

RECONNAISSANCE OCÉANOGRAPHIQUE ET HYDROGRAPHIQUE DES MACRO- ZONES DE PROJETS ÉOLIENS EN MER - PROCÉDURE AO10

SOMMAIRE

Présentation du Shom

1. Etudes de reconnaissance océanographique et hydrographique

- A. Convention Shom - DGEC 2019-2023
- B. Convention Shom - DGEC 2024-2028
- C. Comparaison des conventions Shom – DGEC

2. Etudes de reconnaissance océanographique et hydrographique - Convention Shom-DGEC 2019-2023

- A. Lot 1
- B. Lot 2
- C. Lot 3
- D. Lot 4

3. Etudes de reconnaissance océanographique et hydrographique - Convention Shom-DGEC 2024-2028

- A. Lot 1
- B. Lot 2
- C. Lot 3
- D. Lot 4
- E. Lot 5
- F. Lot 6
- G. Lot 7

1. Etudes de reconnaissance océanographique et hydrographique

Présentation du Shom

Shom – Service National d'hydrographie et d'océanographie

Le Shom produit l'**information géographique maritime et littorale de référence**.

Opérateur public, sa mission est de connaître et décrire l'environnement physique marin dans ses relations avec l'atmosphère, avec les fonds marins et les zones littorales, d'en prévoir l'évolution et d'assurer la diffusion des informations correspondantes.

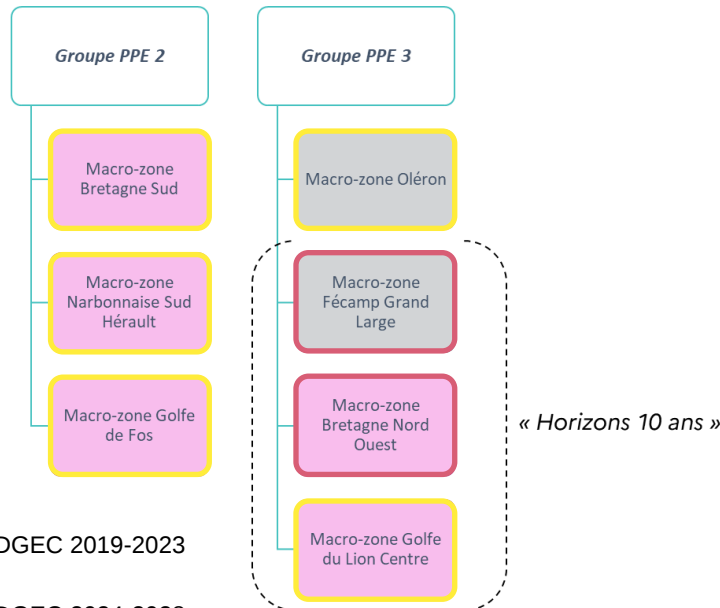
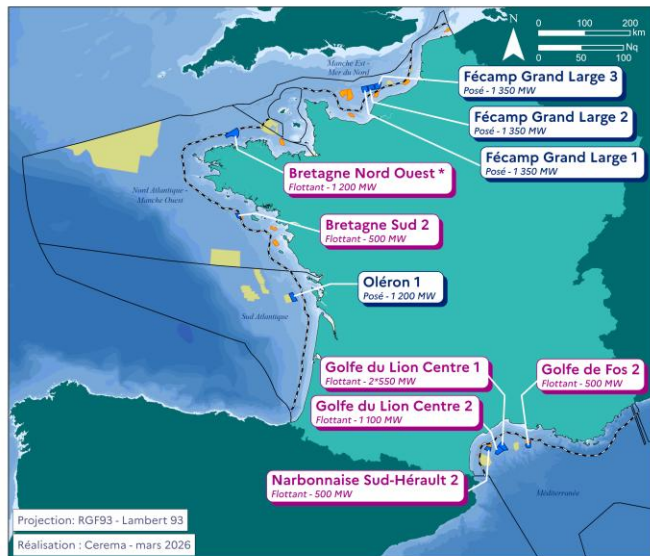
Héritier du premier service hydrographique officiel au monde, c'est un établissement public administratif (EPA) sous tutelle du ministère des Armées.

Il conduit cette mission avec trois finalités :

- **l'hydrographie nationale**, pour satisfaire les besoins de la navigation de surface, dans les eaux sous juridiction française et dans les zones placées sous la responsabilité cartographique de la France ;
- **le soutien de la Défense** : expertise dans les domaines hydro-océanographiques et soutien opérationnel des forces ;
- **le soutien aux politiques publiques de la mer et du littoral**, par la mise à disposition des pouvoirs publics - et plus généralement de tous les acteurs de la mer et du littoral - de ses données patrimoniales et de services d'intelligence de la donnée.

Etudes de reconnaissance océanographique et hydrographique

Macro-zones d'études concernées par l'AO10

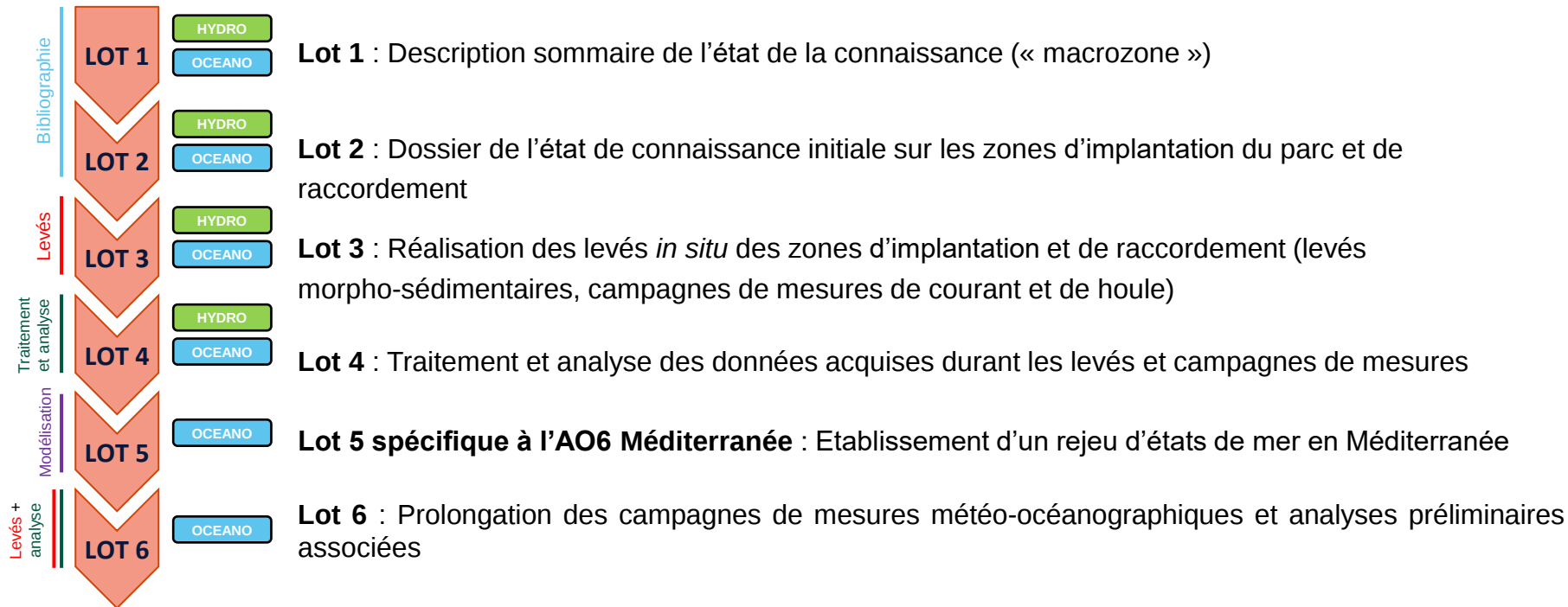


- Convention Shom - DGEC 2019-2023
- Convention Shom - DGEC 2024-2028

Source : Direction de l'énergie
Bureau des énergies renouvelables hydrauliques et marines

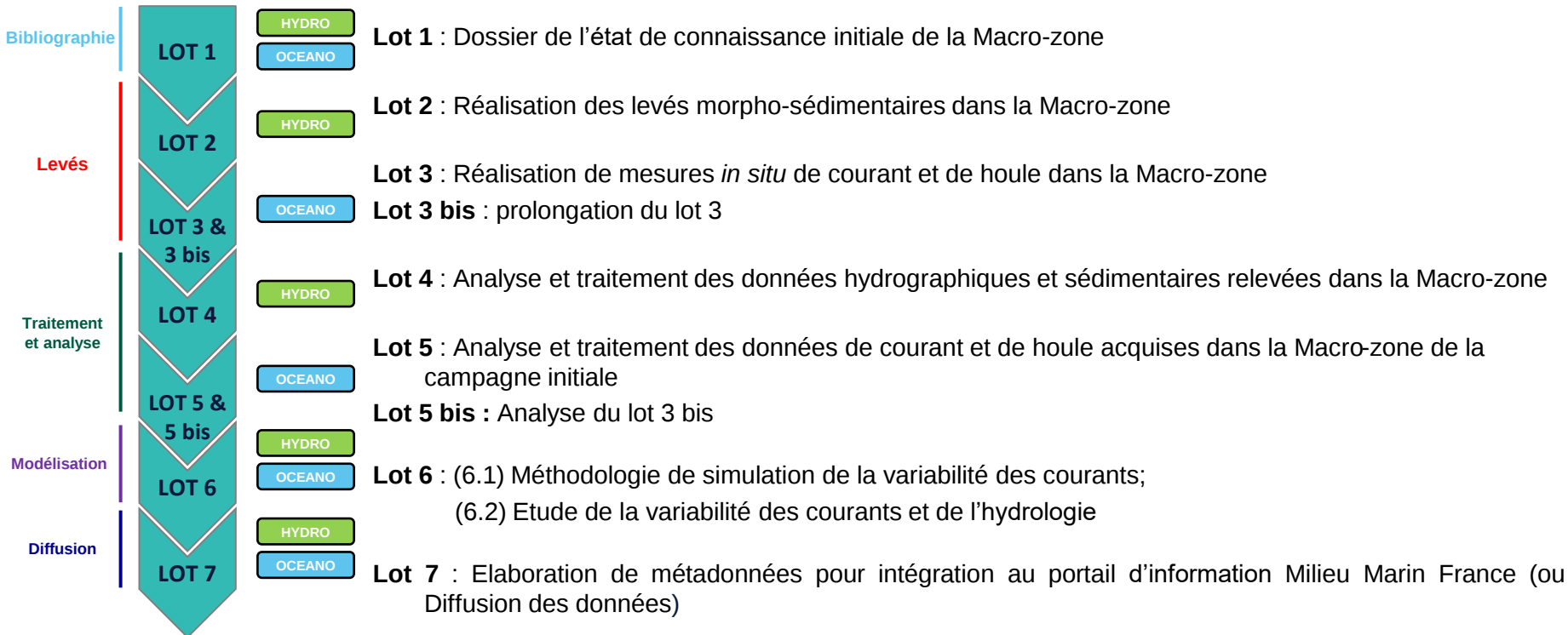
Etudes de reconnaissance océanographique et hydrographique

Convention Shom - DGEC 2019-2023



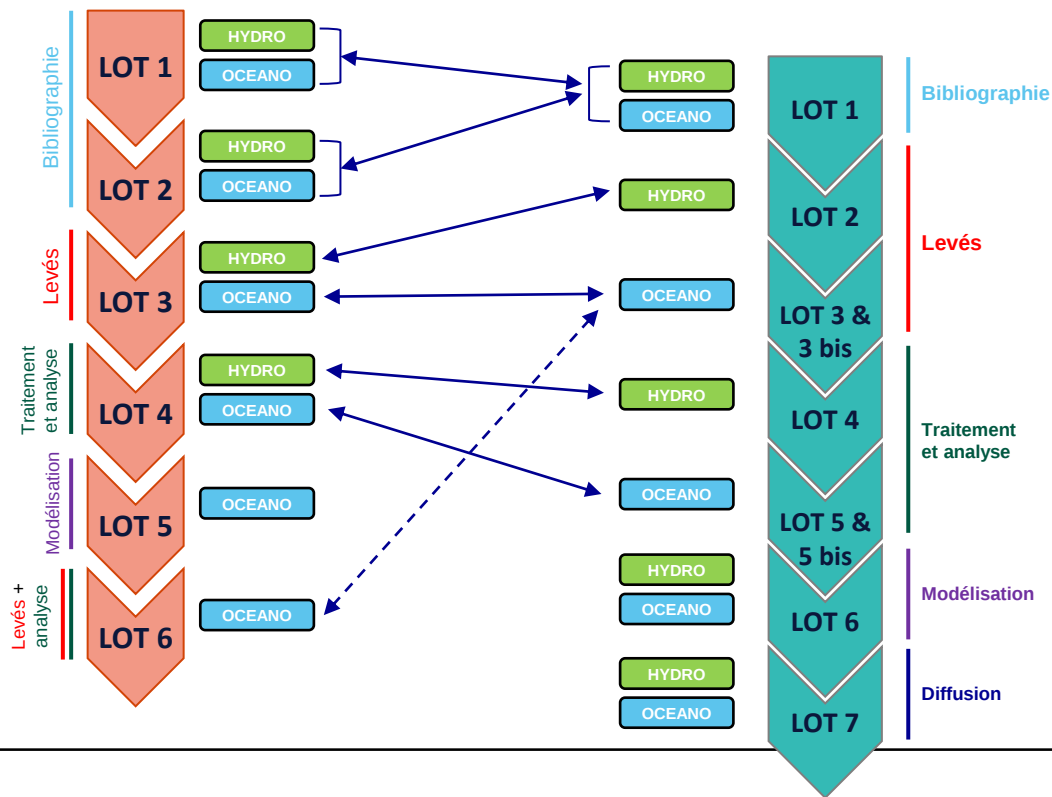
Etudes de reconnaissance océanographique et hydrographique

