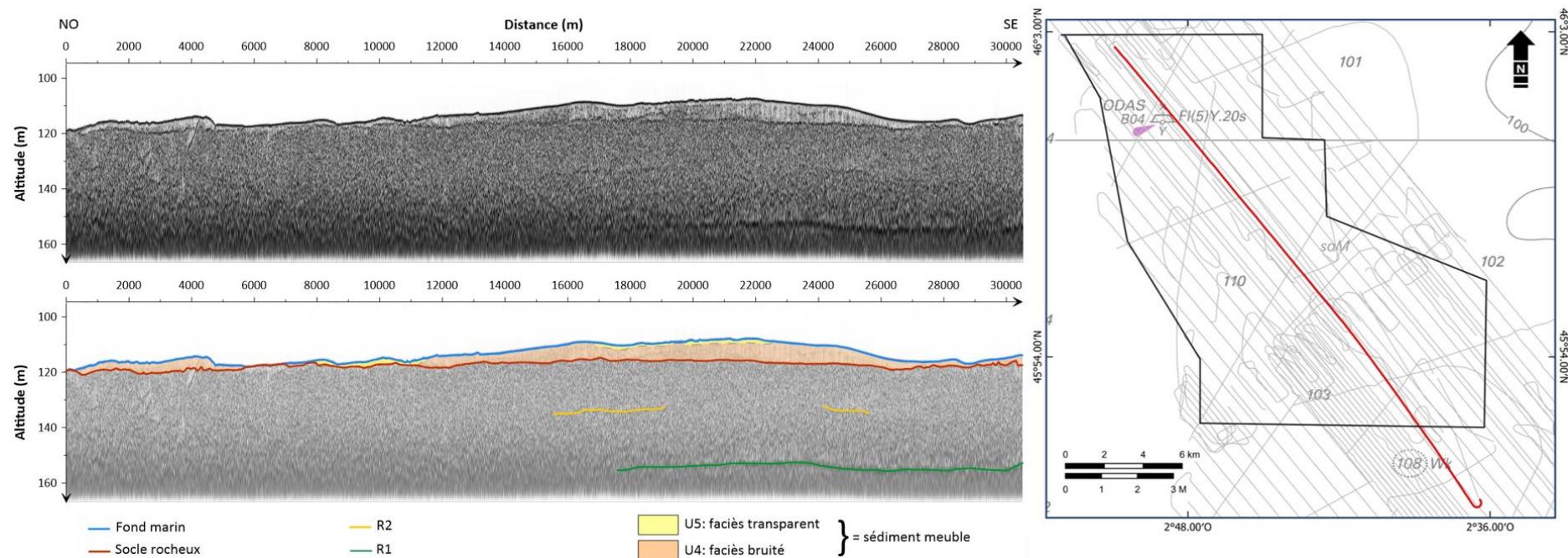


Figure 22. Profil sismique SBP LPO_20240911-071657 non interprété (haut) et interprété (bas), et sa localisation sur la zone d'étude EMR (à droite, en rouge). Les réflecteurs bleu et rouge correspondent respectivement au fond marin et à la limite inférieure sédiment/ substratum.

8.4 Carte d'épaisseur sédimentaire

Grâce à l'analyse et à l'interpolation des profils sismiques réalisés à l'aide du logiciel Delph Interpretation®, une carte d'épaisseur de la couverture sédimentaire a pu être réalisée pour l'intégralité de la zone d'étude telle qu'illustrée dans la **Figure 23**. Cette carte est générée à partir de l'interpolation des épaisseurs pointées dans les profils sismiques. Sa résolution est de 250 m dans le système de projection WGS84 (EPSG : 3395).

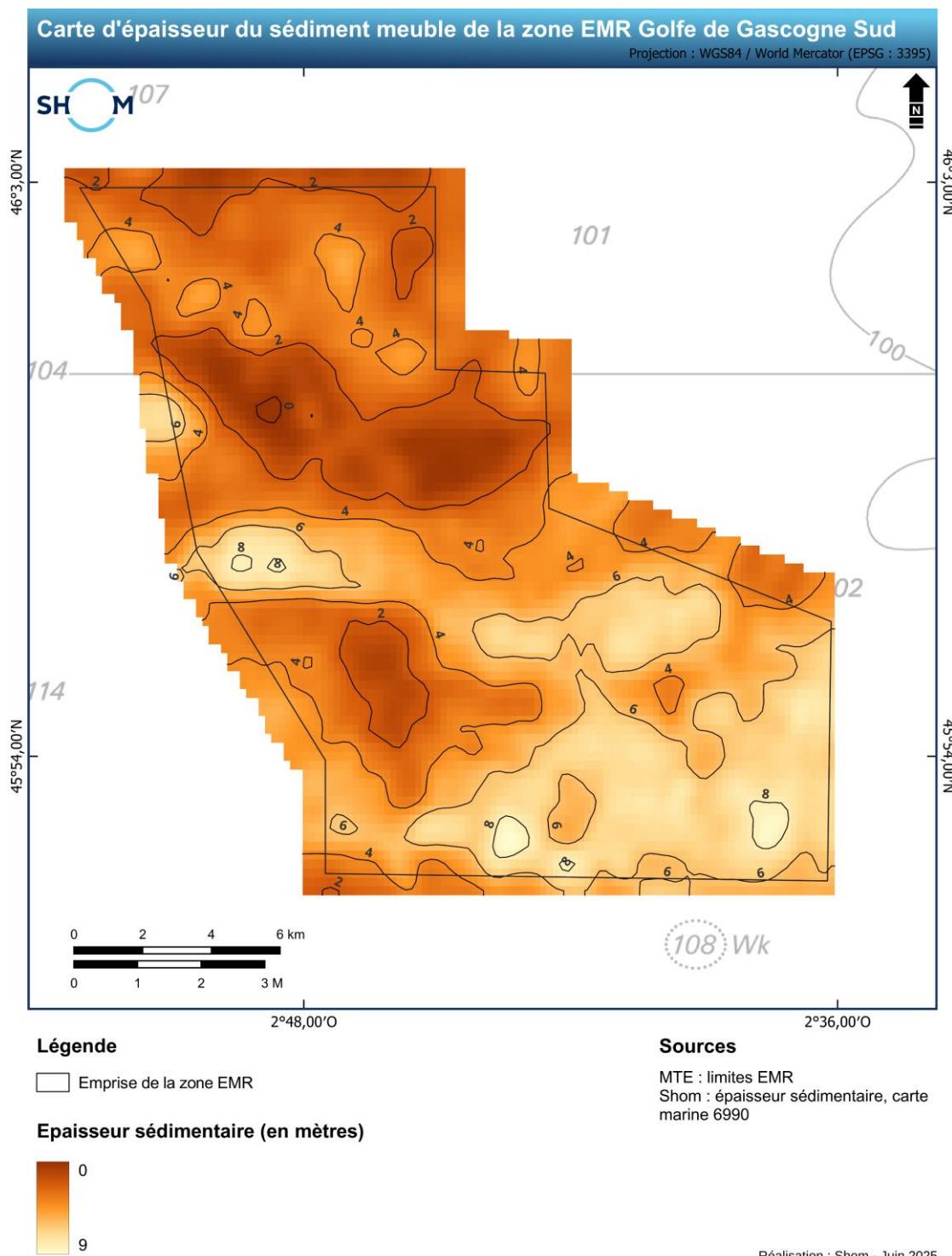


Figure 23. Carte de l'épaisseur de sédiment meubles dans la zone EMR GGS. L'épaisseur en mètres est calculée à partir d'une célérité des ondes acoustique de 1500 m.s^{-1} . Les isolignes représentent des intervalles d'épaisseur de 2 m.

L'épaisseur de la couverture sédimentaire post-tectonique varie de 0 et 9 m dans l'ensemble de la zone d'étude, pour une épaisseur moyenne comprise entre 3 et 6 m (**Figure 23**). La couverture de sédiments meubles recouvre l'ensemble de la zone d'étude mais laisse apparaître des roches affleurantes sur quelques zones restreintes (cf. **Partie 9**). L'épaisseur sédimentaire est la plus importante à l'extrémité sud-est de la zone d'étude ainsi que le long d'une zone au centre orientée nord-ouest – sud-est où elle dépasse 6 m (**Figure 23**). Cette répartition pourrait s'expliquer par la mise en place de bancs sableux dans un contexte de bas niveau marin durant le dernier maximum glaciaire (Huerta et al., 2010).

L'épaisseur sédimentaire et la bathymétrie sont corrélées positivement dans la zone d'étude (**Figure 24**). Cela révèle que ce sont les structures sédimentaires (cf. **Partie 9**) reposant sur le substratum sédimentaire indurés qui contrôle la topographie du fond marin.

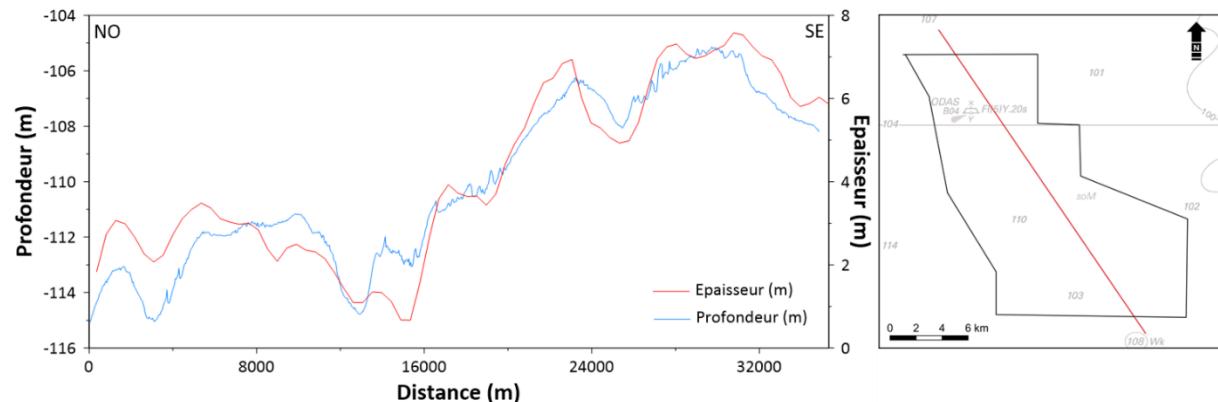


Figure 24. Profils bathymétrique (bleu) et d'épaisseur sédimentaire (rouge) le long d'une coupe nord-ouest / sud-est à travers la zone d'étude, montrant une corrélation positive entre la topographie du fond marin et l'épaisseur des sédiments.