Convention Shom - DGEC 2024-2028

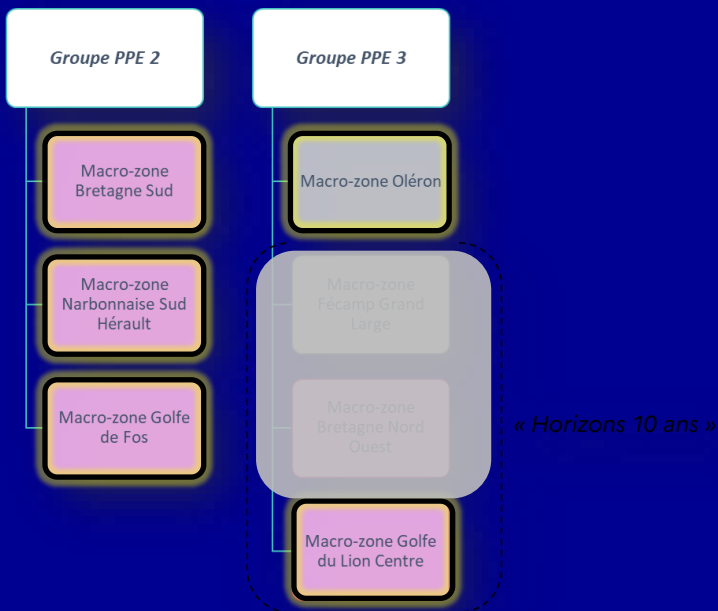


Etudes de reconnaissance océanographique et hydrographique

Comparaison des conventions Shom - DGEC



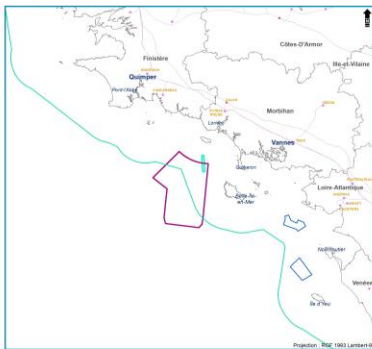
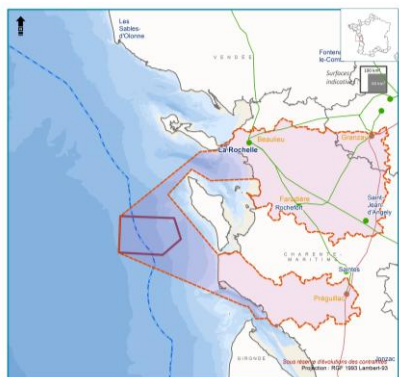
2. Convention Shom – DGEC 2019-2023



LOT 1 : Macrozone soumise au débat public

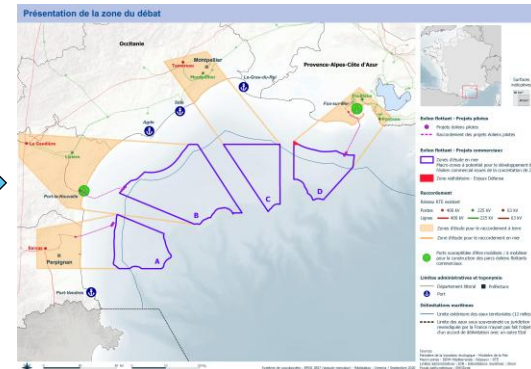
Description sommaire de l'état de la connaissance et des caractéristiques physiques de la région d'étude ou « macrozone » soumise à la consultation du public

Bretagne Sud
2020



Oléron
2021

Golfe du Lion
2021



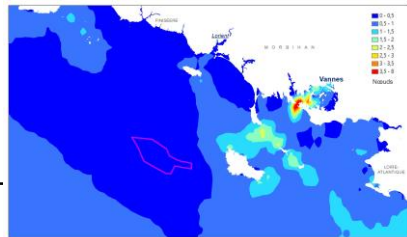
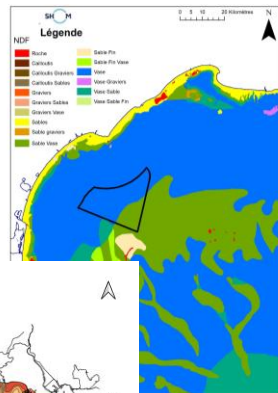
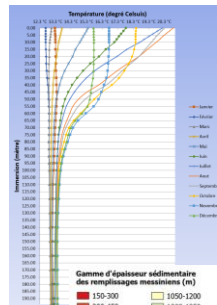
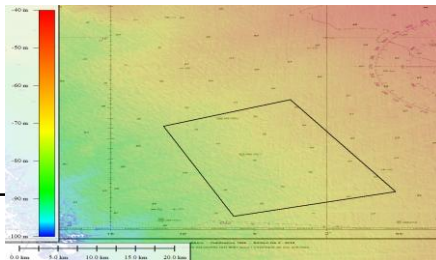
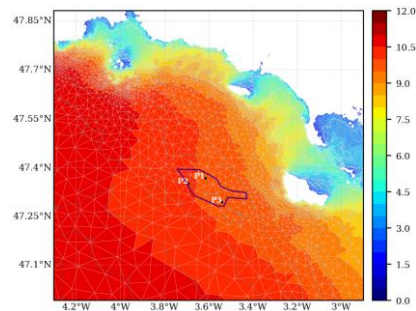
- Document synthétique pour le DMO diffusé dans le cadre du débat public
- Volets techniques : bathymétrie, sédimentologie marine, hydrologie marine, courants et marée, houles et vagues
- Figures thématiques sur emprise gabarit – formats .jpeg et .ai (*Golfe du Lion Centre intégrée dans la zone B*)

LOT 2 : Connaissance environnementale à priori

Etablir un dossier de l'état de connaissance initiale sur les zones d'implantation du parc éolien

Volets techniques :

- **Bathymétrie** (MNT de façade, lots de sonde disponibles)
- **Sédimentologie marine** (fichiers de données (granulométrie) et produits de nature des fonds, produits d'épaisseur sédimentaire selon disponibilité)
- **Eléments anthropiques** (épaves, câbles, zones réglementées...)
- **Hydrologie marine** (température et salinité dans la colonne d'eau aux immersions standard)
- **Courants et marée** (mesures de courant disponibles, atlas de courants de marée, geotiff des extrêmes de courants, prédictions de marée, ouvrage « niveaux marins extrêmes »)
- **Houles et vagues** (étude statistique menée à partir des rejeux disponibles)



LOT 2 : Connaissance environnementale à priori

Etablir un dossier de l'état de connaissance initiale sur les zones d'implantation du parc éolien

GOLFE DU LION

Narbonnaise Sud Hérault 1 & 2

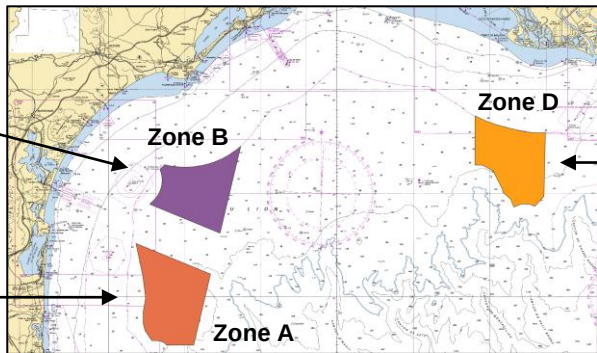
(Zone B)

459 km² - 2022

Golfe du Lion Ouest

(Zone A)

364 km² - 2022



Golfe de Fos 1 & 2

(Zone D)

312 km² - 2022

BRETAGNE SUD

Bretagne Sud 1

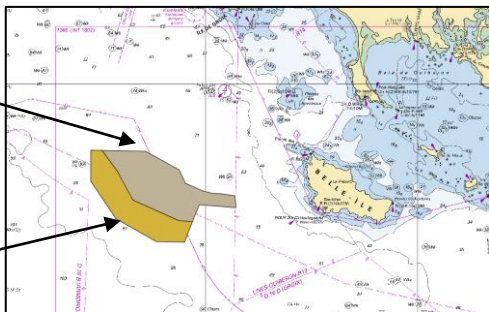
(Zone Parc initial)

135 km² - 2021

Bretagne Sud 2

(Zone d'extension)

102 km² - 2021

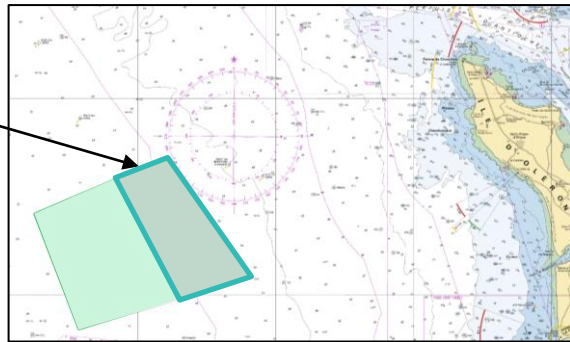


SUD ATLANTIQUE

Oléron 1

(Zone Parc 1)

180 km² - 2022



LOT 2 : Connaissance environnementale à priori

Etablir un dossier de l'état de connaissance initiale sur les zones d'implantation du parc éolien

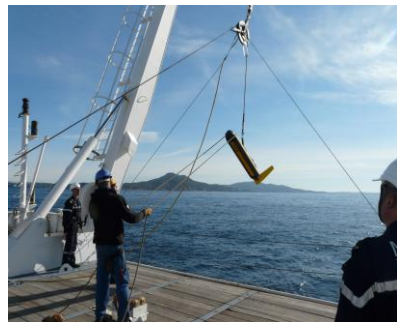
LOT 2 Convention 2019-2023	Dossier descriptif de l'état de la connaissance initiale sur la zone d'étude	
	T2.B1, T2.B2	MNT et lots de sondes
	T2.S1, T2.S2, T2.S3	Cartes de nature des fonds, analyses granulométriques, carte des épaisseurs sédimentaires
	T2.A	Eléments anthropiques issus de la BDGS
	T2.C1, T2.C2, T2.C3	Mesures de courant in situ, courants (atlas), vitesses maximales du courant de marée
	T2.M1, T2.M2	Prédictions de marée et extrêmes de niveaux marins
	T2.H	Etude statistique préliminaire de la houle
	T2.HY1, T2.HY2	Cartes des statistiques de température et salinité en surface et à 20m, valeurs aux immersions standards sur la colonne d'eau

LOT 3 : Campagnes de levés morpho-sédimentaires

Réalisation des levés hydrographiques et sédimentologiques *in situ* des zones d'implantation et de raccordement

Réalisation par le GHOA de levés *in situ* morpho-sédimentaire de reconnaissance environnementale au moyen des navires et vedettes hydrographiques :

- Sondeur multifaisceaux
- Sondeur vertical
- Sondeur de sédiments
- Sonar latéral
- Prélèvements à la benne
- Magnétomètre remorqué

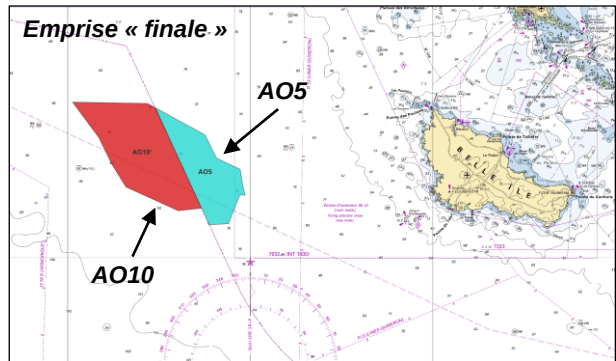
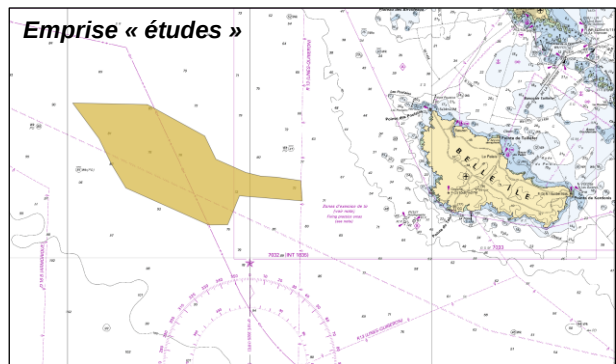


LOT 3 : Campagnes de levés morpho-sédimentaires

Bretagne Sud

Phase	Période de levé	Porteurs
Phase 1	Mars à mai 2021	BH2 Borda BH2 Laplace
Phase 2	Août à septembre 2021	BH2 Borda BH2 Laplace BH2 Lapérouse

	Parc initial - 135 km ²	Extension du parc - 102 km ²
Bathymétrie	Complète	Complète
Imagerie SMF	Complète	Complète
Imagerie sonar latéral	Très partielle	Partielle
Prélèvements	66	30
Profils sismiques	626	526
Magnétisme	Complète lorsque conditions favorables sur zone	Selon météo et présence d'engins de pêche