9. Structures géologiques particulières et objets anthropiques

Cette partie vise à examiner en détail les structures sédimentaires et géologiques, ainsi que les objets anthropiques observés dans la zone EMR GGS. En l'occurrence, il s'agit d'analyser les différents types de « bedforms » observés, de relier l'alignement de roches affleurantes à une paléo-incision fluviale et localiser la bouée et l'épave. La carte présentée dans la **Figure 25** synthétise ces différentes observations.

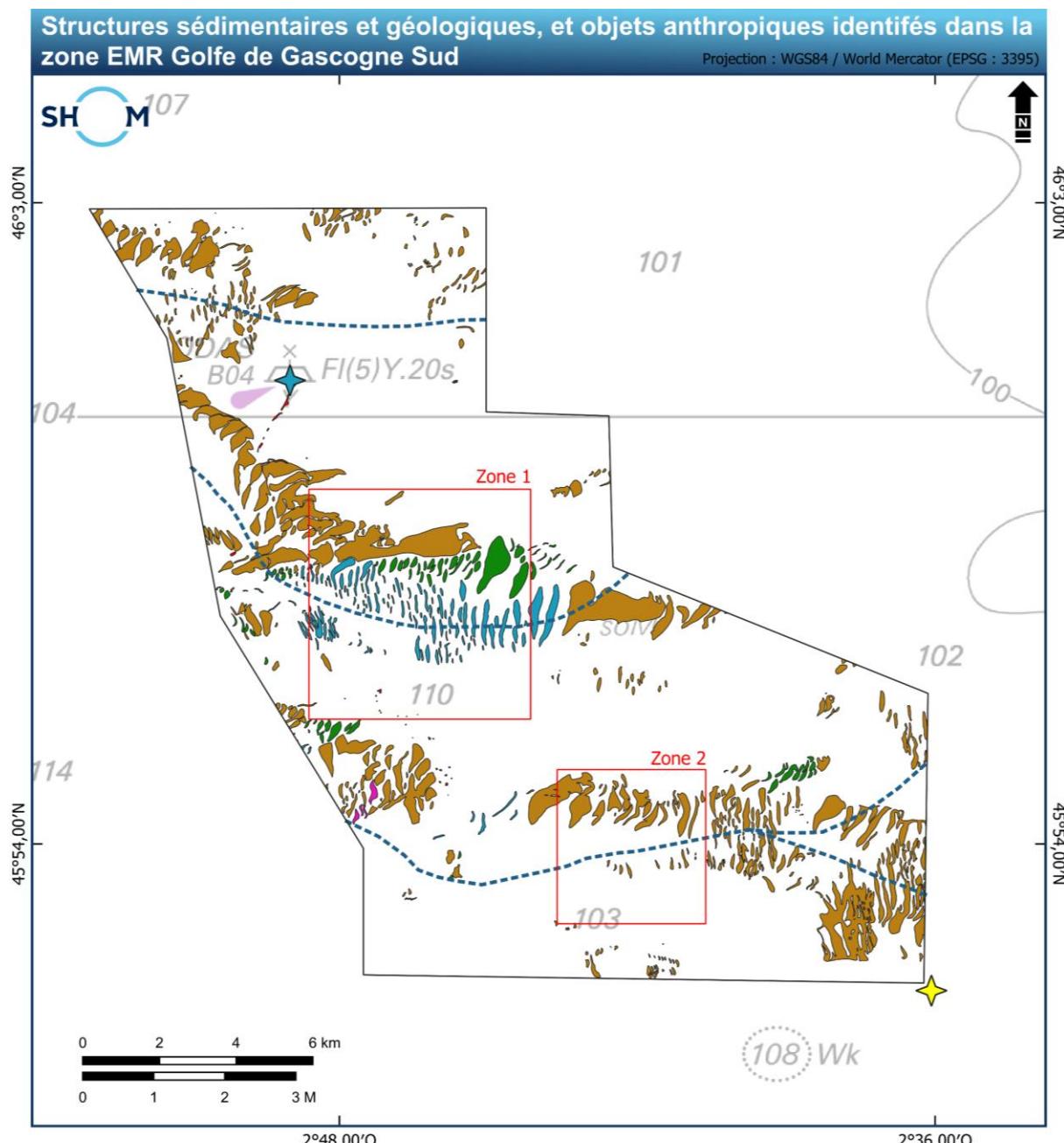


Figure 25. Carte de localisation des structures sédimentaires et géologiques, et des objets anthropiques identifiés dans la zone EMR GGS. Les zones 1 et 2 correspondent respectivement à la **Figure 26** et la **Figure 27**.

9.1 Structures sédimentaires

Les structures sédimentaires ou « bedforms » observées dans la zone d'étude se répartissent selon trois grandes catégories : les bancs, les dunes et les plaquages. Leurs caractéristiques géomorphologiques et géophysiques sont abordées dans les parties suivantes et sont synthétisées dans le **Tableau 6**.

9.1.1 Bancs

Les bancs sableux sous-marins sont des accumulations sédimentaires formées par l'action combinée des courants marins, des vagues et de la marée, jouant un rôle important dans la morphodynamique côtière et l'écologie benthique (Huthnance, 1982). Leur morphologie, leur orientation et leur mobilité varient selon les conditions hydrodynamiques locales et l'apport sédimentaire (Dyer & Huntley, 1999). Ils peuvent être dynamiques ou non selon la profondeur d'eau à laquelle ils se trouvent. En effet, moins ils sont profonds plus ils seront dynamiques (cf. bancs de Dunkerque) mais ils peuvent également s'être formés lors d'un niveau marin plus bas que l'actuel et être figés ou peu mobiles, ce qui est probablement le cas dans la zone d'étude étant donné la colonne d'eau qui excède 100 m.

Les bancs sableux présents dans la zone d'étude ont une orientation ouest – est à nord-ouest – sud-est (**Figure 25** à **Figure 27**). Ils ont une longueur d'onde de plusieurs kilomètres et une amplitude comprise entre 2 et 6 m.

9.1.2 Dunes

Les dunes sont des corps sédimentaires formés sous l'influence des forces hydrodynamiques. Ces structures peuvent être caractérisées par leur morphologie qui est elle-même liée à une multitude de paramètres tels que la granularité du sédiment, la nature et l'intensité des agents de forçage (Jordan, 1962). Elles sont généralement classées en fonction de leur amplitude et de leur longueur d'onde (Berné et al., 1989 ; Ashley, 1990 ; **Tableau 5**).

Tableau 5. Classification des corps sédimentaires transversaux en fonction de leur amplitude et de leur longueur d'onde (Berné et al., 1989 ; Ashley, 1990).

Corps sédimentaires	Rides	Corps sédimentaires transversaux					Banc
		Petites	Moyennes	Grandes	Très grandes (géantes)		
Direction de la crête par rapport au courant	Perpendiculaire	Perpendiculaire	Perpendiculaire	Perpendiculaire	Perpendiculaire	Parallèle	
Amplitude (m)	<0,6	0,06 – 0,25	0,25 – 0,50	0,50 – 3	>3	>10	
Longueur d'onde (m)	<0,6	0,6 – 5	0,5 – 10	10 – 100	>100	>1000	

Dans la zone d'étude, trois types de dune ont été identifiées selon leur morphologie (**Tableau 6**) :

- les dunes lingoïdales qui présentent deux flancs concaves ;
- les dunes linéaires ;
- les dunes sinueuses.

Les dunes lingoïdales se retrouvent au centre et au sud-est de la zone d'étude (**Figure 25**), les dunes linéaires au centre, tandis que les dunes sinueuses, plus rares, se retrouvent au sud-ouest. L'ensemble des caractéristiques de ces corps sédimentaires sont détaillées dans le (**Tableau 6**).

Le plus grand champ de dunes lingoïdales se situe sur le flanc nord du banc transversant le centre de la zone d'étude (**Figure 26**). La distinction entre les flancs doux et raides permet d'établir un sens du courant principal lors de la mise en place de ces structures sédimentaires vers l'est. Ces dunes correspondent à des grandes à très grandes dunes (**Tableau 5**) avec une longueur d'onde moyenne de $200 \text{ m} \pm 50 \text{ m}$ et une amplitude moyenne de $0,65 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$.

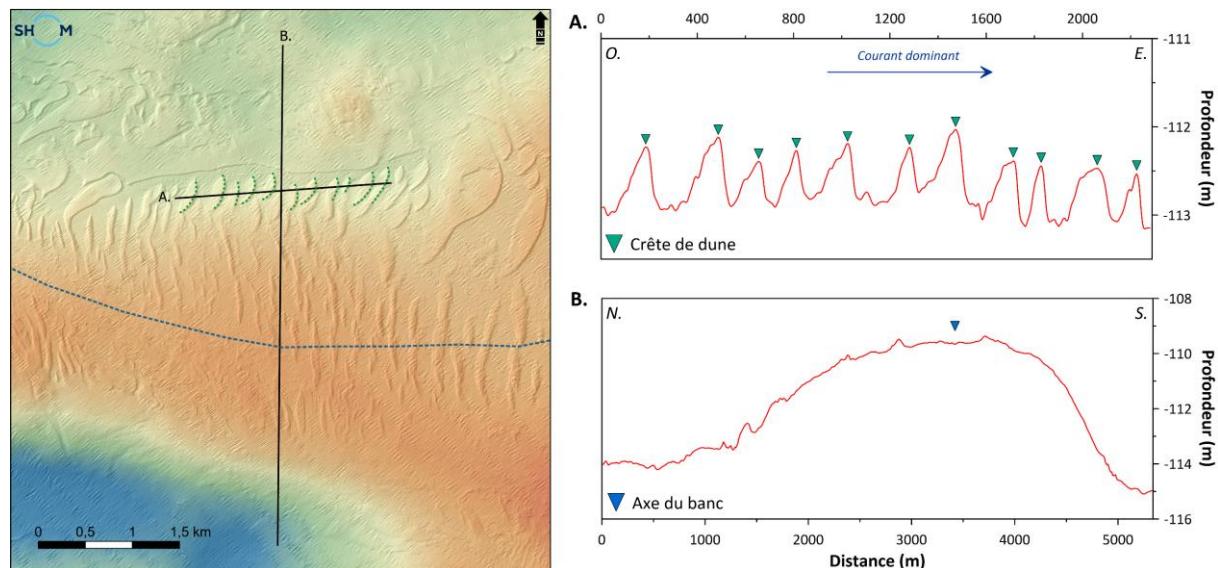


Figure 26. Carte bathymétrique de la zone 1 (cf. **Figure 25**) avec à droite les profils bathymétriques A. et B. qui recoupent respectivement des dunes lingoïdales (crêtes en pointillés verts) et un banc (axe en pointillés bleus).

9.1.3 Plaques

Les plaques sableux sont observés sur de nombreux plateaux continentaux à travers le monde (Hunter *et al.*, 1982 ; Black et Healy, 1988 ; Davis *et al.*, 2013) ainsi que dans le golfe de Gascogne (Turcq *et al.*, 1986 ; Berné, 1999). Sur le plateau continental aquitain, ces plaques se retrouvent généralement à une profondeur d'eau entre 4 et 90 m, ont un relief topographique faible avec une épaisseur ne dépassant pas 2 m et sont constitués de sables fins à grossiers (Cirac *et al.*, 1997, 2000 ; Mazières *et al.*, 2014). Leur espacement est très irrégulier, allant de quelques mètres à quelques kilomètres, et leur asymétrie et leur orientation restent également très variables. La migration varie d'un site à l'autre et la granularité va du sable fin aux galets. De telles structures sont parfois reliées à des surfaces érosives de transgression marine (e.g., Schwab *et al.*, 2014). Les dépressions séparant les plaques constituent des sillons d'érosion (Mazières *et al.*, 2014).

Dans la zone d'étude, les plaques sableux se situent à une profondeur supérieure à 100 m. Ils sont constitués de sables. Ils sont présents sur l'ensemble de la zone et plus particulièrement sur les flancs des bancs (**Figure 25**). Ils ont une largeur comprise entre 90 m et 230 m, un espacement compris entre 50 m et 400 m avec une hauteur moyenne de $0,6 \text{ m} \pm 0,1 \text{ m}$.

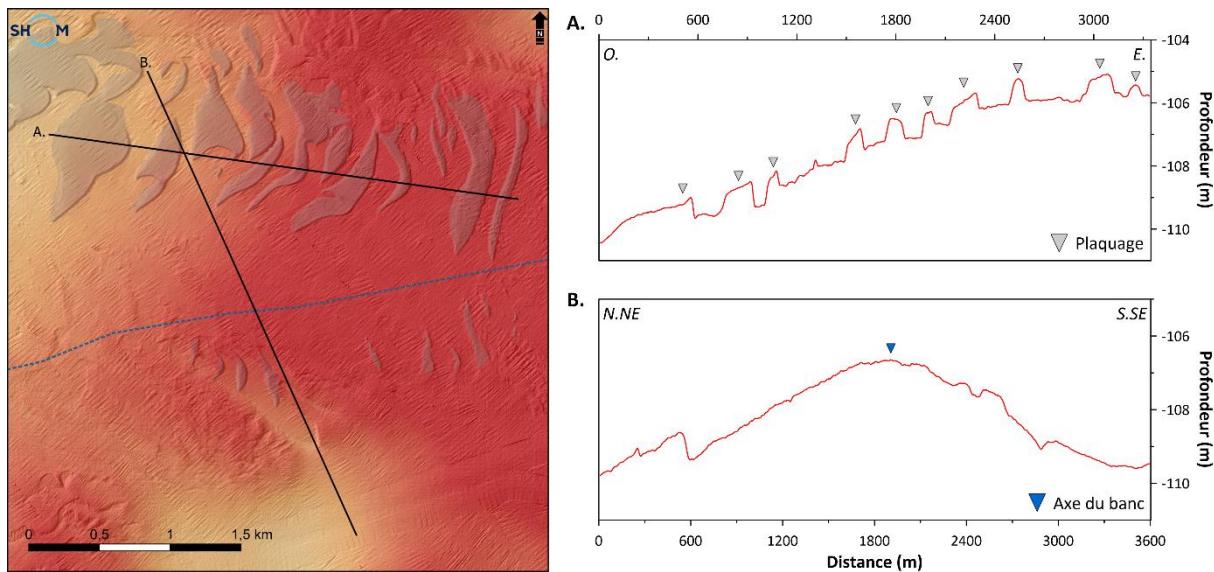
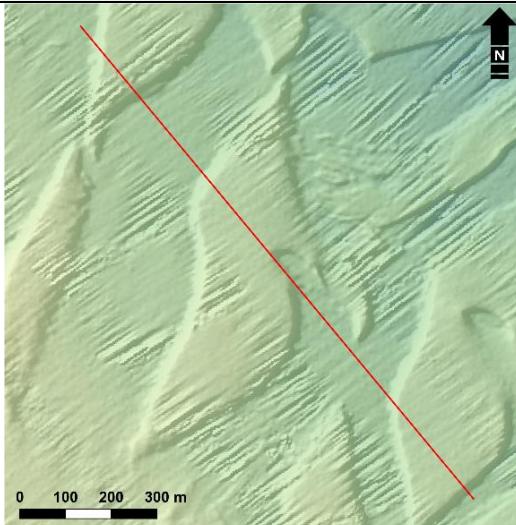
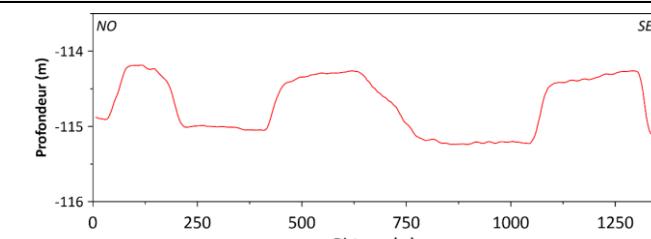
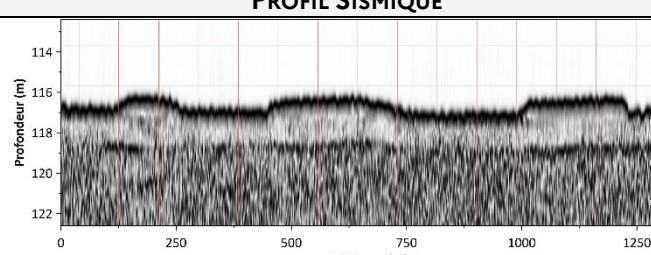
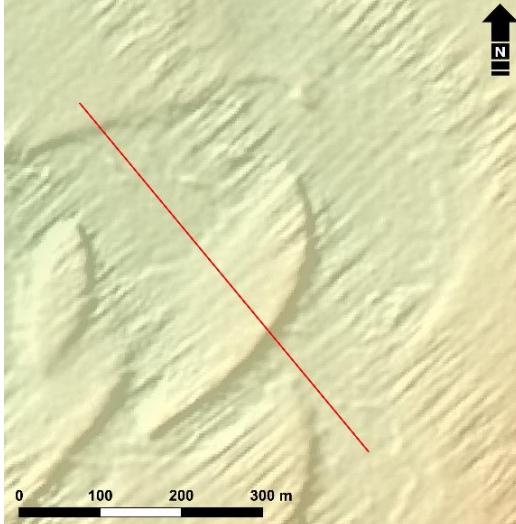
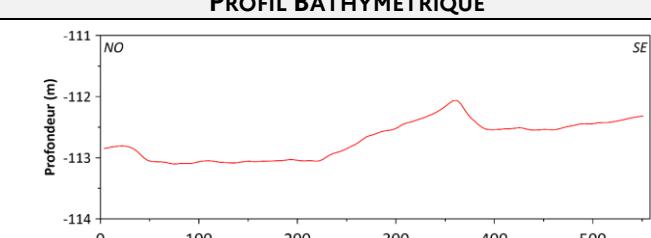
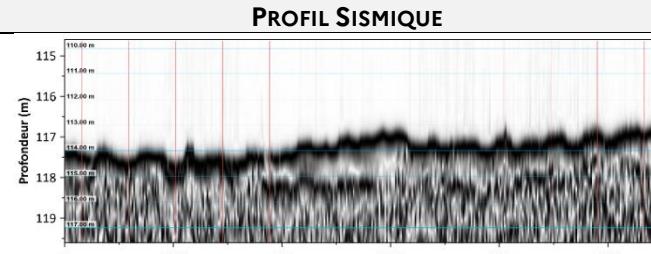
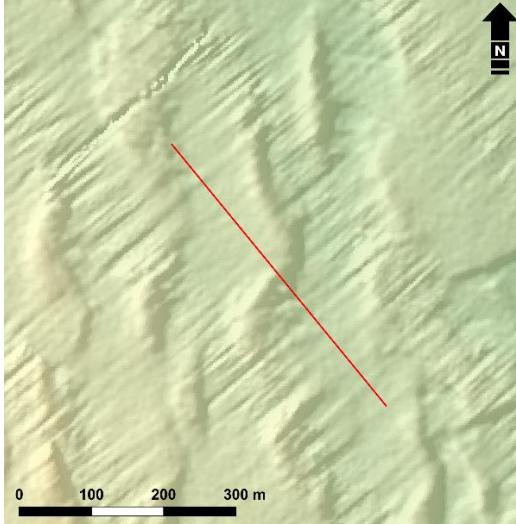
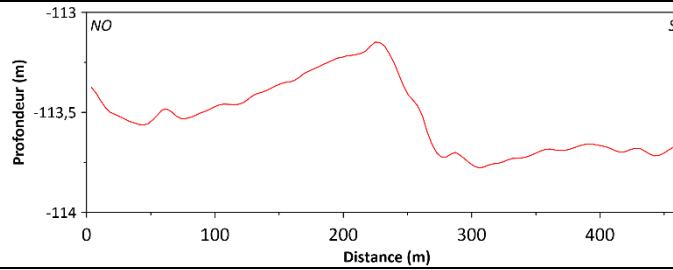
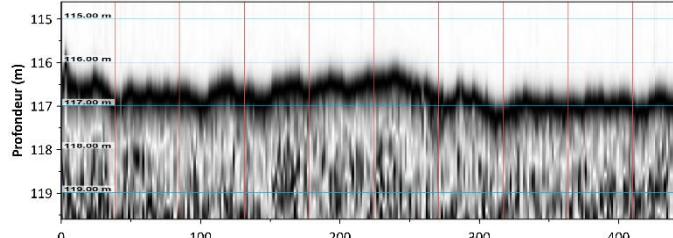
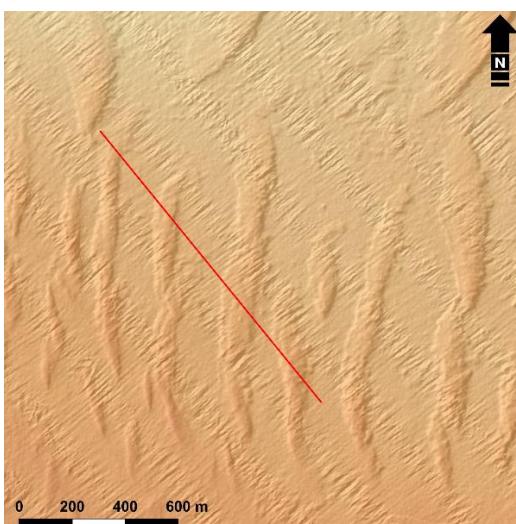
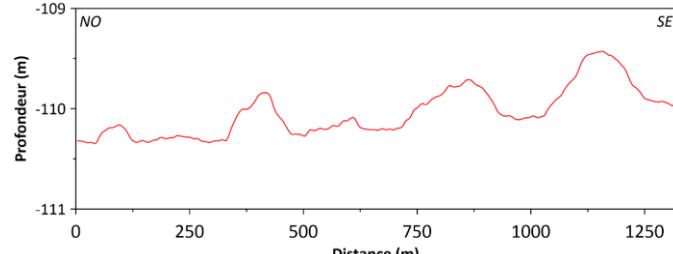
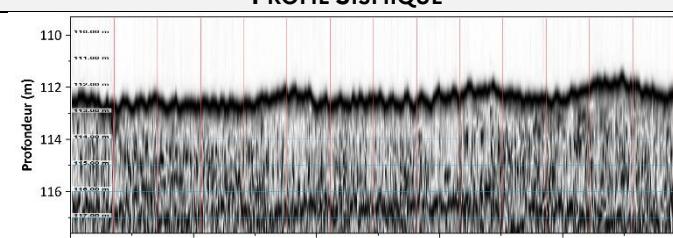


Figure 27. Carte bathymétrique de la zone 2 (cf. **Figure 25**) avec à droite le profil bathymétrique qui recoupe les structures sédimentaires de type plaquage.