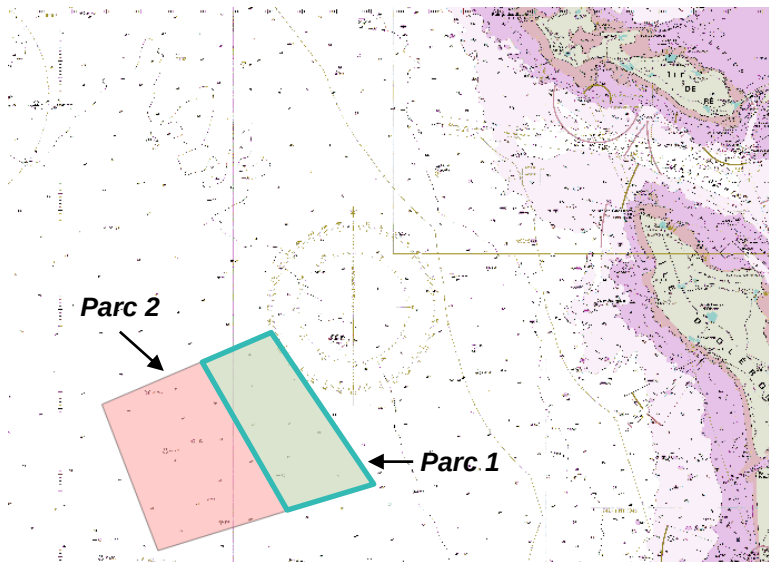


LOT 3 : Campagnes de levés morpho-sédimentaires

Oléron

Phase	Période de levé	Porteurs
Phase 1	Mars à juillet 2022	BH2 Laplace BH2 Lapérouse BHO Beautemps-Beaupré
Phase 2	Septembre et octobre 2022	BH2 Laplace BH2 Lapérouse BH2 Borda

	Parc 1 - 180 km²	Parc 2 - 250 km²
Bathymétrie	Complète	Complète
Imagerie SMF	Complète	Complète
Imagerie sonar latéral	Très partielle (ouest)	Partielle (partie est uniquement)
Prélèvements	47	40
Profils sismiques	238	
Magnétisme	Complète lorsque conditions favorables sur zone	

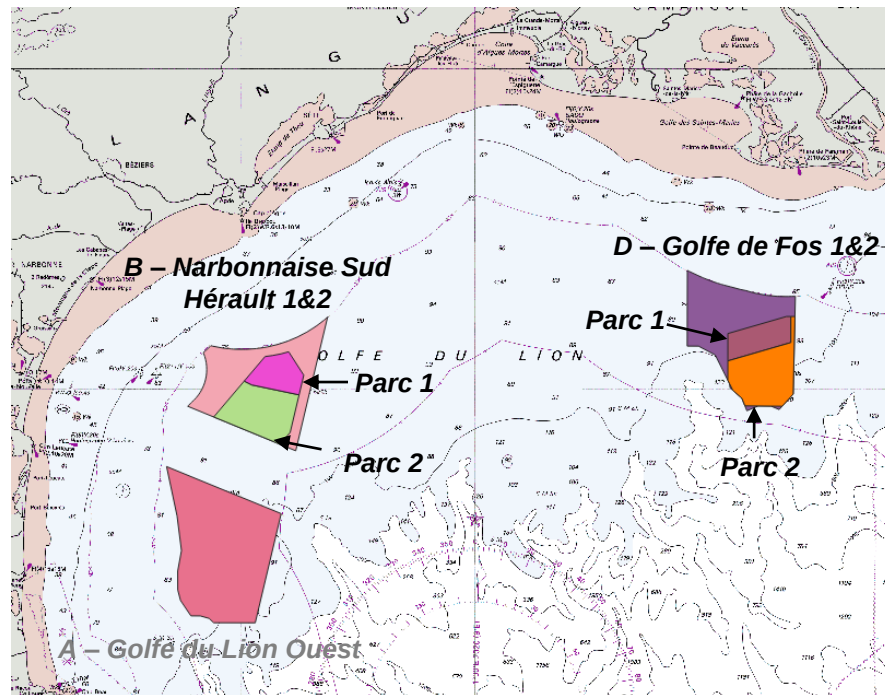


LOT 3 : Campagnes de levés morpho-sédimentaire

Golfe du Lion

Phase	Période de levé	Porteurs
Phase 1	Août et septembre 2021	BHO Beautemps-Beaupré
Phase 2	Février et mars 2022	BHO Beautemps-Beaupré

	A - 364 km ²	B - 296 km ²	D - 312 km ²
Bathymétrie	Complète		
Imagerie SMF	Complète		
Imagerie sonar latéral	Partielle		
Prélèvements	28	37	22
Profils sismiques	144	352	163
Magnétisme	Partielle et selon météo et présence de bouées, casiers, palangriers		



LOT 3 : Campagnes de levés morpho-sédimentaires – Livrables

Livrables fournis dans le cadre des campagnes de levés morpho-sédimentaires

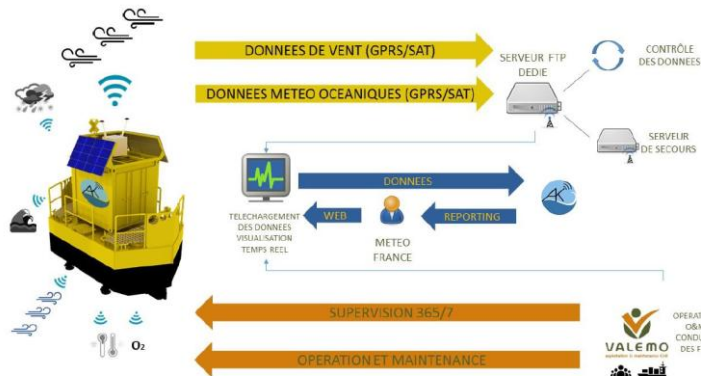
LOT 3 Convention 2019-2023	Réalisation de levés morpho-sédimentaires	
	T3.IT	Instructions Techniques
	T3.IP	Instructions Particulières
	T3.CM	Bilan de fin de phase de levé morpho-sédimentaire

LOT 3 : Campagnes de mesures météo-océanographiques

Réalisation des mesures courantométriques et houlographiques

Campagnes de **mesures océanographiques de courants**, **hauteurs d'eau** et **vagues** opérées par un prestataire de **Météo France (AKROCEAN)** Durée 12 mois - prolongation 12 à 24 mois :

- mesures de courants sur la colonne d'eau par profileur de courant acoustique Doppler (ADCP)
- Mesures de hauteur d'eau
- mesures de houle en surface (centrale inertielle)
- données acquises sous la responsabilité de Météo France et mises à disposition du Shom

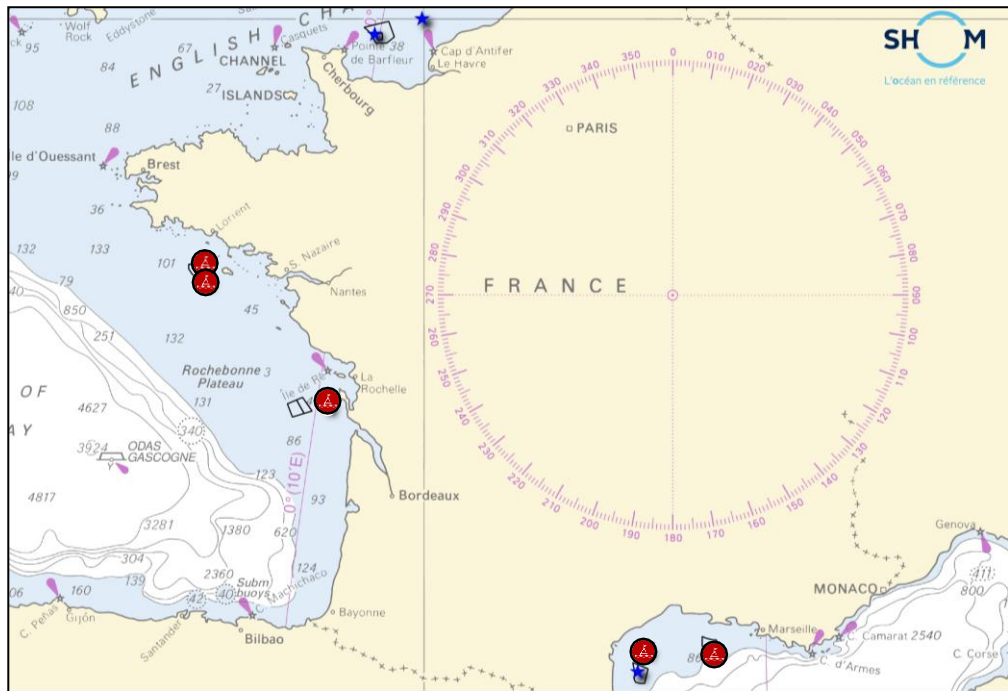


LOT 3 : Campagnes de mesures météo-océanographiques

Mesures océanographiques de courants, hauteur d'eau et houle

Déploiement de 5 bouées sur les zones :

- Bretagne Sud (2 bouées)
- Oléron (1 bouée)
- Golfe du Lion (2 bouées)



LOT 3 : Campagnes de mesures météo-océanographiques

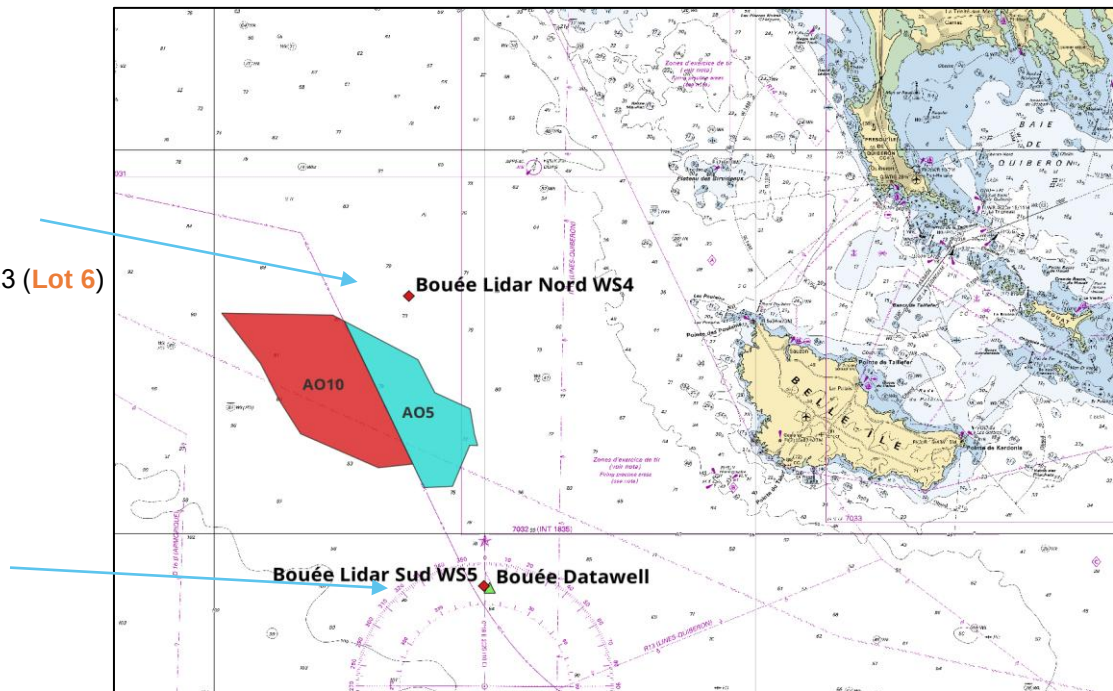
Bretagne Sud - Mesures océanographiques de courants, hauteur d'eau et houle

Bouée Nord (WS4) :

- Immersion 80 m
- **3 ans de mesure**
 - Active à compter du 07/07/2020
 - Prolongation de 24 mois jusqu'au 07/10/2023 (**Lot 6**)

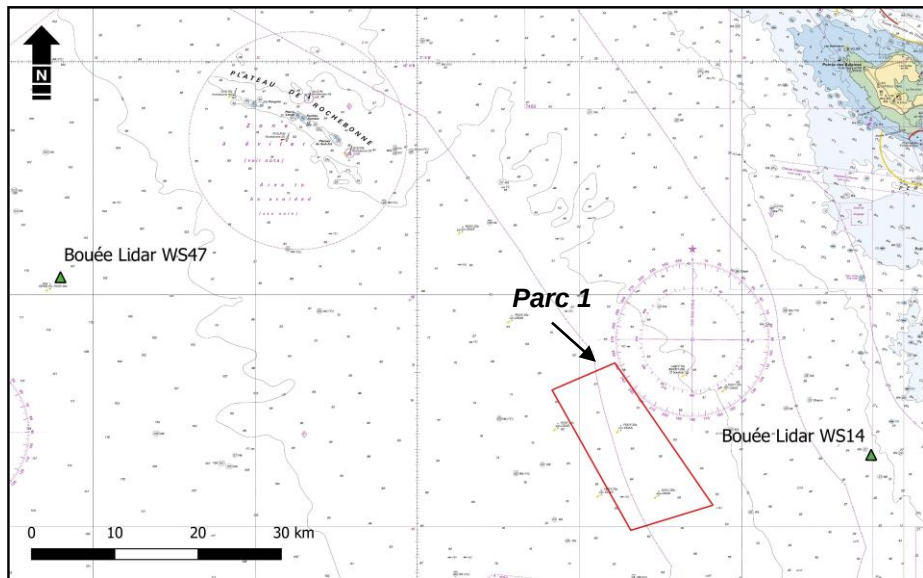
Bouée Sud (WS5) + Datawell

- Immersions 87 m et 92 m
- **1 an de mesure**
 - Campagne du 09/07/2021 au 08/10/2021



LOT 3 : Campagnes de mesures météo-océanographiques

Oléron - Mesures océanographiques de courants, hauteur d'eau et houle



Bouée Oléron (WS14) :

- Immersion 91 m
- **2 ans et 3 mois de mesures**
 - Active à compter du 03/06/2021
 - Prolongation de 12 mois jusqu'au 02/09/2023 (**Lot 6**)

Bouée GGS (WS47) :