Tableau 6. Synthèse des caractéristiques géomorphologiques et géophysiques des structures sédimentaires observées dans la zone d'étude EMR GGS.

STRUCTURE SEDIMENTAIRE	BATHYMETRIE	PROFIL BATHYMETRIQUE	CARACTERISTIQUES
Plaques		PROFIL BATHYMETRIQUE  PROFIL SISMIQUE 	$H_{moy} \approx 1 \text{ m}$ $L_{moy} \leq 250 \text{ m}$ $E_{moy} \leq 1 \text{ km}$
Dunes lingoïdales		PROFIL BATHYMETRIQUE  PROFIL SISMIQUE 	$H_{moy} \approx 200 \text{ m} \pm 50 \text{ m}$ $\lambda_{moy} \approx 0,5 \text{ à } 1 \text{ m}$ $E_{moy} \leq 150 \text{ à } 450 \text{ m}$

STRUCTURE SEDIMENTAIRE	BATHYMETRIE	PROFIL BATHYMETRIQUE	CARACTERISTIQUES	
Dunes sinuseuses		PROFIL BATHYMETRIQUE  <p>Profondeur (m)</p> <p>Distance (m)</p> <p>NO SE</p>	PROFIL SISMIQUE  <p>Profondeur (m)</p> <p>Distance (m)</p>	<p>$H_{moy} \approx 0,3 \text{ m}$</p> <p>$L_{moy} = 0,3 \text{ km à } 0,6 \text{ km}$</p> <p>$E_{moy} = 30 \text{ m à } 150 \text{ m}$</p>
Dunes linéaires		PROFIL BATHYMETRIQUE  <p>Profondeur (m)</p> <p>Distance (m)</p> <p>NO SE</p>	PROFIL SISMIQUE  <p>Profondeur (m)</p> <p>Distance (m)</p>	<p>$H_{moy} \approx 0,5 \text{ m}$</p> <p>$L_{moy} = 0,1 \text{ km à } 1,5 \text{ km}$</p> <p>$E_{moy} = 25 \text{ m à } 150 \text{ m}$</p>

9.2 *Incision fluviale*

L'alignement des affleurements rocheux observé dans la partie nord de la zone d'étude coïncide avec la limite entre les unités sismiques U4 et U5, telle qu'interprétée par Huerta et al. (2010) à partir de profils sismiques haute résolution (**Figure 28**). Cette discontinuité stratigraphique correspond, d'après cette étude, à une incision fluviatile majeure, attribuée à des phases de régression marine survenues au cours des cycles glacio-eustatiques entre le Miocène supérieur et le Plio-Quaternaire. Les roches du substratum sont donc localement affleurantes le long de cette discontinuité, comme en témoignent à la fois les données bathymétriques (Huerta et al., 2010) et les profils sismiques (**Figure 21** ; **Figure 28**, en vert).

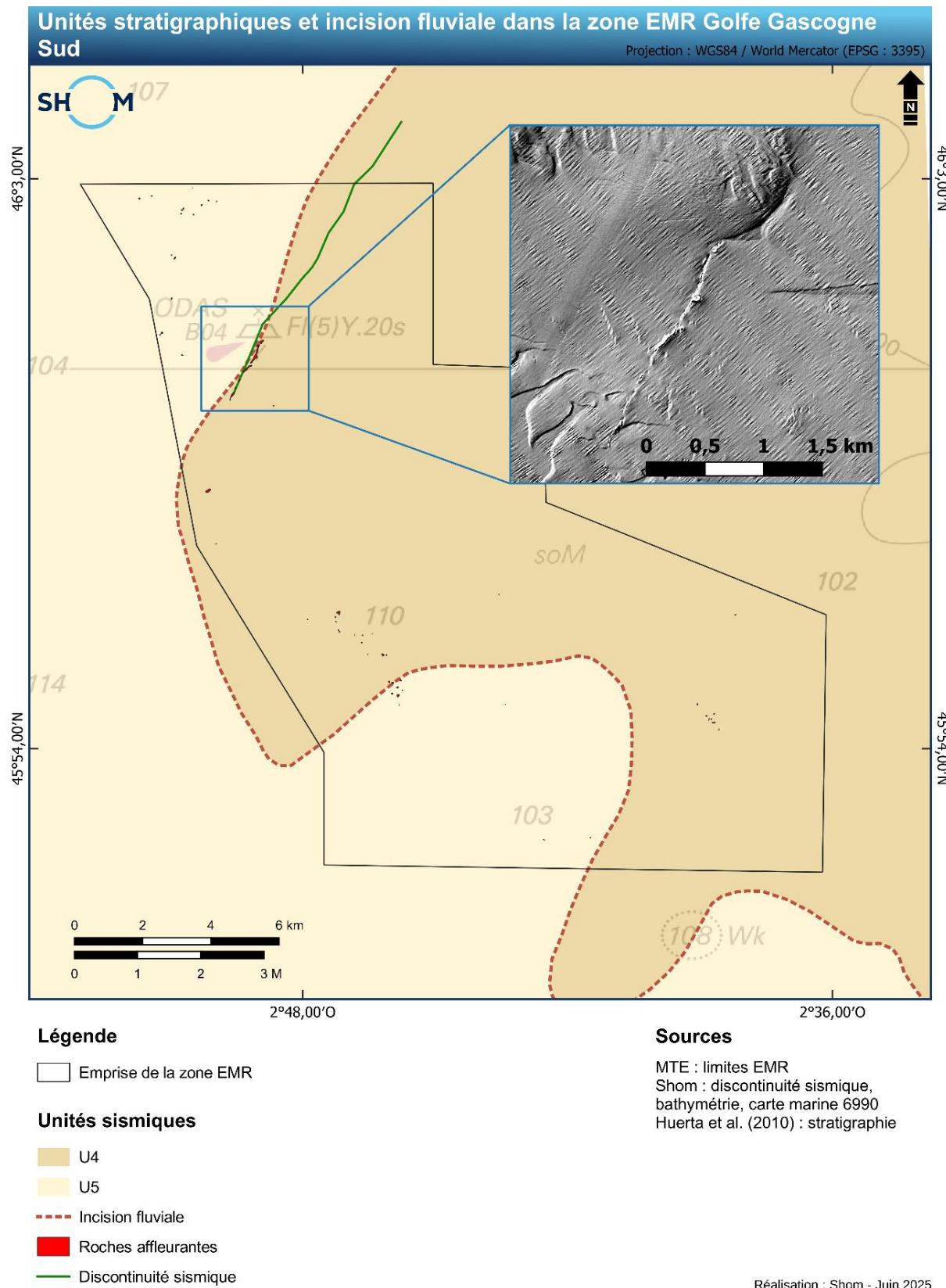


Figure 28. Unités sismiques U4 et U5 définies par Huerta et al. (2010), délimitées par une surface d'incision fluviale (en pointillées). Cette limite correspond à un alignement de roches affleurantes (en rouge) sur le fond marin dans le nord de la zone d'étude.

9.3 Failles

L'analyse conjointe des profils sismiques et des données bathymétriques n'a pas révélé la présence de failles au sein de la zone d'étude, ce qui est en accord avec les cartographies antérieures réalisées dans ce secteur (BRGM ; Huerta et al., 2010).

9.4 Objets anthropiques

La carte marine du Shom 6990, ainsi que les données bathymétriques acquises lors des levés réalisés dans la zone, permettent d'identifier et cartographier un seul objet anthropique. Il s'agit d'une bouée ODAS qui acquiert des données océanographiques. Aucune épave n'a été détectée sur la zone. Une épave est signalée par le flux WMS du Shom à proximité de la zone d'étude. Sa distance à la zone d'étude étant inférieure à sa précision de positionnement, elle pourrait être située à l'intérieur. Cependant, elle n'est pas visible sur le MNT bathymétrique.