- Immersion 112 m
- **1 ans de mesures réalisé + prolongation en cours**
 - Active à compter du 13/12/2024
 - Prolongation de 12 mois jusqu'au 12/12/2026 (**Lot 6**)

LOT 3 : Campagnes de mesures météo-océanographiques

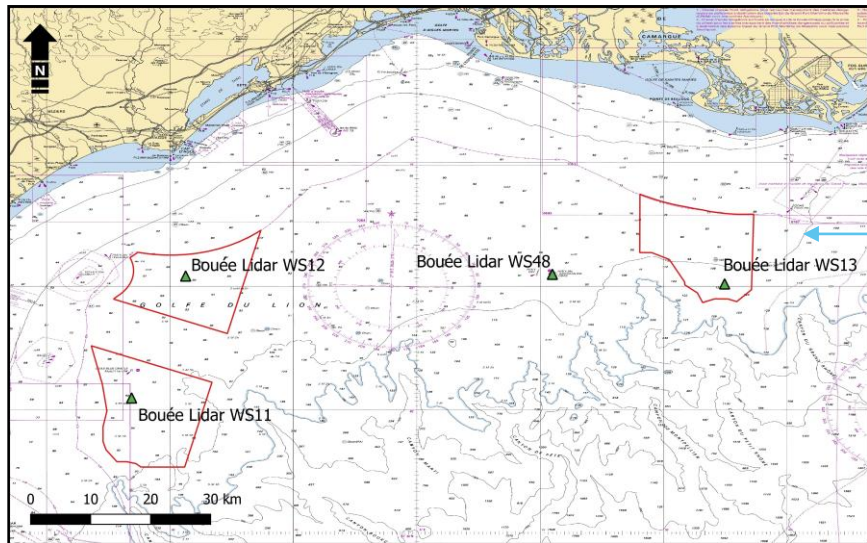
Golfe du Lion - Mesures océanographiques de courants, hauteur d'eau et houle

Bouée A (WS11) :

- Immersion 96 m
- Active à compter du 08/06/2021
- Prolongation de xx mois jusqu'au 30/06/2023 (Lot 6)

Bouée B (WS12) :

- Immersion 91 m
- Active à compter du 09/06/2021
- Prolongation de 24 mois jusqu'au 09/08/2024 (Lot 6)



Bouée D (WS13) :

- Immersion 104 m
- Active à compter du 09/06/2021
- Prolongation de 24 mois jusqu'au 09/07/2024 (Lot 6)

Bouée GLE (WS48) :

- Immersion 90 m
- 1 ans de mesures réalisé + prolongation en cours
 - Active à compter du 01/12/2024
 - Prolongation de 12 mois jusqu'au 11/12/2026 (Lot 6)

LOT 3 : Campagnes de mesures météo-océanographiques - Livrables

Livrables fournis dans le cadre des campagnes de mesures océanographiques (Lot 3 et Lot 6)

LOT 3 Convention 2019-2023			Réalisation de campagnes de mesures météorologiques et océanographiques
	T3.C1		Mesures de courant mises en forme et homogénéisées
	T3.C3		Rapport intermédiaire de traitement des données à 6 mois de mesure de courant
	T3.C4		Rapport de fin de campagne
	T3.H1		Données de houle mises en forme et homogénéisées

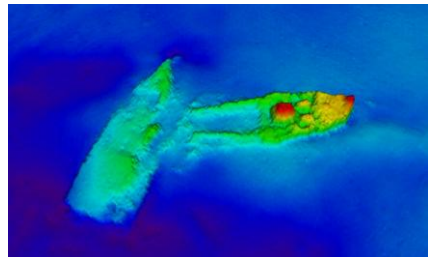
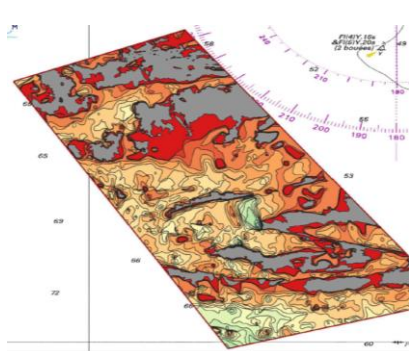
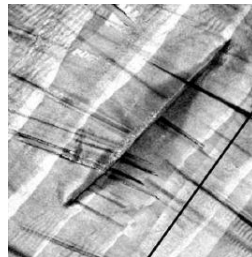
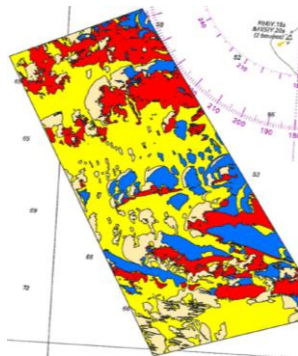
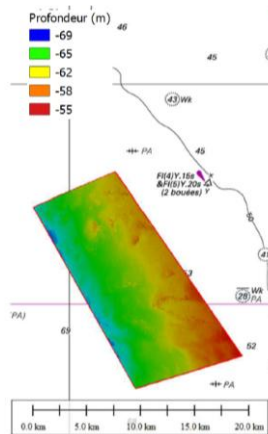
LOT 6 Convention 2019-2023			Prolongation de la campagne de mesures météorologiques et océanographiques
	T6.C1		Mesures de courant mises en forme et homogénéisées
	T6.C3		Rapport synthétique d'analyse préliminaire pour la mesure de courant
	T6.H1		Mesures de houle mises en forme et homogénéisées
	T6.H3		Rapport synthétique d'analyse préliminaire pour la mesure de houle

LOT 4 : Dossier d'environnement final – Levés

Etablir un dossier d'environnement final à partir des données recueillies lors des campagnes à la mer

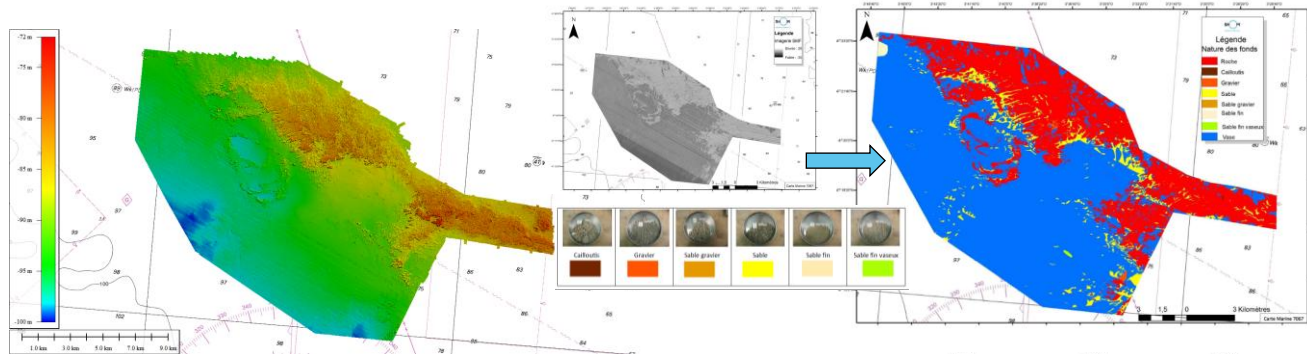
Volets techniques :

- **Bathymétrie** : réalisation d'un MNT de résolution 0,5 à 2 m selon la zone
- **Sédimentologie** :
 - carte de nature des fonds
 - carte d'épaisseur de sédiments
 - analyses granulométriques
 - imagerie SMF
 - profils sismiques (SBP)
- **Éléments anthropiques** : mise à jour sur la zone après levés



LOT 4 : Dossier d'environnement final – Levés

Bretagne Sud : sédimentologie et bathymétrie

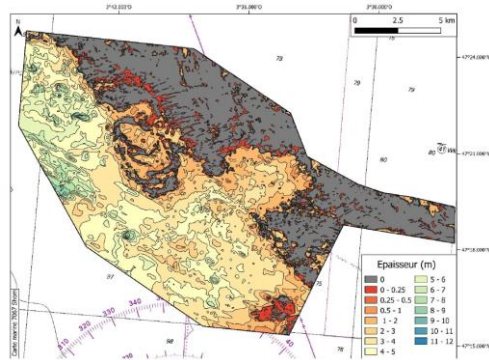


MNT bathymétrique

- Contraste bathymétrique entre le nord et le sud
- Profondeur 72 m au nord
- Profondeur atteignant 100 m au sud
- Gradient de pente du nord-est vers le sud-ouest

Carte de natures des fonds

- Deux zones distinctes :
 - ✓ Substratum affleurant au nord avec du sédiment grossier (sable, cailloutis, graviers)
 - ✓ Sédiment silto-argileux au sud
- Placages sableux à la jonction entre ces deux ensembles

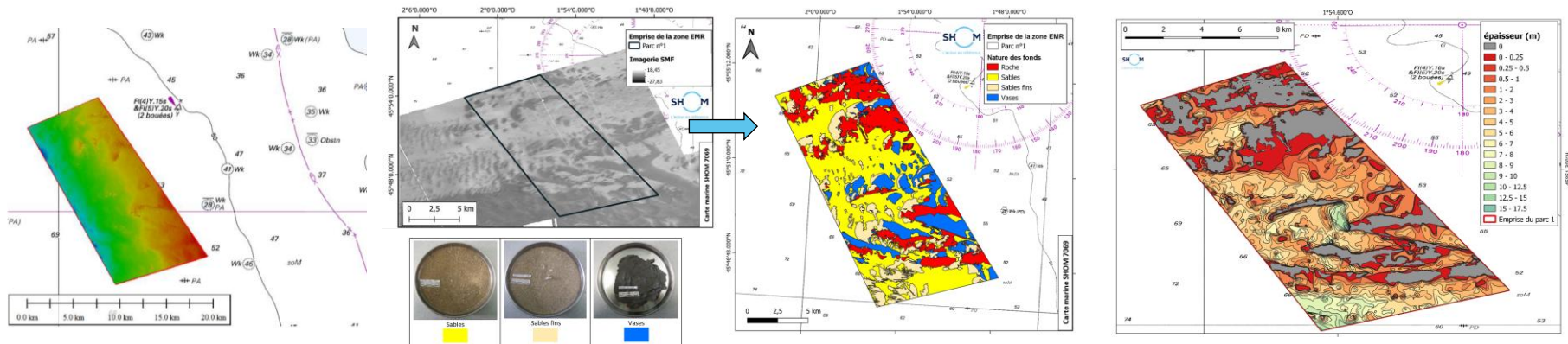


Carte d'épaisseur sédimentaire

- Nord : substratum rocheux affleurant avec dépôt sédimentaires ≤ 4 m
- Sud : épaisseurs sédimentaires continues ≤ 12 m

LOT 4 : Dossier d'environnement final – Levés

Oléron : sédimentologie et bathymétrie



MNT bathymétrique

- Morphologie homogène
- Faible gradient de pente (0,1 %) de l'est vers l'ouest
- Profondeur entre 54 et 65 m
- Structures sédimentaires (dunes)

Natures des fonds

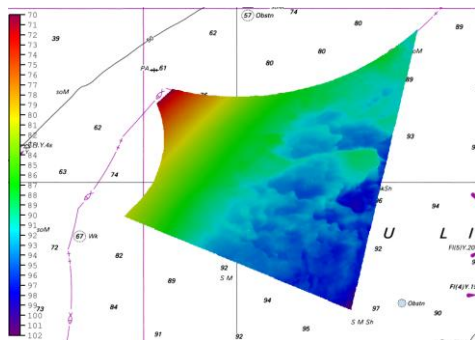
- Hétérogène, sédiments majoritairement sableux
- Présence de vase entre les structures sédimentaires sableuses
- Affleurement du substratum rocheux
- Structures asymétriques orientées est-ouest (fractions fines) – $H = 1 \text{ m}$ et $L_{\text{onde}} = 200 \text{ m}$

Cartes d'épaisseur sédimentaire

- Affleurement du substratum rocheux
- Epaisseur de sédiment meuble variant entre 0 et 17,5 m

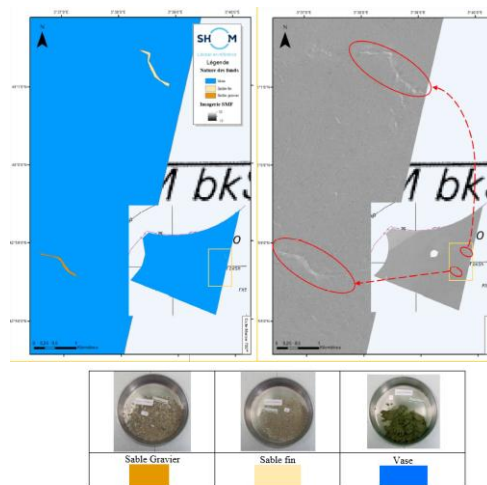
LOT 4 : Dossier d'environnement final – Levés

Golfe du Lion – Narbonnaise Sud Hérault (Zone B) : sédimentologie et bathymétrie



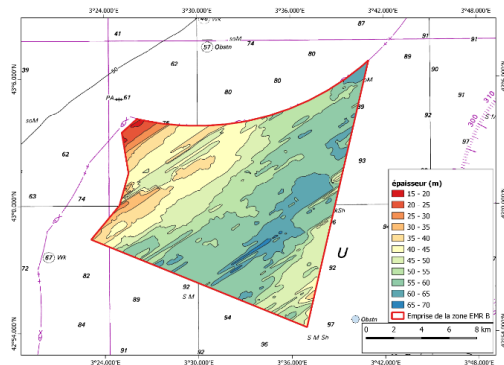
MNT bathymétrique

- Morphologie homogène
- Faible gradient de pente (0,1%) de l'ouest vers l'est
- Profondeur entre 60 et 110 m



Natures des fonds

- Vase (argile) majoritaire
- Fins rubans sable fin et sable graveleux à l'est

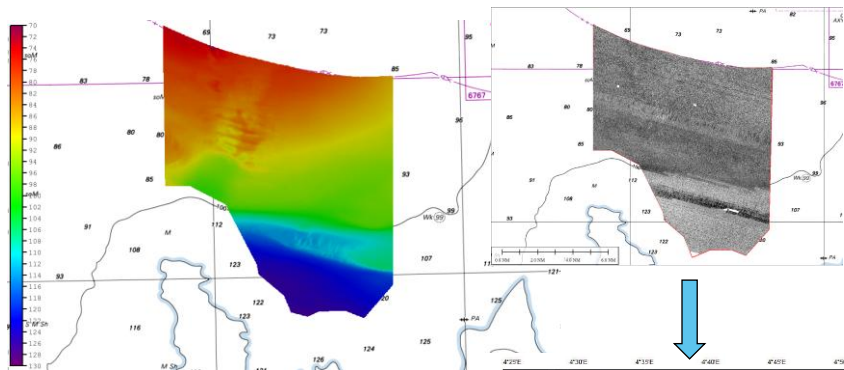


Carte d'épaisseur sédimentaire

- Epaisseurs croissantes de la côte (15-20 m) vers le large (70 m)
- Epaisseurs parallèles à la pente

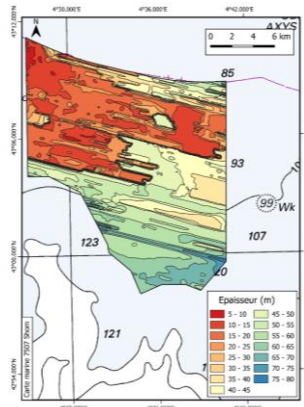
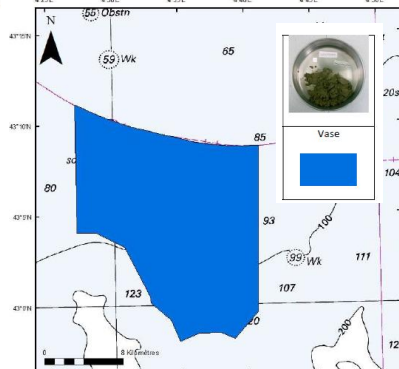
LOT 4 : Dossier d'environnement final – Levés

Golfe du Lion – Golfe de Fos (Zone D) : sédimentologie et bathymétrie



MNT bathymétrique

- Morphologie homogène
- Faible gradient de pente du nord vers le sud (0,2 %) s'accroissant à 0,5 %
- Profondeur entre 60 et 120 m



Carte d'épaisseur sédimentaire minimale (limite d'insonification)

- En moyenne plusieurs dizaines de m
- Epaisseurs max = 80 m au sud
- Epaisseurs plus faibles au nord et nord-ouest NO (5 à 45 m), probablement sous-évaluées
- 10 à 70 m à l'extrême nord-est

Natures des fonds

- Vase (argile)

LOT 4 : Dossier d'environnement final – Levés

Livrables fournis dans le cadre des dossiers d'environnement final - Levés

LOT 4 Convention 2019-2023	Dossier descriptif de l'état de la connaissance finale après validation et traitement des données acquises dans le cadre du LOT 3	
	T4.B1	Rapport final de levé Parc
	T4.B2	MNT Parc
	T4.S1	Carte de nature des fonds Parc
	T4.S2	Carte des épaisseurs sédimentaires Parc
	T4.S3	Analyses granulométriques Parc
	T4.S4	Rapport d'analyse des données sédimentaires Parc
	T4.S6	Imagerie SMF Parc Imagerie sonar latéral Parc
	T4.S7	Fichiers SEG Y issus du sondeur de sédiments Parc
	T4.A	Eléments anthropiques Parc

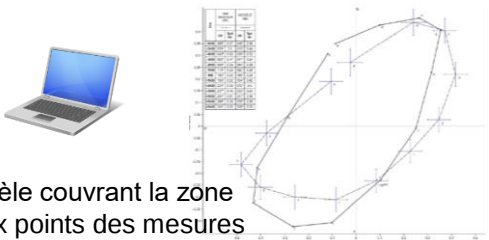
LOT 4 : Dossier d'environnement final – Mesures

Etablir un dossier d'environnement final à partir des données recueillies lors des campagnes de mesure à la mer

Volets techniques :

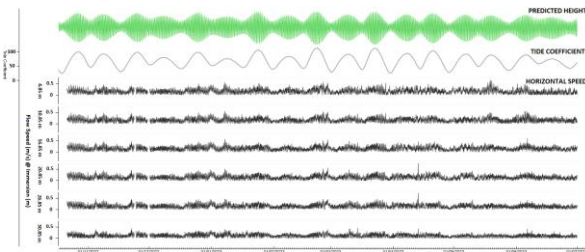
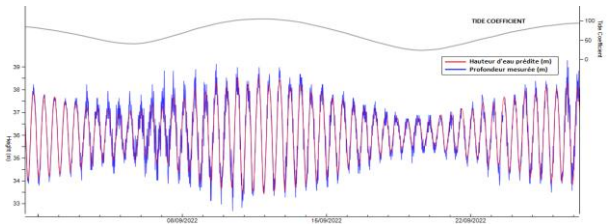
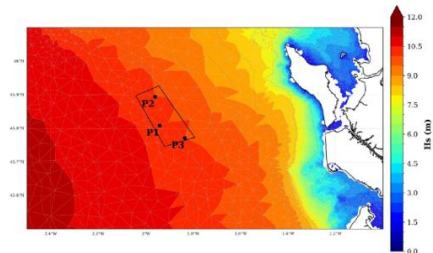
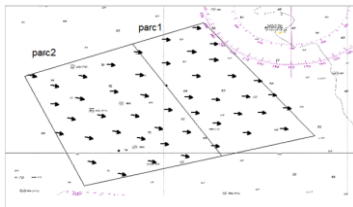
• Courants :

- ✓ Courants *in situ* et roses de courant
- ✓ Courants de marée aux nœuds du modèle couvrant la zone
- ✓ Rapports de qualification du modèle aux points des mesures



• Houle :

- ✓ Etude statistique approfondie sur la zone d'étude

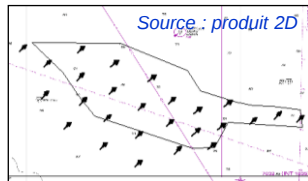


LOT 4 : Dossier d'environnement final – Mesures

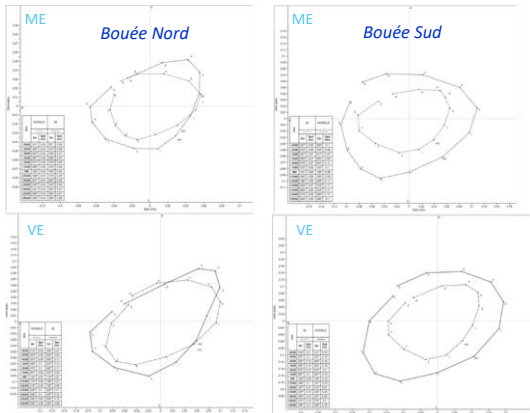
Bretagne Sud : océanographie – 10/06/2021 au 11/10/2023

Courants :

- ✓ Variabilité du signal de marée observée
- ✓ $V_{\max}$ en surface = 0,6 m/s
- ✓ Bouée N – variabilité plus marquée - 40 et 62 m
- ✓ Bouée S – profil plus homogène 0,5 m/s
- ✓ Influence marquée des courants de marée, peu de variabilité saisonnière
- ✓ Comparaison mesures/modèle 2D (TELEMAC) satisfaisante. Ecart dus à la distance point de mesure-nœud modèle. Comparaison entre mesures subsurface et modèle barotrope

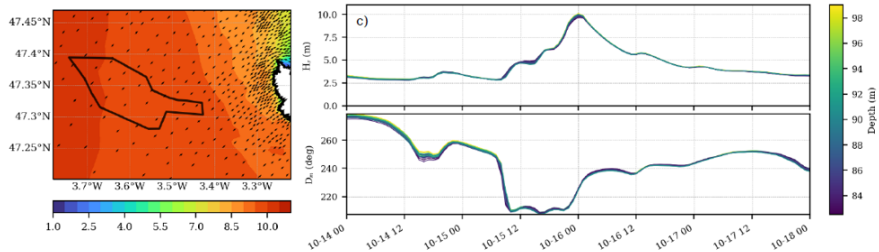


Roses de courant - Comparaison observations / modèle Gascogne



Etats de mer :

- ✓ Comparaison mesures houle / rejeu 1979-2021 (HYWAT).
- ✓ Bonne capacité du modèle à reproduire les propriétés statistiques des observations.
- ✓ Sous-estimation par le modèle des vagues les plus fortes
- ✓ Etats de mer assez énergétiques, $H_{s_{\text{moy}}} > 2$ m
- ✓ Direction de provenance majoritairement ouest
- ✓ $H_{s_{\text{max}}}(\text{modèle}) = 10,1$ m
- ✓ $H_s 100 = 11,27$ m



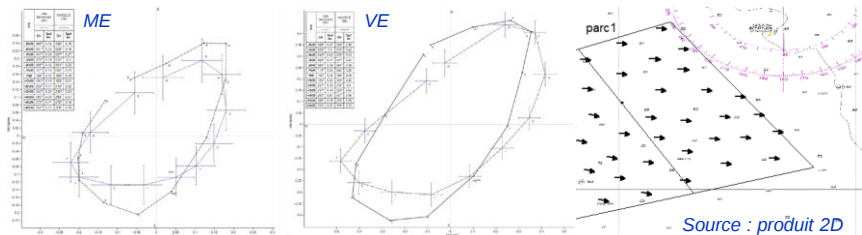
Champ de vagues et séries temporelles des hauteurs significatives et directions de provenance des vagues pour un événement majeur (tempête du 16 octobre 1987)

LOT 4 : Dossier d'environnement final – Mesures

Oléron : océanographie – 03/06/2021 au 30/06/2023

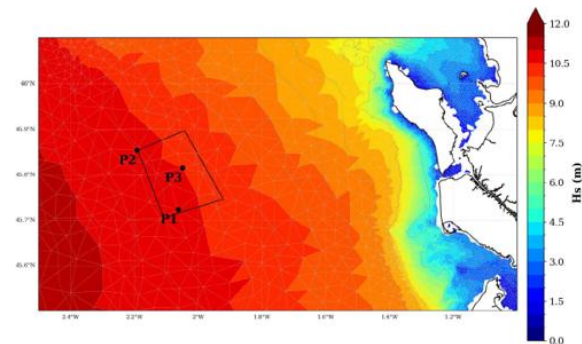
• Courants :

- ✓ 8 mois de mesures exploités / 2 ans
- ✓ Incertitudes (absence de mesures de conductivité)
- ✓ Variabilité du signal de marée bien observée
- ✓ $V_{\max} = 0,85$ m/s pour $P = 23$ m
- ✓ Profil hétérogène sur la colonne d'eau
- ✓ Influence marquée des courants de marée, peu de variabilité saisonnière
- ✓ Comparaison mesures/modèle 2D satisfaisante en vitesse et direction. Ecarts dus à la distance point de mesure-nœud modèle



• Etats de mer :

- ✓ Comparaison mesures houle / rejeu 1979-2022 (HYWAT). Bonne capacité du modèle à reproduire les propriétés statistiques des observations (mesures campagne et bouée CANDHIS). Sous-estimation par le modèle des vagues les plus fortes
- ✓ Etats de mer assez énergétiques, $H_{s_{\text{moy}}} = 2$ m
- ✓ Provenance majoritairement de direction O/SO à NO
- ✓ $H_{s_{\text{max}}} (\text{modèle}) = 10,65$ m
- ✓ $H_s 100 = 11,3$ m



Cartes des hauteurs significatives maximales modélisées sur la période 1979-2022

LOT 4 : Dossier d'environnement final – Mesures

Macrozone B – Narbonnaise Sud Hérault : océanographie – 10/06/2021 au 30/06/2023

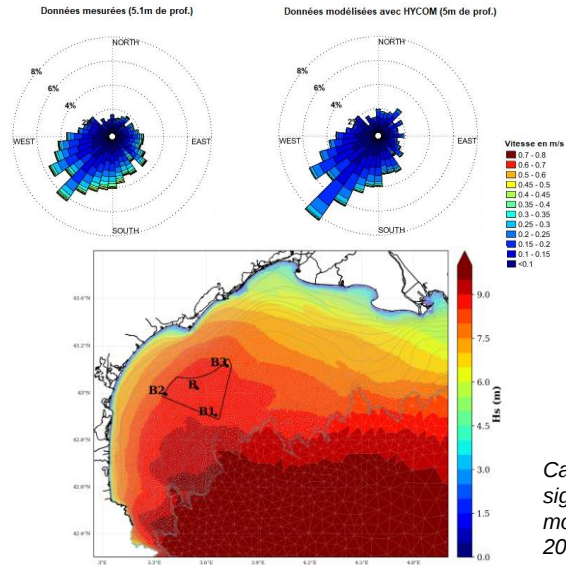
Courants :

- ✓ Observations en cohérence avec connaissance disponible
- ✓ Divers processus → courants de dérive, oscillations inertielles, intrusions du Courant Nord,
- ✓ Comparaison mesures/résultats simulation HYCOM : estimation relativement bonne des composantes principales du courant

Etats de mer :

- ✓ Comparaison mesures houle / jeu HR 2003-2022 (MEDYWAT). Bonne capacité du modèle à reproduire les propriétés statistiques des observations (y compris vagues les plus fortes)
- ✓ Etats de mer moyens peu énergétiques, $H_{s_{\text{moy}}} = 1 \text{ m}$
- ✓ Direction de provenance : O/NO et E/S
- ✓ $H_{s_{\text{max}}} \text{ (modèle)} < 9 \text{ m}$
- ✓ $H_{s_{100}} = 10,7 \text{ m}$