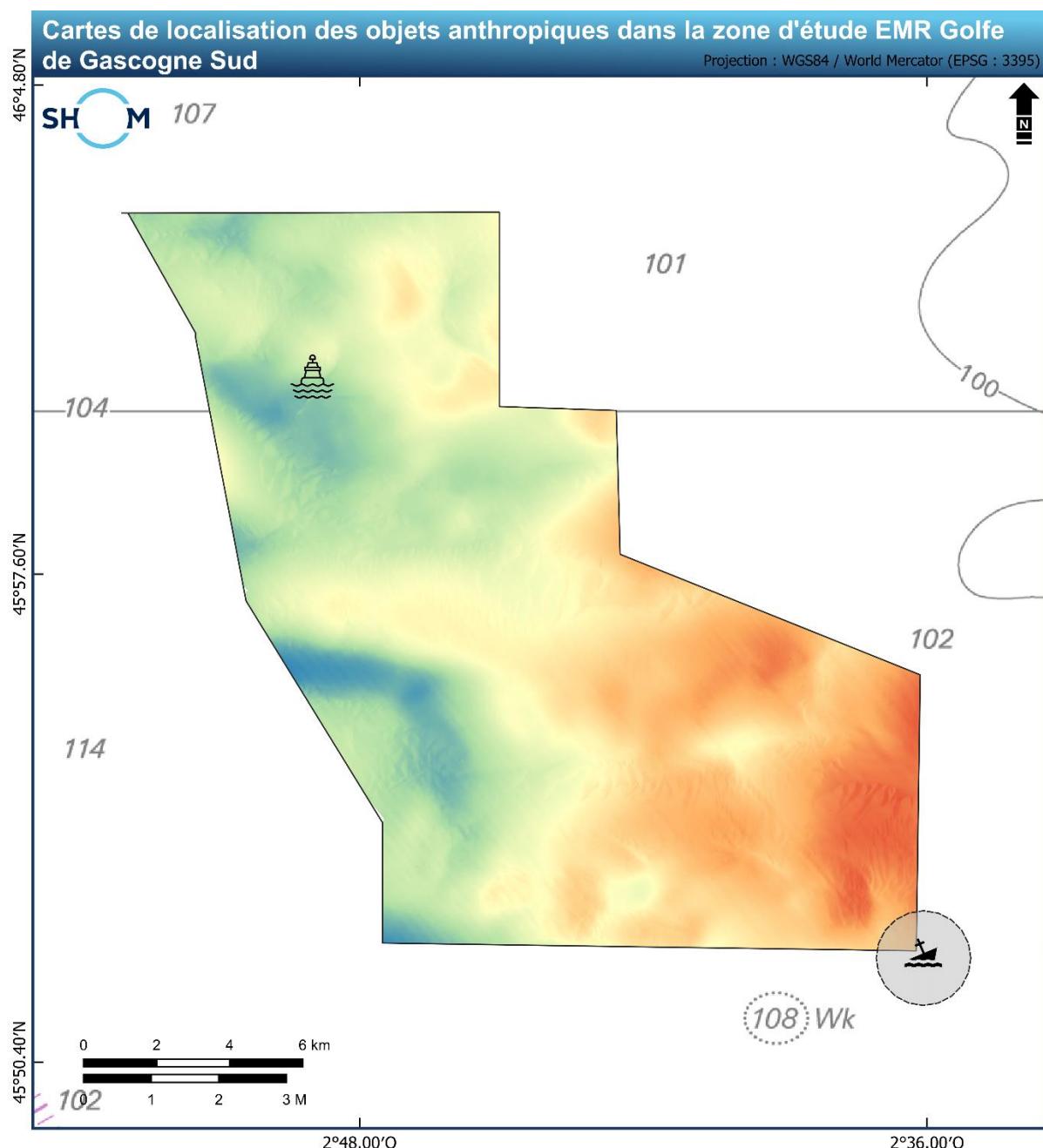


Figure 29. Carte marine 6990 (Shom) avec la position des objets anthropiques présents dans la zone d'étude EMR GGS.

10. Conclusion

L'analyse sédimentologique réalisée à partir des levés menés par le Shom en 2024, a permis d'affiner la compréhension de la répartition et des caractéristiques des sédiments dans la zone d'implantation du futur parc éolien en mer de Golfe de Gascogne Sud. La carte sédimentaire obtenue met en évidence une couverture de sédiments meubles sur quasiment l'ensemble de la zone d'étude, dominée par un mélange de sables et de vase, dont la distribution est fortement corrélée avec les structures sédimentaires. En effet, les reliefs positifs sont constitués de sédiments grossiers, principalement sableux, tandis que les zones interstitielles sont dominées par des sédiments plus fins, de type vaseux. Cette cartographie récente, fondée sur une imagerie bathymétrique et un échantillonnage à haute résolution, met en évidence une moindre proportion de fractions grossières par rapport à la carte sédimentaire mondiale, tout en confirmant une dominance des fractions fines, en accord avec l'extension de la Grande Vasière décrite par Bourillet *et al.* (2006).

La carte d'épaisseur sédimentaire met en évidence une couche irrégulière de sédiments meubles, datés de l'Holocène et qui recouvrent l'ensemble de la zone d'étude, atteignant par endroit 9 m d'épaisseur. Elle repose sur un substratum karstique induré daté du Miocène (Huerta *et al.*, 2010). L'épaisseur de cette couche sédimentaire récente est étroitement liée à la présence des structures sédimentaires de types bancs sableux, dunes et plaquages qui ont fait l'objet d'une cartographie, d'une caractérisation géomorphologique et géophysique, ainsi que d'une classification. La présence de ces structures à une profondeur importante (< 100 m) suggère une mise en place à partir de la dernière transgression marine après le dernier maximum glaciaire. Leurs orientations suggèrent une direction des forçages hydrodynamiques principalement de l'ouest vers l'est avec une composante légèrement nord.

L'analyse des structures géologiques grâce à l'imagerie géophysique n'a pas mis en évidence la présence de failles dans la zone d'étude. En revanche, des indices d'incision fluviatile, probablement liés aux cycles glacio-eustatiques, ont été observés, comme en témoigne l'alignement de roches affleurantes dans la partie nord de la zone.

Ces nouvelles données offrent une représentation détaillée des caractéristiques sédimentaires, de l'épaisseur des dépôts et des structures géologiques et sédimentaires. Elles constituent des informations considérables pour l'évaluation des conditions de fondation et la planification de l'implantation du parc éolien en mer Golfe de Gascogne Sud.

11. Liste des données livrées

Les données fournies correspondent aux livrables spécifiés dans l'annexe technique de la convention Shom/MTES [DGEC], SHOM n°96/2024. Cela inclut notamment les fichiers de données recueillies lors de l'étude sédimentaire réalisée dans la zone EMR considérée.

T4.S1_NUM		
PRODUITS	INTITULES	FORMATS
Carte de nature des fonds	Nature_fonds_FGL_T4S1_EPSG2154 Nature_fonds_FGL_T4S1_EPSG4326	.shp
Fichiers de forme	Nature_fonds_FGL_T4S1_EPSG2154 Nature_fonds_FGL_T4S1_EPSG4326	.qml
Carte de nature des fonds	Natures_des_fonds_GGS	.jpg
Légende des cartes sédimentaires du Shom	Légende des cartes Sédimentaires du Shom_Mars2021	.pdf
Méthodologie de cartographie sédimentaire appliquée par le Shom	20190807_NP_SHOM-DOPS-HOM-SEDIM_9-METHODE-CARTOGRAPHIE-SEDIMENTAIRE	.pdf

T4.S2_NUM		
PRODUITS	INTITULES	FORMATS
Carte d'épaisseur des sédiments exprimée en secondes temps double	GGS_T4S2_Thickness_TWT_Seconds_EPS G2154 GGS_T4S2_Thickness_TWT_Seconds_EPS G3395 GGS_T4S2_Thickness_TWT_Seconds_EPS G4326	.tif
Carte d'épaisseur des sédiments exprimée en mètres	GGS_T4S2_Thickness_TWT_Meters_EPSG 2154 GGS_T4S2_Thickness_TWT_Meters_EPSG 3395 GGS_T4S2_Thickness_TWT_Meters_EPSG 4326	.tif

T4.S3_DAT / T4.S3_RAP		
PRODUITS	INTITULES	FORMATS
Rapport d'analyse sédimentologique	Rapport_T4.S3_RAP_GGS_B1	.pdf
Positions des points de prélèvement	Localisation_prelevements_GGS_EPSG2154 Localisation_prelevements_GGS_EPSG4326	.shp
Fichiers de forme	Localisation_prelevements_GGS_EPSG2154 Localisation_prelevements_GGS_EPSG4326	.qml
Analyses granulométriques réalisées	S202402300_GGS_data_granulo	.xlsx
Fichier d'analyse granulométrique issu du tamisage (BENC)	S202402300_GGS_tamis	.benc
Fichier d'analyse granulométrique issu du tamisage et du microgranulomètre laser (BENC)	S202402300_GGS_mixte	.benc
Descriptif des fichiers de données	Descriptif_fichier_benc	.pdf

T4.S4_RAP		
PRODUITS	INTITULES	FORMATS
Rapport d'exploitation sédimentologique	Rapport_EMR_GGS_Parcs_T4S4	.pdf

T4.S5_NUM		
PRODUITS	INTITULES	FORMATS
Mosaïque de la réflectivité acoustique acquise au sondeur multifaisceaux	IMAGERIE_SMF_GGS_1_EPSG2154 IMAGERIE_SMF_GGS_2_EPSG2154	.tiff
Mosaïque de l'imagerie acquise au sonar à balayage latéral	IMAGERIE SONAL_GGS_EPSG2154	.tif
Données brutes de l'imagerie acquise au sonar à balayage latéral		.xtf

T4.S6_NUM		
PRODUITS	INTITULES	FORMATS
Notice des données sismiques	Notice_SBP_GGS_B1	.pdf
Liste des données sismiques transmises	Liste_SEGY_GGS	.xlsx
Fichiers SEGY acquis au sondeur de sédiment	Borda-20240905-072917_CNV LPO-20240722-174828_CNVseg
Fichiers de localisation nécessaires à l'importation des SEGY (1 fichier par SEGY)	***_localisation_seg	.txt
Positions des profils sismiques	Loc_SBP_GGS_EPSG2154 Loc_SBP_GGS_EPSG4326	.shp
Interprétations des réflecteurs sismiques	GGS_epaisseur_EPSG3395 GGS_fondmarin_EPSG3395 GGS_soclerocheux_EPSG3395	.csv

T4.S7_NUM		
PRODUITS	INTITULES	FORMATS
Observations sédimentologiques, géologiques et anthropiques.	Incision_Fluviatile_EPSG4326 Objets_Anthropiques_EPSG4326 Structures_Sedimentaires_Bancs_EPSG4326 Structures_Sedimentaires_Dunes- Plaques_EPSG4326	.shp
Fichiers de forme à la norme IOGP	Incision_Fluviatile_EPSG4326 Objets_Anthropiques_EPSG4326 Structures_Sedimentaires_Bancs_EPSG4326 Structures_Sedimentaires_Dunes- Plaques_EPSG4326	.qml

T4.S8_NUM		
PRODUITS	INTITULES	FORMATS
Carte des pentes	Pentes_GGS_EPSG4326	.tif
Fichier de forme	Pentes_GGS_EPSG4326	.qml