Mouillage	Surface	Profond
MED B	$V_{\text{max}} : 0,76 \text{ m/s}$ portant au sud/sud-est $V_{\text{moy}} : 0.15 \text{ m/s}$	$V_{\text{max}} : 0,35 \text{ m/s}$ portant au nord/nord-est à 80,1 m $V_{\text{moy}} : 0,06 \text{ m/s}$ à 80,1 m



Roses de courant.
Gauche : observations
Droite : modélisation

Cartes des hauteurs
significatives maximales
modélisées sur la période
2003-2022

LOT 4 : Dossier d'environnement final – Mesures

Macrozone D – Golfe de Fos : océanographie – 09/06/2021 au 30/06/2023

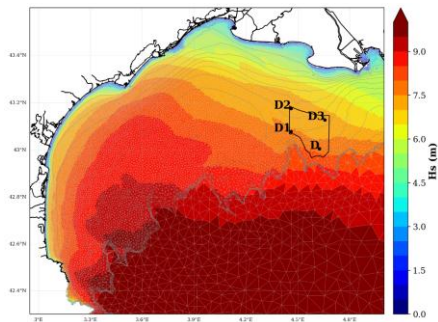
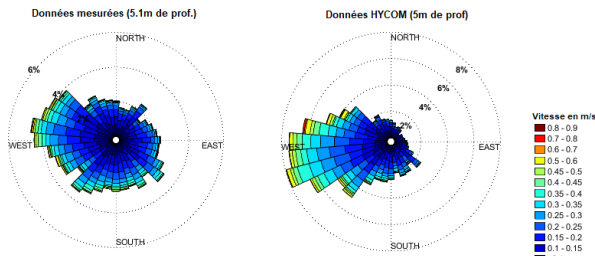
• Courants :

- ✓ Observations en cohérence avec connaissance disponible
- ✓ Divers processus -> courants de dérive, oscillations inertielles, intrusions du Courant Nord, tourbillons saisonniers
- ✓ Comparaison mesures/résultats simulation HYCOM : estimation relativement bonne des composantes principales du courant

• Etats de mer :

- ✓ Comparaison mesures houle / jeu HR 2003-2022 (MEDYWAT). Bonne capacité du modèle à reproduire les propriétés statistiques des observations (y compris vagues les plus fortes)
- ✓ Etats de mer moyens peu énergétiques, $H_{s_{\text{moy}}} = 1 \text{ m}$
- ✓ Direction de provenance : O/NO et E/S
- ✓ $H_{s_{\text{max}}} (\text{modèle}) < 9 \text{ m}$
- ✓ $H_{s_{100}} = 9,55 \text{ m}$

Mouillage	Surface	Profond
MED D	$V_{\text{max}} : 0,90 \text{ m/s}$ portant au sud/sud-est $V_{\text{moy}} : 0,18 \text{ m/s}$	$V_{\text{max}} : 0,66 \text{ m/s}$ portant à l'ouest à 98,1 m $V_{\text{moy}} : 0,12 \text{ m/s}$ au plus profond



LOT 4 : Dossier d'environnement final – Mesures

Livrables fournis dans le cadre des dossiers d'environnement final – Mesures

LOT 4 Convention 2019-2023	Dossier descriptif de l'état de la connaissance finale après validation et traitement des données acquises dans le cadre du LOT 3	
	T4.C1	Mesures in situ validées
	T4.C2	Courants de marée aux coefficients 45 et 95
		Courants issus des prévisions HYCOM aux nœuds proches des points de mesure
	T4.C3	Rapport d'analyse des mesures de courant
	T4.H	Etude statistique approfondie

Nota : COURANTS = livrables différents selon les zones :

Bretagne et Oléron :

T4.C1 = mesures validées

T4.C2 = statistiques de courant en 45 et 95

T4.C3 = Produit de courant de marée extrait sur la zone à partir du modèle requalifié + rapport

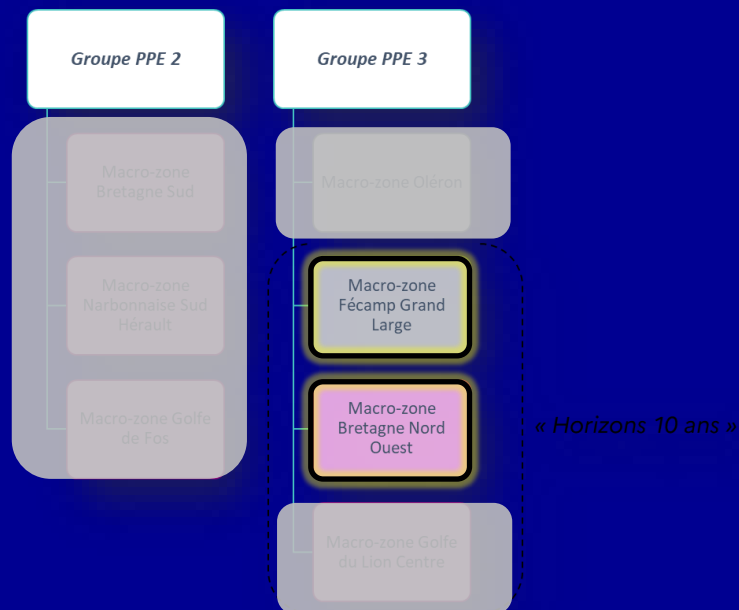
Méditerranée zones A, B et D :

T4.C1 = mesures validées

T4.C2 = pas de T4.C2

T4.C3 = Extraction du modèle Hycom au point le plus proche de la bouée + rapport

3. Convention Shom – DGEC 2024-2028

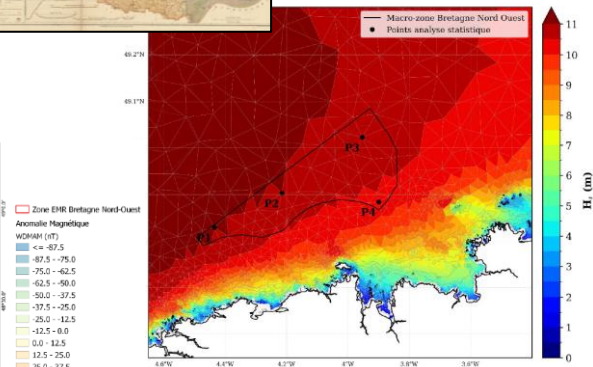
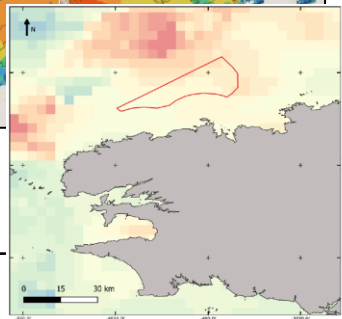
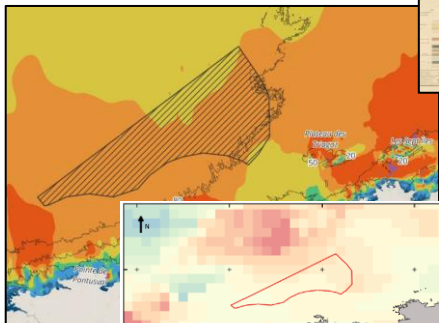
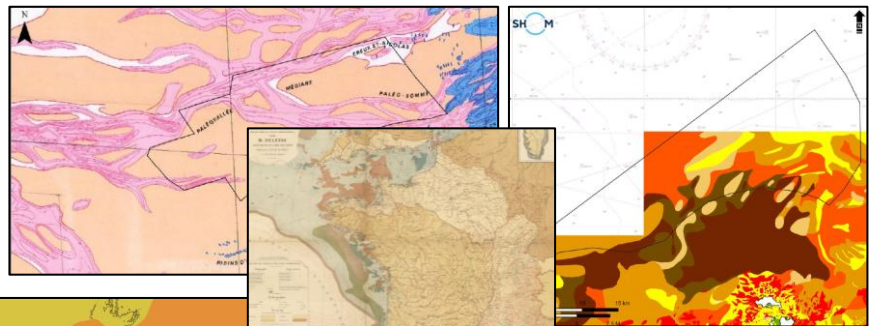


LOT 1 : Connaissance environnementale à priori

Etablir un dossier de l'état de connaissance initiale sur les zones d'implantation du parc éolien

Volets techniques :

- **Bathymétrie** (MNT de façade, lots de sonde disponibles)
- **Sédimentologie marine** (fichiers de données (granulométrie) et produits de nature des fonds, produits d'épaisseur sédimentaire selon disponibilité)
- **Eléments anthropiques** (épaves, câbles, zones réglementées...)
- **Hydrologie marine** (température et salinité dans la colonne d'eau aux immersions standard)
- **Courants et marée** (mesures de courant disponibles, atlas de courants de marée, geotiff des extrêmes de courants, prédictions de marée, ouvrage « niveaux marins extrêmes »)
- **Houles et vagues** (étude statistique menée à partir des rejeux disponibles)
- **Magnétisme** (analyse des données disponibles en magnétisme)



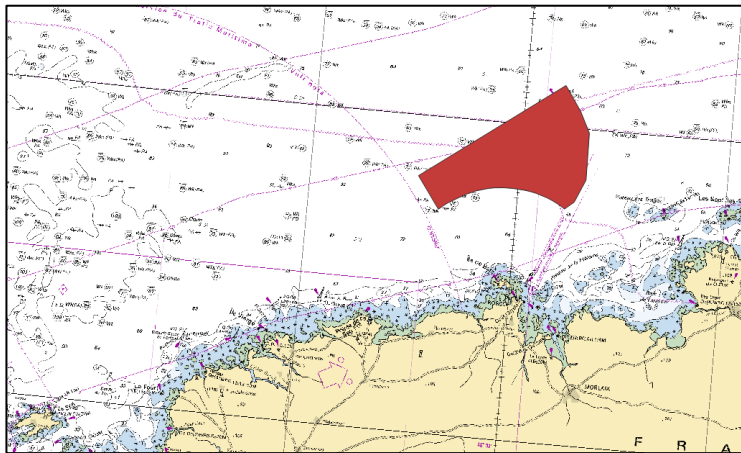
LOT 1 : Connaissance environnementale à priori

Etablir un dossier de l'état de connaissance initiale sur les zones d'implantation du parc éolien

BRETAGNE NORD

Bretagne Nord Ouest

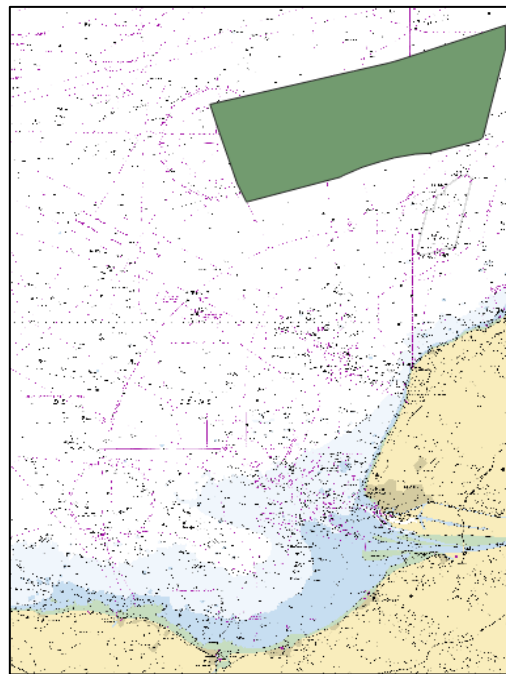
350 km² - 2025



MANCHE

Fécamp Grand Large

654 km² - 2024



LOT 1 : Connaissance environnementale à priori

Etablir un dossier de l'état de connaissance initiale sur les zones d'implantation du parc éolien

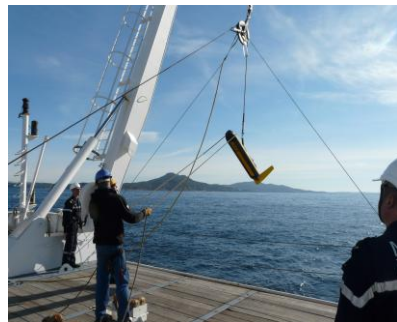
LOT 1 Convention 2024-2028	Dossier descriptif de l'état de la connaissance initiale sur la zone d'étude	
Bathymétrie	T1.B1_NUM, T1.B2_DAT,T1.B3_RAP	MNT et lots de sondes
Sédimentologie	T1.S1_NUM, T1.S2_DAT, T1.S3_NUM, T1.S4_RAP	Cartes de nature des fonds, analyses granulométriques, carte des épaisseurs sédimentaires, rapport
Eléments Anthropiques	T1.A_DAT, T1.A_RAP	Eléments anthropiques issus de la BDGS (épaves, obstructions, câble sous-marins, amers,...), Rapport
Courants	T1.C1_DAT, T1.C1_MAT_STAT, T1.C2_MAT_CART, T1.C2_MED_CART, T1.C3_MAT_CART, T1.C3_MED_CART, T1.C4_RAP	Mesures de courant <i>in situ</i> , Roses de courant coef. 45 et 95, Courants (atlas),Circulation courants, Vitesses maximales du courant de marée, Rapport
Marée	T1.M1_DOC , T1.M1_NUM, T1.M2_RAP T1.M3_RAP	Notice, prédictions de marée et extrêmes de niveaux marins, rapport
Houle	T1.H_RAP	Etude statistique préliminaire de la houle
Hydrologie	T1.HY2_CART , T1.HY2_STAT, T1.HY3_RAP	Cartes de température et de salinité en surface et à 20 m de profondeur, statistiques valeurs T et S sur la colonne d'eau, rapport
Magnétisme	T1.MAG_RAP	Rapport état de la connaissance initiale