12. Références bibliographiques

- Ashley, G. M. (1990).** Classification of large-scale subaqueous bedforms; a new look at an old problem. *Journal of Sedimentary Research*, 60(1), 160-172.
- Auffret, J. P., & Alduc, D. (1977).** Ensembles sédimentaires et formes d'érosion du Quaternaire sous-marin de la Manche orientale. *Quaternaire*, 14(4), 71-75.
- Augris, C., Bonnot-Courtois, C., Mazé, J. P., Vot, M. L., Crusson, A., Simplet, L., ... & Houlgate, E. (2006).** Carte des formations superficielles du domaine marin côtier de l'anse de Paimpol à Saint-Malo (Côtes-d'Armor-Ille-et-vilaine)(données vecteurs).
- Avoine, J., Dubrulle, L., & Larsonneur, C. (1985, January).** La dynamique sedimentaire dans les estuaires de la Baie de Seine. Conséquences sur l'environnement. In *La Baie de Seine. Colloque National du CNRS*, 24-26 avril 1985.
- Berné, S., Allen, G., Auffret, J. P., Chamley, H., Durand, J., & Weber, O. (1989).** Essai de synthèse sur les dunes hydrauliques géantes tidales actuelles. *Bulletin de la Société géologique de France*, 6, 1145-1160.
- Berne, S. (1999).** Dynamique, architecture et préservation des corps sableux de plate-forme (Doctoral dissertation, Université des Sciences et Technologies de Lille).
- Black, K. P., & Healy, T. R. (1988).** Formation of ripple bands in a wave-convergence zone. *Journal of Sedimentary Research*, 58(2), 195-207.
- Brunet, M. F., & Le Pichon, X. (1982).** Subsidence of the Paris basin. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 87(B10), 8547-8560.
- Chadwick, R. A. (1986).** Extension tectonics in the Wessex Basin, southern England. *Journal of the Geological Society*, 143(3), 465-488.
- Collins, M. (1987).** Sediment transport in the Bristol Channel: a review. *Proceedings of the Geologists' Association*, 98(4), 367-383.
- Coronato, A., Meglioli, A., & Rabassa, J. (2004).** Glaciations in the Magellan Straits and Tierra del Fuego, southernmost South America. *Developments in quaternary sciences*, 2, 45-48.
- Courivaud, J.R., Deroo, L., Bonelli, S. (2019).** Érosion externe des barrages et des digues. Colloque CFBR : " Justification des barrages : État de l'art et Perspectives", Chambéry, France. pp.14.
- Davis, A. C., Kvitek, R. G., Mueller, C. B., Young, M. A., Storlazzi, C. D., & Phillips, E. L. (2013).** Distribution and abundance of rippled scour depressions along the California coast. *Continental Shelf Research*, 69, 88-100.
- Delesse, M. (1879).** Carte lithologique des mers de France 1879.
- Desprez, M. (2000).** Physical and biological impact of marine aggregate extraction along the French coast of the Eastern English Channel: short- and long-term post-dredging restoration, *ICES Journal of Marine Science*, Volume 57, Issue 5, Pages 1428–1438.
- De Charpentier, J. (1841).** *Essai sur les glaciers et sur le terrain erratique du bassin du Rhône*. M. Ducloux.
- Dionne, J. C. (1988).** Note sur les variations du niveau marin relatif à l'Holocène, à Rivière-Ouelle, côte sud du Saint-Laurent. *Géographie physique et Quaternaire*, 42(1), 83-88.
- Dyer, K.R., & Huntley, D.A. (1999).** The origin, classification and modelling of sand banks and ridges. *Continental Shelf Research*, 19(10), 1285–1330.
- Ehlers, J., & Gibbard, P. L. (2004).** *Quaternary glaciations-extent and chronology: part I: Europe*. Elsevier.
- Folk, R. L., & Ward, W. C. (1957).** Brazos River bar [Texas] a study in the significance of grain size parameters. *Journal of sedimentary research*, 27(1), 3-26.

GHOA (2024). Rapport intermédiaire : levé Shom n°202400600 – levés de reconnaissance environnementale des zones d’implantation d’éoliennes en mer au large de Fécamp (parc) du 05 mars au 27 juin 2024.

Gupta, S., Collier, J. S., Palmer-Felgate, A., & Potter, G. (2007). Catastrophic flooding origin of shelf valley systems in the English Channel. *Nature*, 448(7151), 342-345.

Hogan, K. A., Larter, R. D., Graham, A. G. C., Arthern, R., Kirkham, J. D., Totten, R. L., Jordan,

Hunter, R. E., Dingler, J. R., Anima, R. J., & Richmond, B. M. (1988). Coarse-sediment bands on the inner shelf of southern Monterey Bay, California. *Marine Geology*, 80(1-2), 81-98.

T.A., Clark, R., Fitzgerald, V., Wåhlin, A. K., Anderson, J. B., Hillenbrand, C.-D., Nitsche, F. O., Simkins, L., Smith, J. A., Gohl, K., Arndt, J. E., Hong, J., and Wellner, J. (2020). Revealing the former bed of Thwaites Glacier using sea-floor bathymetry: implications for warm-water routing and bed controls on ice flow and buttressing, *The Cryosphere*, 14, 2883–2908,

Huthnance, J.M. (1982). On one mechanism forming linear sand banks. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 14(1), 79–99.

Jollivet-Castelot, M. (2018). *Bassin de Dieppe-Hampshire (Manche orientale): Évolution cénozoïque et enregistrement des évènements géodynamiques* (Doctoral dissertation, Université de Lille (2018-2021)).

Jordan, G. F. (1962). Large Submarine Sand Waves: Their orientation and form are influenced by some of the same factors that shape desert sand dunes. *Science*, 136(3519), 839-848.

Lagarde, J. L., Amorese, D., Font, M., Laville, E., & Dugué, O. (2003). The structural evolution of the English Channel area. *Journal of Quaternary Science: Published for the Quaternary Research Association*, 18(3-4), 201-213.

Lake, S. D., & Karner, G. D. (1987). The structure and evolution of the Wessex Basin, southern England: an example of inversion tectonics. *Tectonophysics*, 137(1-4), 347-378.

Larsonneur, C., Vaslet, D., SP, A., & BOUYSSÉ, P. (1979). Les sédiments superficiels de la Manche.

Larsonneur, C., Bouysse, P., & AUFFRET, J. P. (1982). The superficial sediments of the English Channel and its western approaches. *Sedimentology*, 29(6), 851-864.

Lericolais, G. (1997). *Evolution du fleuve Manche depuis l'Oligocène: stratigraphie et géomorphologie d'une plateforme continentale en régime périglaciaire* (Doctoral dissertation, Université Bordeaux I).

Mascle, A., & Cazes, M. (1987). La couverture sédimentaire du Bassin parisien le long du profil ECORS-Nord de la France. *Revue de l’Institut français du pétrole*, 42(3), 303-316.

May, S. K., Dolan, R., & Hayden, B. P. (1983). Erosion of US shorelines. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 64(35), 521-523.

Mazières, A., Gillet, H., Idier, D., Mulder, T., Garlan, T., Mallet, C., ... & Hanquiez, V. (2015). Dynamics of inner-shelf, multi-scale bedforms off the south Aquitaine coast over three decades (Southeast Bay of Biscay, France). *Continental Shelf Research*, 92, 23-36.

Reynaud, J. Y., Tessier, B., Auffret, J. P., Berné, S., Batist, M. D., Marsset, T., & Walker, P. (2003). The offshore Quaternary sediment bodies of the English Channel and its Western Approaches. *Journal of Quaternary Science: Published for the Quaternary Research Association*, 18(3-4), 361-371.

Schoeneberger, P. J., Wysocki, D. A., & Benham, E. C. (Eds.). (2012). Field book for describing and sampling soils. Government Printing Office.

Shom a. (2025). DEF EMR Golfe de Gascogne Sud – Lot 4 – T4.S3_RAP - ECHANTILLONS SEDIMENTAIRES.

Shom b. (2025). DEF EMR Golfe de Gascogne Sud – Lot 4 – Notice du livrable T4.S6_NUM – Fichiers SBP.

Smith, A. J., & Curry, D. (1975). The structure and geological evolution of the English Channel. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences*, 279(1288), 3-20.

Toucanne, S. (2008). *Reconstruction des transferts sédimentaires en provenance du système glaciaire de Mer d'Irlande et du paléo-fleuve Manche au cours des derniers cycles climatiques* (Doctoral dissertation, Bordeaux 1).

Turcq, B., Cirac, P., Berné, S., & Weber, O. (1986). Caractéristiques des environnements sédimentaires de la plate-forme continentale nord-aquitaine en relation avec les processus hydrodynamiques actuels. *Bull. IGBA*, 39, 149-164.

Whittaker, A, Holliday, D W, & Penn, I E (1985). Geophysical logs in British stratigraphy.

Ziegler, A. M. (1990). Phytogeographic patterns and continental configurations during the Permian Period. *Geological Society, London, Memoirs*, 12(1), 363-379.

13. Annexes

13.1 Répartition des teneurs des différentes fractions sédimentaires

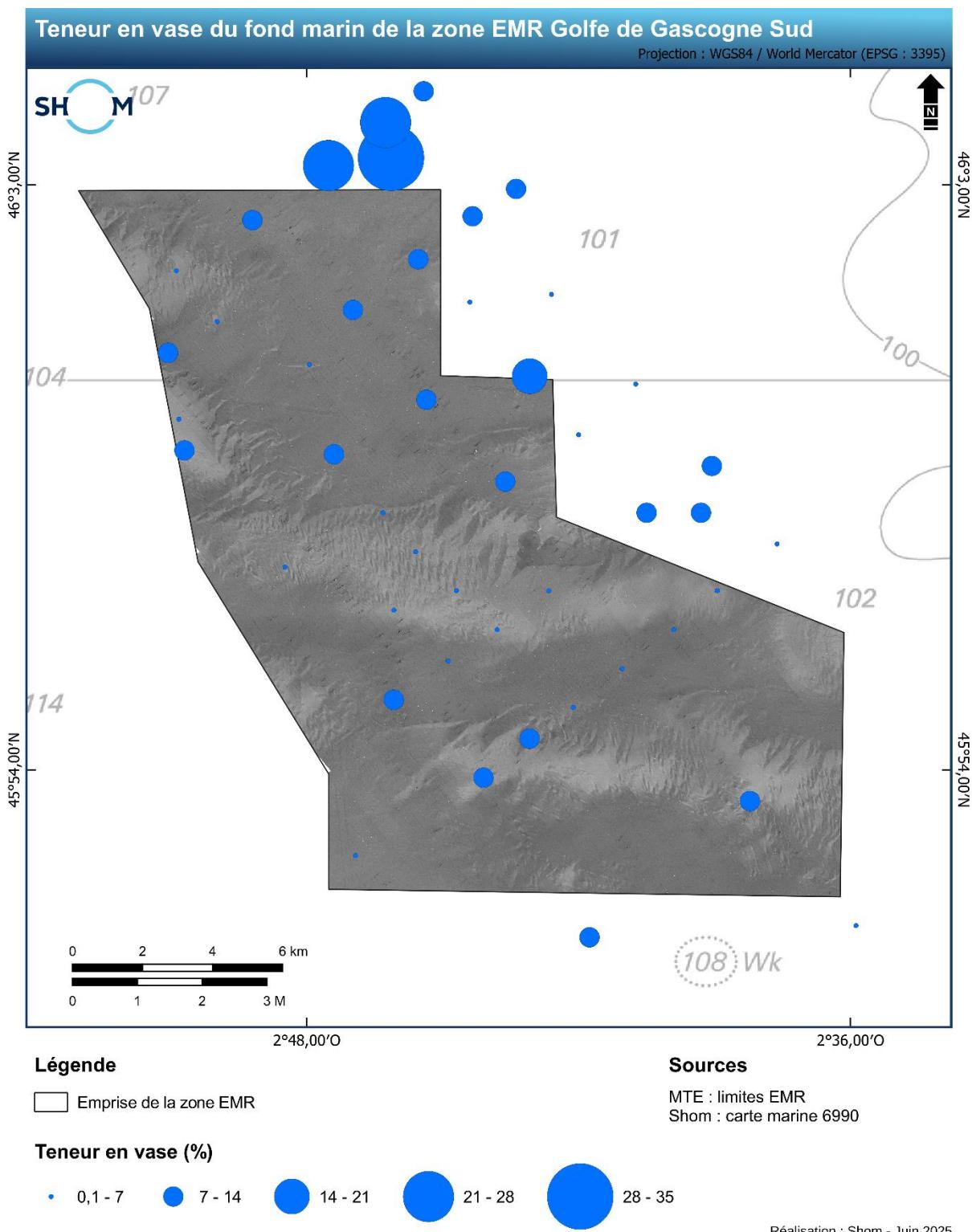


Figure 30. Carte de répartition des teneurs en vase (ronds bleus) des échantillons prélevés dans la zone EMR GGS.