LOT 2 : Campagnes de levés morpho-sédimentaires

Réalisation des levés hydrographiques et sédimentologiques *in situ* des zones d'implantation

Réalisation par le GHOA de levés *in situ* morpho-sédimentaire de reconnaissance environnementale au moyen des navires et vedettes hydrographiques :

- Sondeur multifaisceaux
- Sondeur vertical
- Sondeur de sédiments
- Sonar latéral
- Prélèvements à la benne
- Magnétomètre remorqué

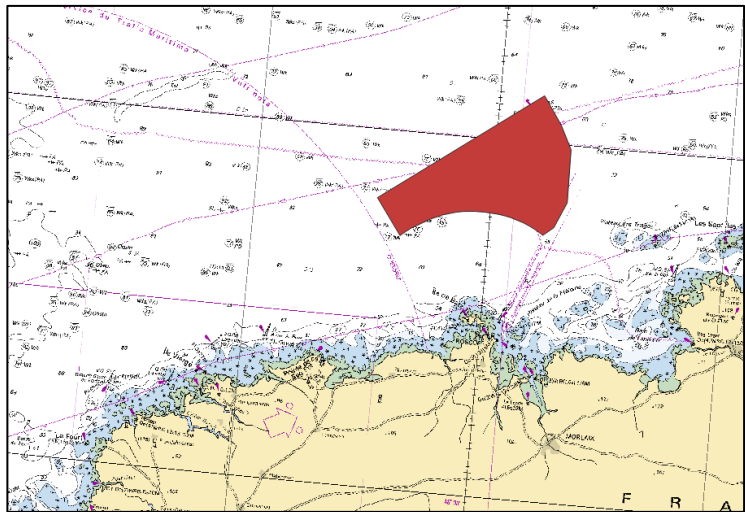


LOT 2 : Campagnes de levés morpho-sédimentaires

Bretagne Nord Ouest

Phase	Période de levé	Porteurs
Phase 1	Mars à mai 2025	BH2 Borda

	Parc initial 350 km²
Bathymétrie	Complète
Imagerie SMF	Complète
Imagerie sonar latéral	Partielle, acquisition suspendue en raison de la forte activité de pêche sur zone
Prélèvements	54
Profils sismiques	626
Magnétisme	Quasi complète à l'exception de quelques profils dans le sud de la zone en raison de la présence d'appareils de pêche



Retour d'expériences sur levé bathymétrique

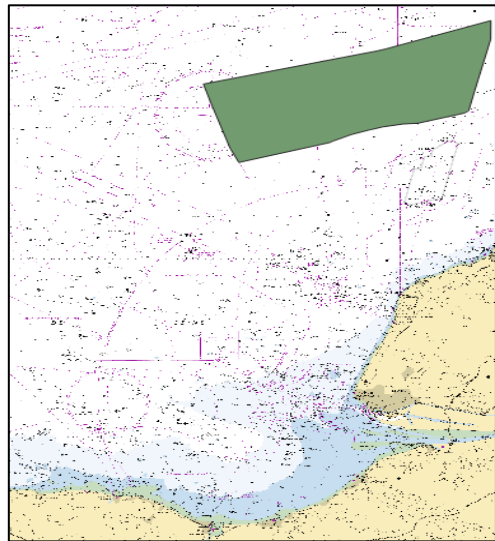
- La zone présente une forte activité de pêche qui est susceptible d'avoir un impact fort sur les engins remorqués

LOT 2 : Campagnes de levés morpho-sédimentaires

Fécamp Grand Large

Phase	Période de levé	Porteurs
Phase 1	5 mars au 27 juin 2024	BH2 Laplace BHO Beautemps-Beaupré

	Parc initial 654 km²
Bathymétrie	Complète
Imagerie SMF	Complète
Imagerie sonar latéral	Partielle, problèmes de disponibilité de la chaîne d'acquisition
Prélèvements	127
Profils sismiques	275
Magnétisme	Complète



Retour d'expériences sur levé bathymétrique

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

LOT 2 : Campagnes de levés morpho-sédimentaires – Livrables

Livrables fournis dans le cadre des campagnes de levés morpho-sédimentaires

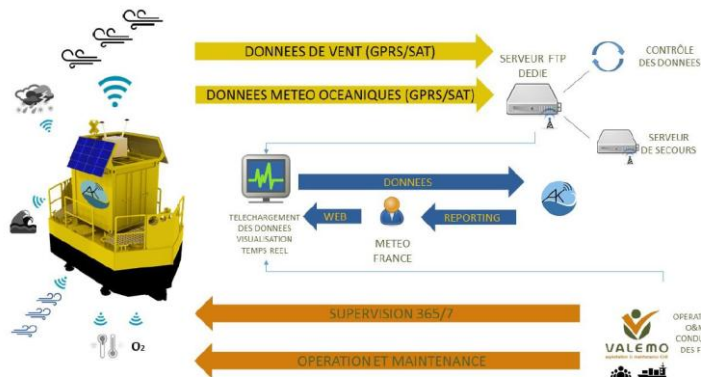
LOT 2 Convention 2024-2028	Réalisation de levés morpho-sédimentaires	
	T2.IT_RAP	Instructions Techniques
	T2.IP_RAP	Instructions Particulières
	T2.MNT_NUM	MNT bathymétrique intermédiaire
	T2.NAV_DAT	Lignes de navigation SMF
	T2.CM_RAP	Bilan de fin de phase de levé morpho-sédimentaire

LOT 3 : Campagnes de mesures météo-océanographiques

Réalisation des mesures courantométriques et houlographiques

Campagnes de **mesures océanographiques de courants**, **hauteurs d'eau** et **vagues** opérées par un prestataire de **Météo France (AKROCEAN)** Durée 12 mois - prolongation 12 à 24 mois :

- mesures de courants sur la colonne d'eau par profileur de courant acoustique Doppler (ADCP)
- mesures de houle en surface (centrale inertielle)
- données acquises sous la responsabilité de Météo France et mises à disposition du Shom

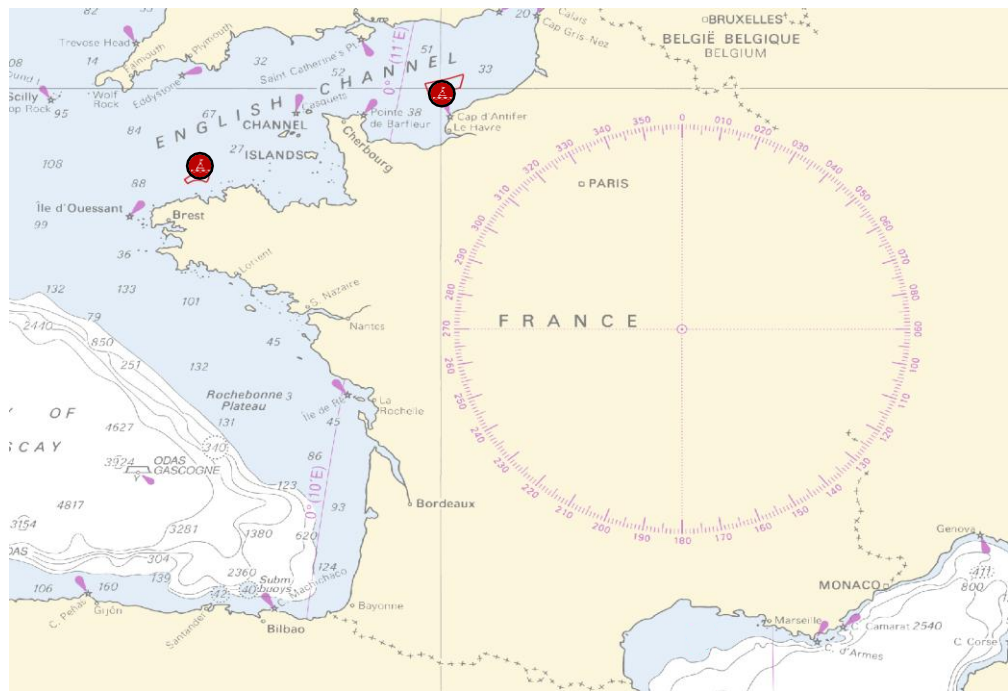


LOT 3 : Campagnes de mesures météo-océanographiques

Mesures océanographiques de courants, hauteur d'eau et houle

Déploiement de 2 bouées sur les zones :

- Bretagne Nord Ouest
- Fécamp Grand Large

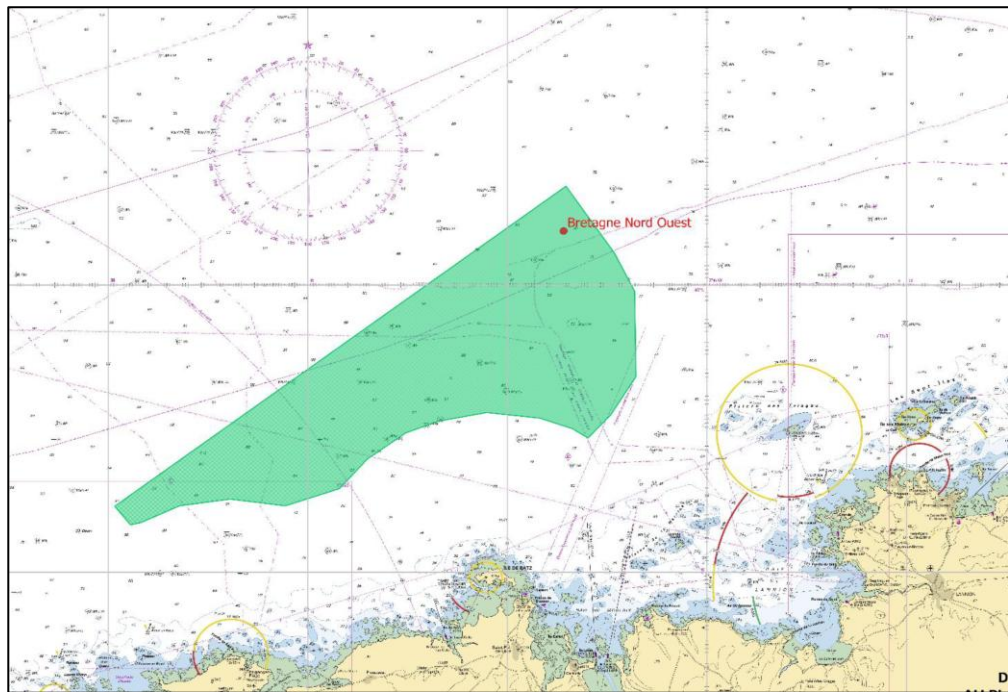


LOT 3 : Campagnes de mesures météo-océanographiques

Bretagne Nord Ouest - Mesures océanographiques de courants, hauteur d'eau et houle

Bouée WINDSEA (Akrocean) :

- Immersion 90 m
- Active à compter du 13/03/2025 jusqu'au 21/04/2026 (durée supérieure à 1 an suite incident mesure)
- 93% de données courant et 88,6 % de données houle sur la période de temps

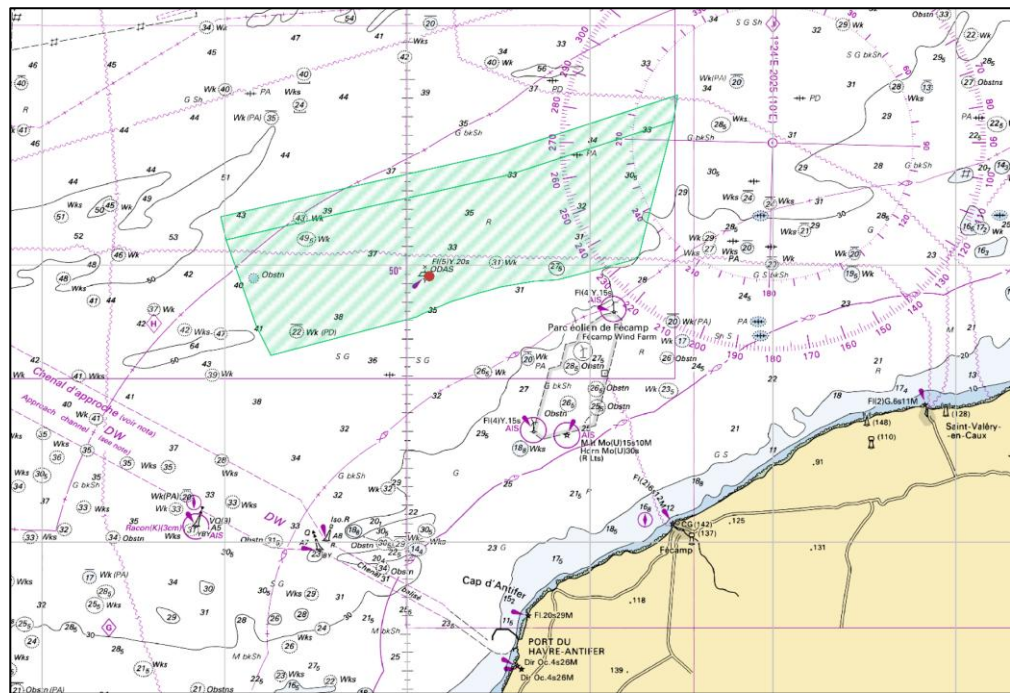


LOT 3 : Campagnes de mesures météo-océanographiques

Fécamp Grand Large - Mesures océanographiques de courants, hauteur d'eau et houle

Bouée WINDSEA (Akrocean) :

- Immersion 37 m
- Active à compter du 09/11/2024 jusqu'au 08/11/2025
- 99,3 % de données courant et houle sur la période de temps