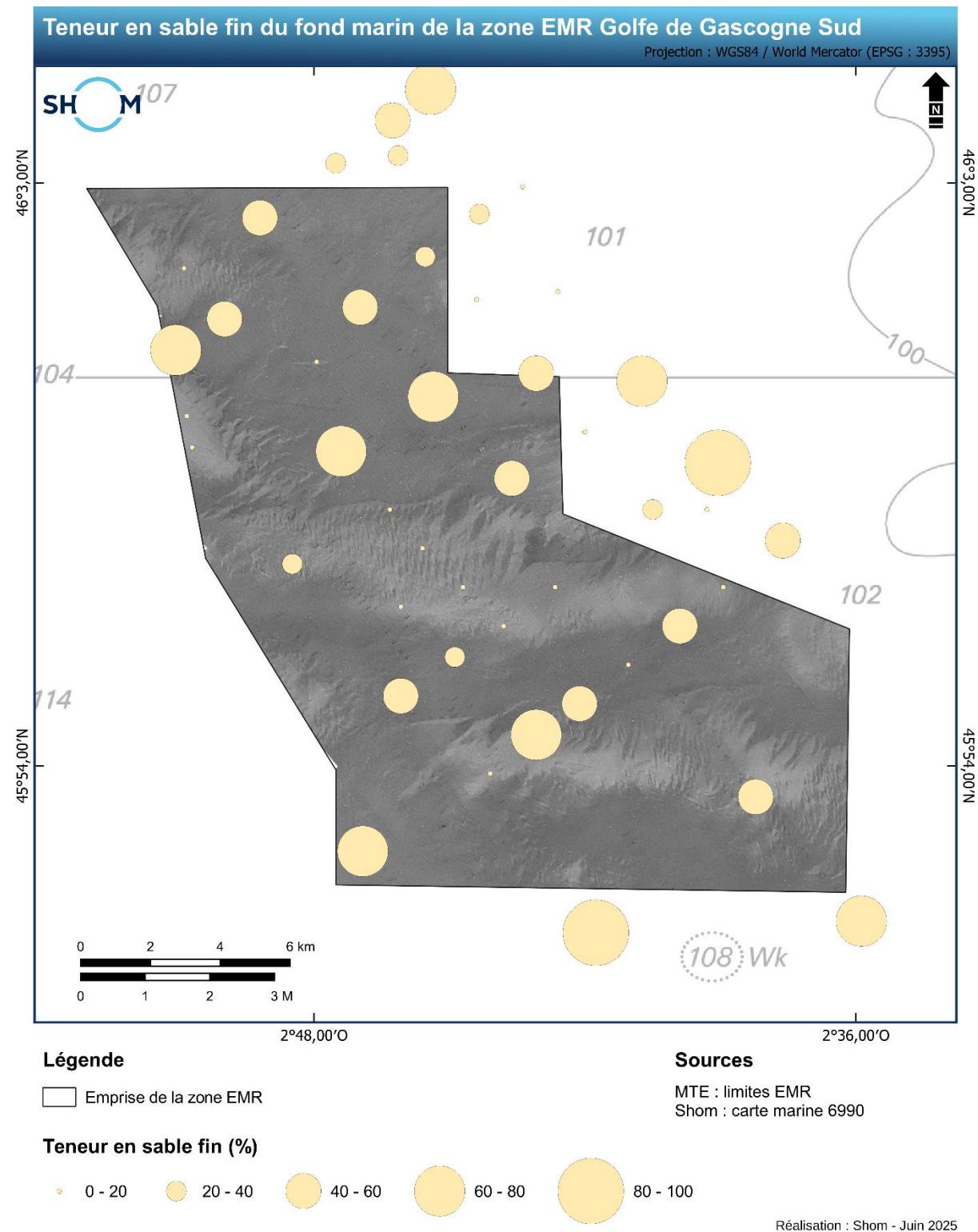


Figure 31. Carte de répartition des teneurs en sable fin (ronds beiges) des échantillons prélevés dans la zone EMR GGS.

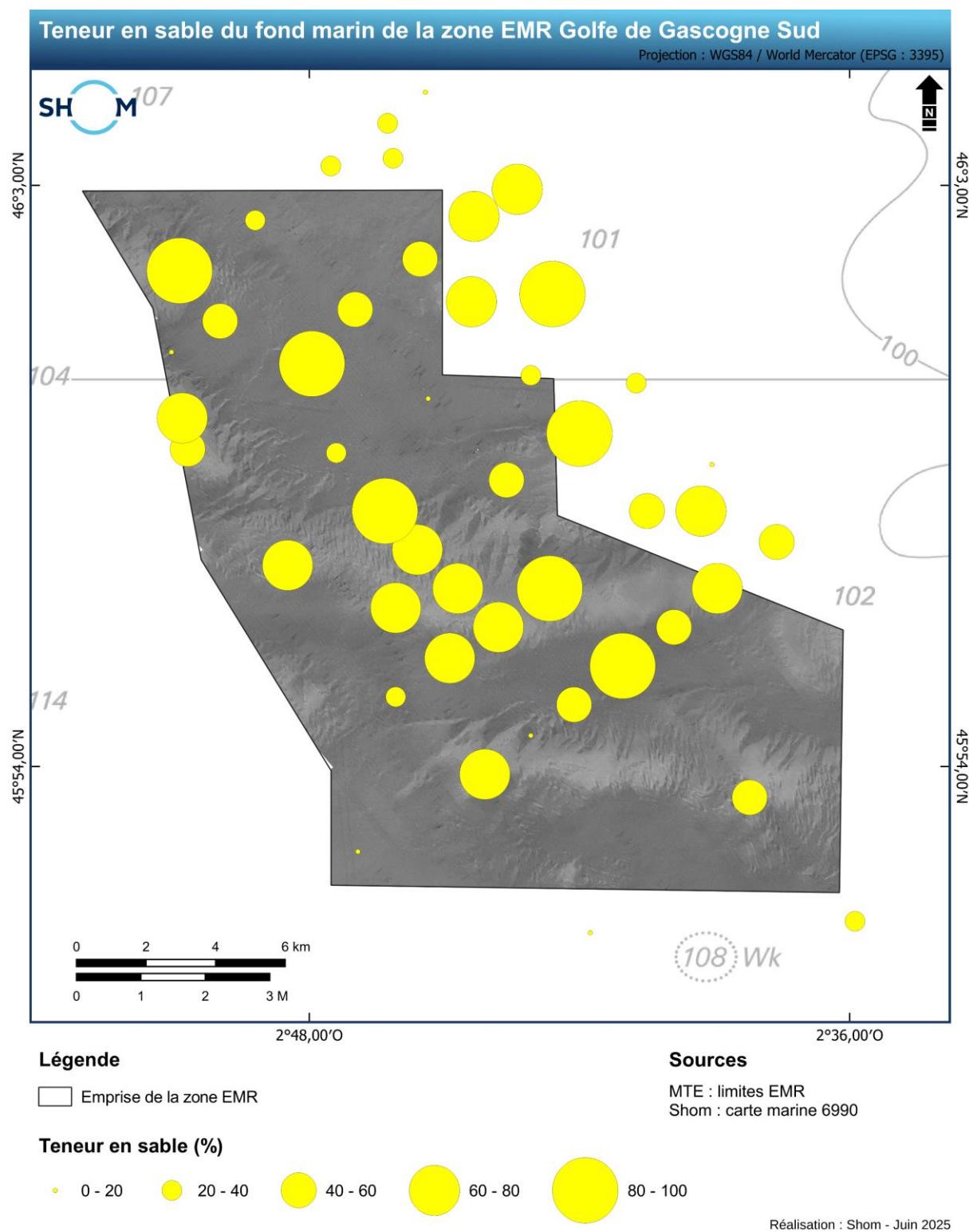


Figure 32. Carte de répartition des teneurs en sable (ronds jaunes) des échantillons prélevés dans la zone EMR GGS.

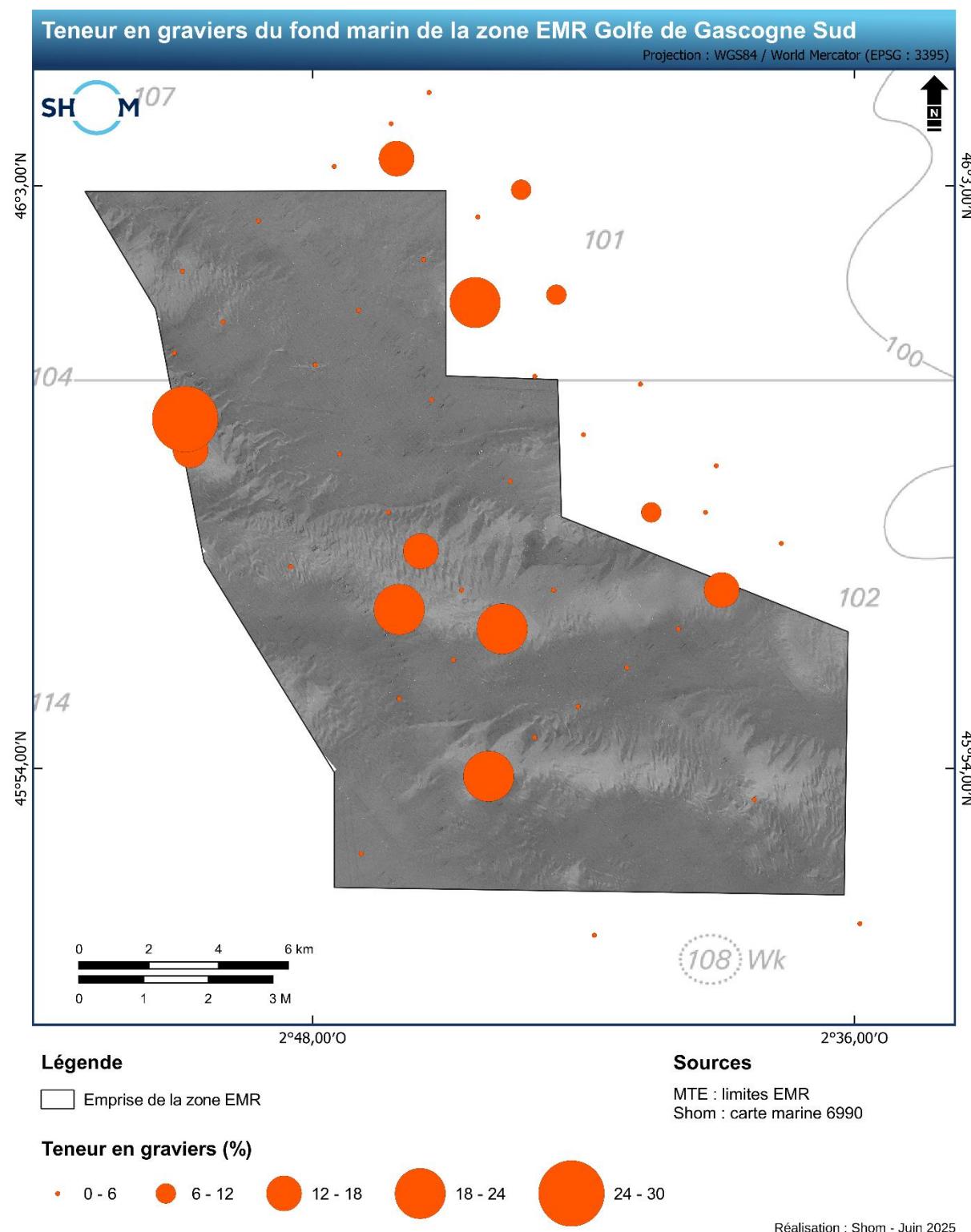


Figure 33. Carte de répartition des teneurs en graviers (ronds oranges) des échantillons prélevés dans la zone EMR GGS.

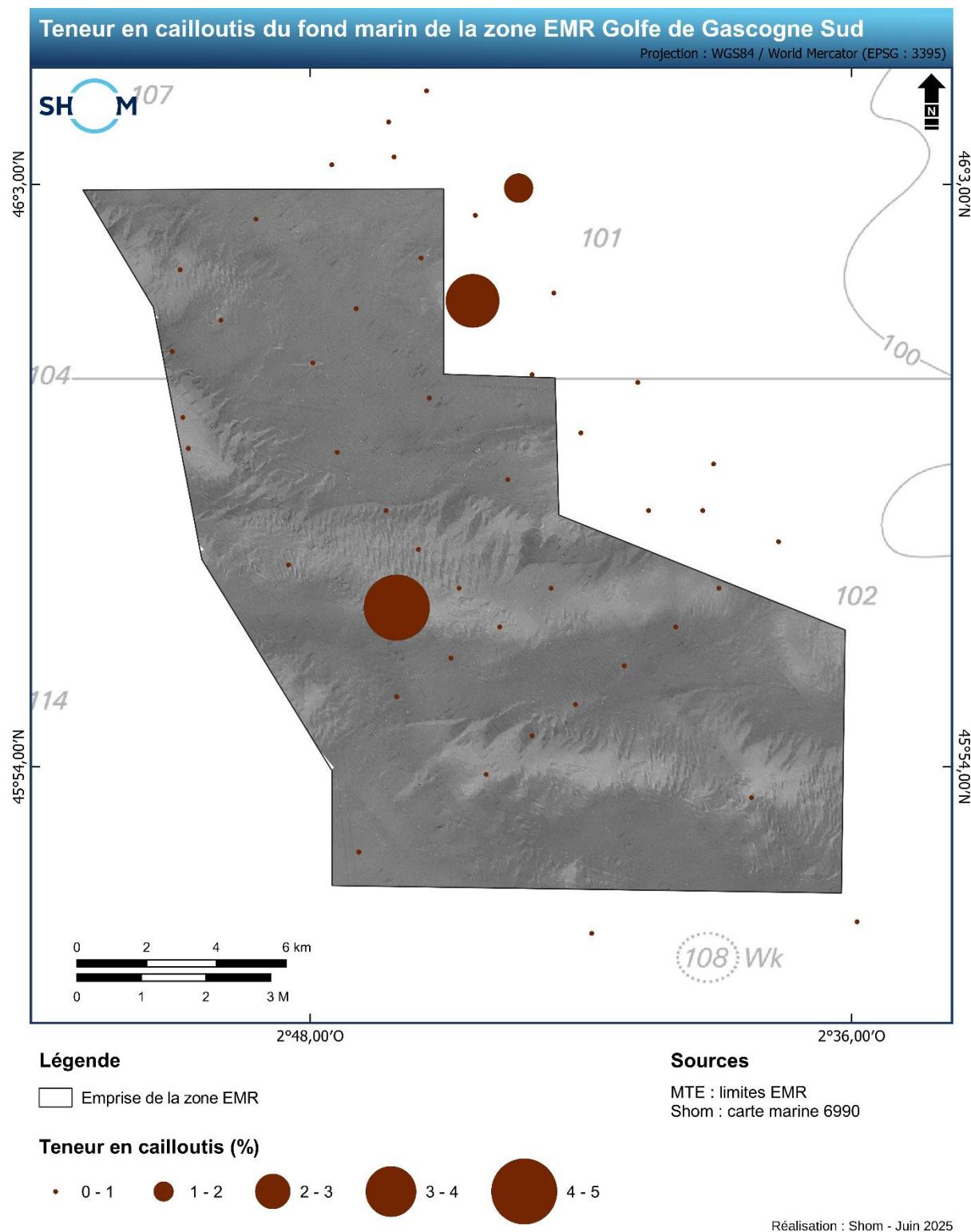


Figure 34. Carte de répartition des teneurs en cailloutis (ronds marrons) des échantillons prélevés dans la zone EMR GGS.

13.2 Légende des cartes sédimentaires du Shom

Tableau 7. Légende des cartes sédimentaires du Shom (Shom, 2021).

Français	English	Code	Couleur	R	V	B
Roche	Rock	NFRoche		255	0	0
Cailloutis	Pebble	NFC		115	38	0
Cailloutis et graviers	Gravelly pebble	NFCG		115	76	0
Cailloutis et sables	Sandy pebble	NFCS		137	112	68
Cailloutis envasés	Muddy pebble	NFCV		137	137	68
Graviers	Gravel	NFG		255	85	0
Graviers et cailloutis	Pebbly gravel	NFGC		168	56	0
Graviers et sables	Sandy gravel	NFGS		245	162	122
Graviers envasés	Muddy gravel	NFGV		205	205	102
Sables	Sand	NFS		255	255	0
Sables et cailloutis	Pebbly sand	NFSC		245	200	102
Sables et graviers	Gravelly sand	NFSG		230	152	0
Sables et graviers envasés	Muddy gravelly sand	NFSGV		168	168	0
Sables vaseux	Muddy sand	NFSV		112	168	0
Sables et silts	Silty sand	NFSSi		245	202	122
Sables fins	Fine sand	NFSF		255	235	175
Sables fins et cailloutis	Pebbly fine sand	NFSFC		215	215	158
Sables fins vaseux	Muddy fine sand	NFSFV		170	255	0
Sables fins et silts	Silty fine sand	NFSFSi		245	245	122
Vases	Mud	NFV		0	112	255
Vases et cailloutis	Pebbly mud	NFVC		205	102	153
Vases et graviers	Gravelly mud	NFVG		223	115	255
Vases sableuse	Sandy mud	NFVS		0	168	132
Vases et sables fins	Mud with Fine sand	NFVSF		205	245	122
Silts	Silt	NFSi		158	215	194
Silts argileux	Clayey silt	NFSiA		200	215	158
Argiles silteuses	Silty clay	NFASi		68	131	137
Argiles	Clay	NFA		0	77	168

Définitions :

Sédiments	Définition	English qualification
NF	Nature de fond	Seabed sediment
C : Cailloutis	Sédiments contenant de 50 à 100% de particules détritiques ou biogènes supérieures à 20 mm	Sediments composed of 50 to 100% detrital or biogenic particles greater than 20mm
CG : Cailloutis-Graviers	Sédiments contenant des cailloutis et de 15 à 50% de graviers	Pebbles composed of 15 to 50% of gravel
G : Graviers	Sédiments contenant de 50 à 100% de particules comprises entre 2 et 20 mm	Sediments composed of 50 to 100% detrital or biogenic particles between 2 and 20mm
SG : Sables graviers	Sédiments contenant des sables et de 15 à 50% de graviers	Sands hold in a part of 15 to 50% of gravel
S : Sables	Sédiments contenant de 50 à 100% de particules comprises entre 0,5 et 2 mm	Sediments composed of 50 to 100% detrital or biogenic particles between 0.5 and 2mm
SV : Sables vaseux	Sables contenant de 5 à 20% de particules inférieures à 0,05mm	Sands hold in a part of 15 to 50% of mud
SF : Sables fins	Sédiments contenant de 50 à 100% de particules comprises entre 0,05 et 0,5 mm	Sediments composed of 50 to 100% detrital or biogenic particles between 0.05 and 0.5mm
SFV : Sables fins vaseux	Sables fins contenant de 5 à 20% de particules inférieures à 0,05 mm	Fine sands hold in a part of 5 to 20% of mud
Si : Silts	Sédiments contenant de 50 à 100% de particules comprises entre 0,01 et 0,05 mm	Sediments composed of 50 to 100% detrital or biogenic particles between 0.01 and 0.05mm
A : Argiles	Sédiments contenant de 50 à 100% de particules inférieures à 0,01 mm	Sediments composed of 50 to 100% detrital or biogenic particles finer than 0.01mm
V : Vases (mélange Si-A indifférencié)	Sédiments contenant de 20 à 50% de particules inférieures à 0,05 mm	Sediments composed of 50 to 100% detrital or biogenic particles finer than 0.05mm