LOT 3 : Campagnes de mesures météo-océanographiques - Livrables

Livrables fournis dans le cadre des campagnes de mesures océanographiques

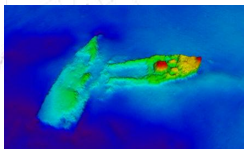
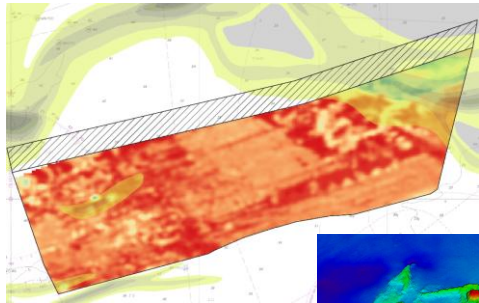
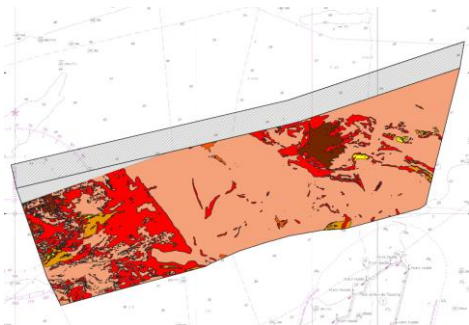
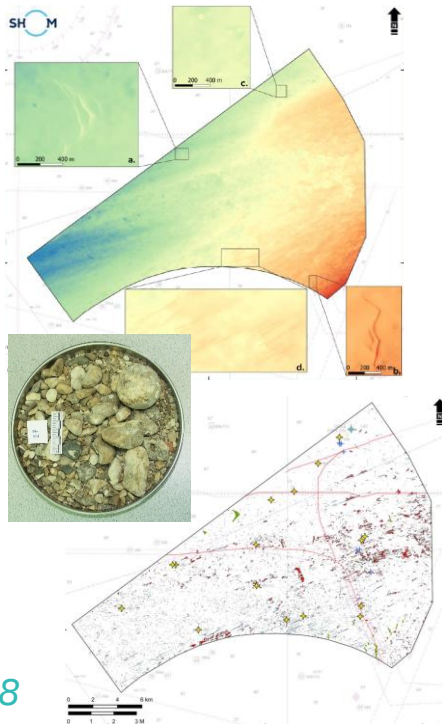
LOT 3 Convention 2024-2028	Réalisation de mesures in situ de courant et de houle	
Courant	T3.C1_DAT	Mesures in situ semestrielles contrôlées
	T3.C1_RAP	Rapport d'analyse préliminaire semestriel
	T3.C2_DAT	Mesures in situ annuelles homogénéisées
	T3.C2_RAP	Rapport d'analyse annuel
Houle	T3.H1_DAT	Données contrôlées
	T3.H1_RAP	Rapport d'analyse préliminaire semestriel

LOT 4 : Dossier d'environnement final – Levés

Etablir un dossier d'environnement final à partir des données recueillies lors des campagnes à la mer

Volets techniques :

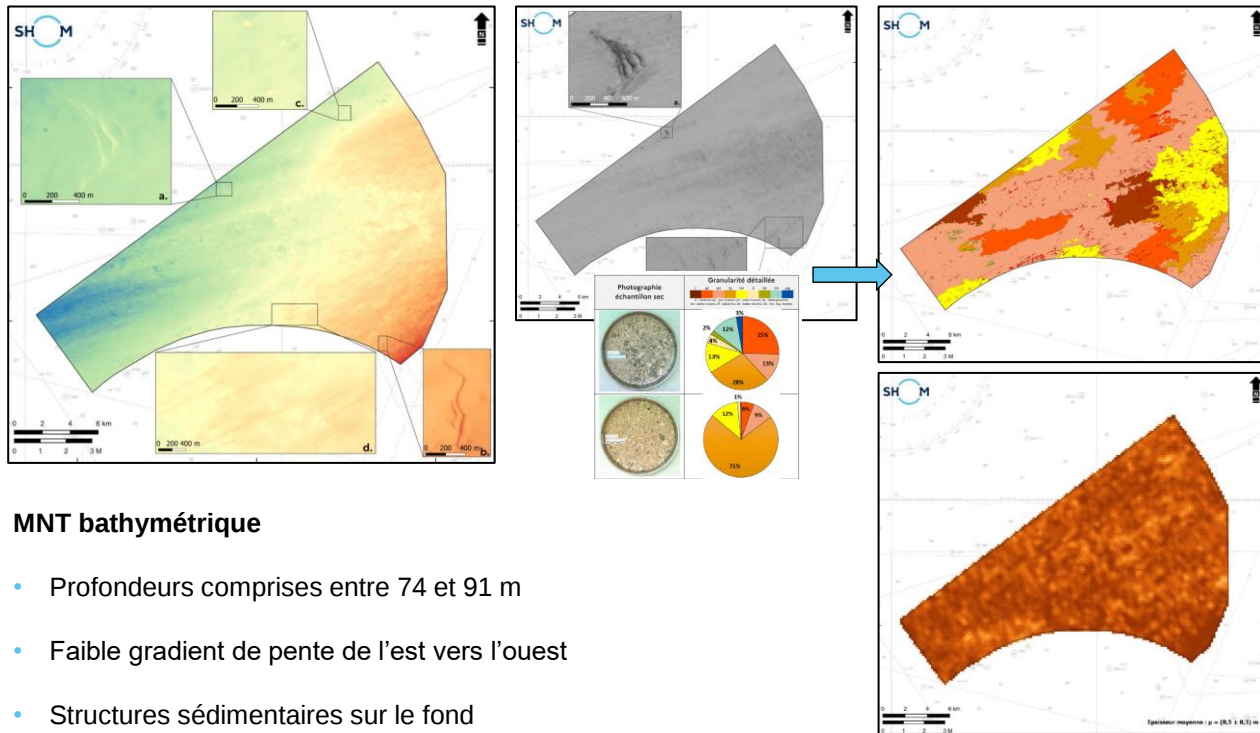
- **Bathymétrie** : réalisation d'un MNT de résolution 0,5 à 1 m selon la zone
- **Sédimentologie** :
 - carte de nature des fonds
 - carte d'épaisseur de sédiments
 - analyses granulométriques
 - imagerie SMF
 - profils sismiques (SBP)
 - *carte des structures sédimentaires et géologiques**
 - *différentiel bathymétrique**
 - *dynamique hydro-sédimentaire**
- **Éléments anthropiques** : mise à jour sur la zone après levés



** Nouveaux produits convention 2024-2028*

LOT 4 : Dossier d'environnement final – Levés

Bretagne Nord Ouest : sédimentologie et bathymétrie



MNT bathymétrique

- Profondeurs comprises entre 74 et 91 m
- Faible gradient de pente de l'est vers l'ouest
- Structures sédimentaires sur le fond

Carte de natures des fonds

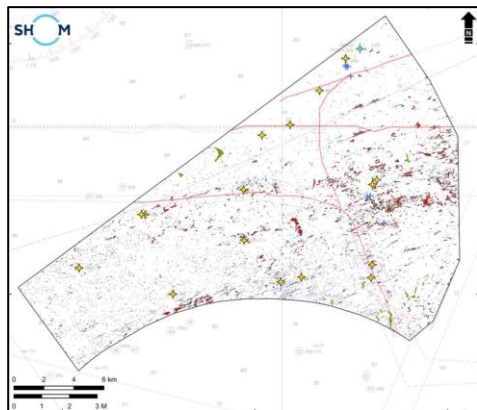
- Prédominance des faciès de mélanges de sables et de graviers
- Très peu ou pas de sédiment fin (sable fin ou argile)
- Affleurement du substratum rocheux induré par endroit

Carte d'épaisseur sédimentaire

- Épaisseur très faible sur l'ensemble de la zone (moyenne de 0,5 m)

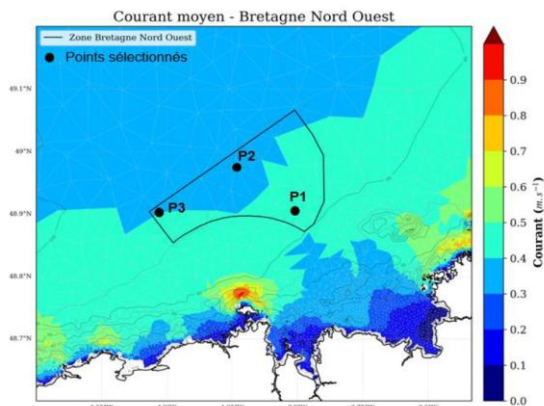
LOT 4 : Dossier d'environnement final – Levés

Bretagne Nord Ouest : sédimentologie et bathymétrie



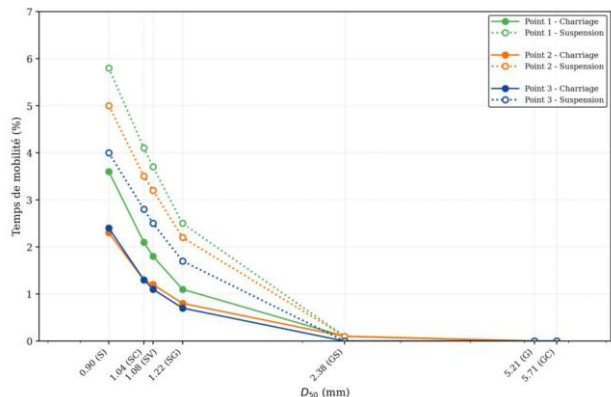
Carte des structures sédimentaires

- Présence de petites à grandes dunes (sinueuses, linéaires) relativement limitée
- Nombreuses dépressions circulaires
- Roches affleurantes longilignes et circulaires



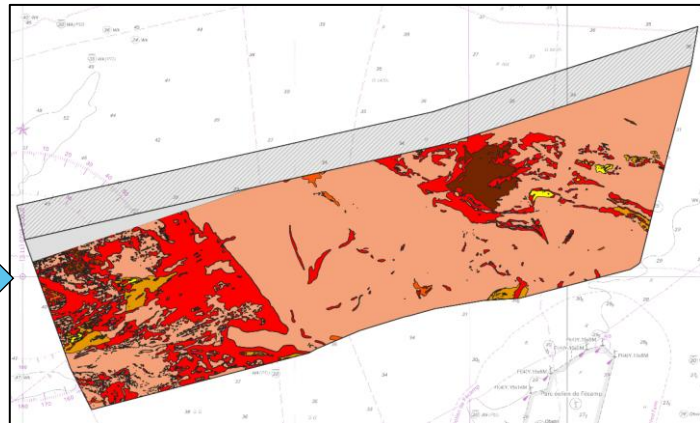
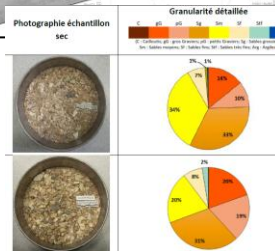
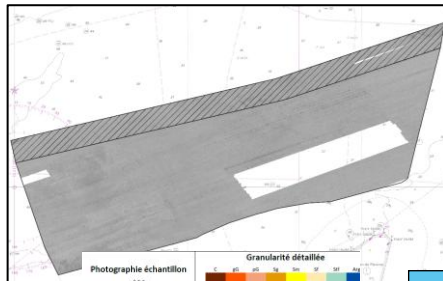
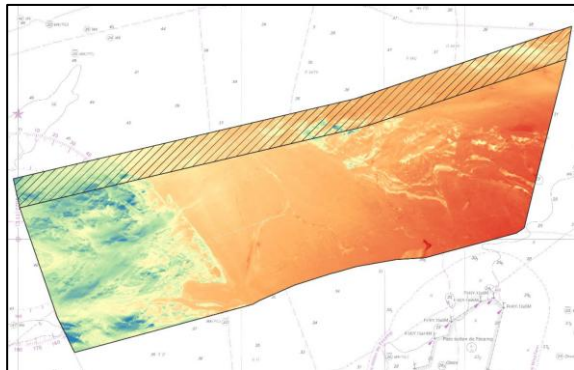
Dynamique hydro-sédimentaire

- Sédiment principalement non mobilisable
- Les courants de marée ne remobilisent que de rares fois les sédiments les plus fins
- Dominance du transport par charriage
- Le calcul du différentiel bathymétrique sur une période de ~100 ans confirme la stabilité sédimentaire de la zone



LOT 4 : Dossier d'environnement final – Levés

Fécamp Grand Large : sédimentologie et bathymétrie



MNT bathymétrique

- Profondeurs comprises entre 30 et 55 m*
- Faible gradient de pente de l'est vers l'ouest
- Structures sédimentaires sur le fond

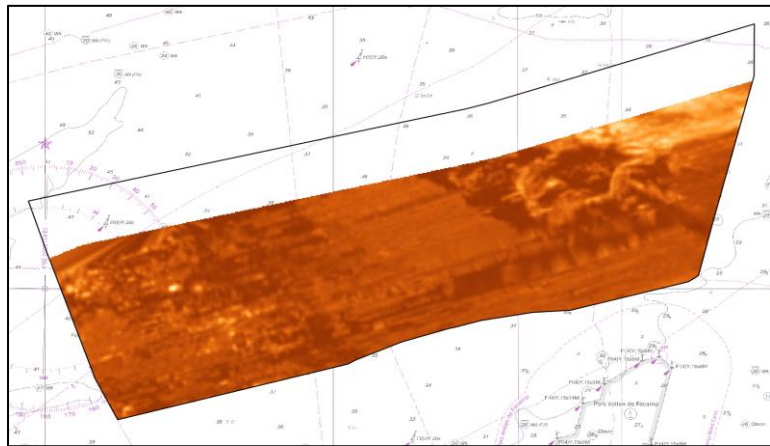
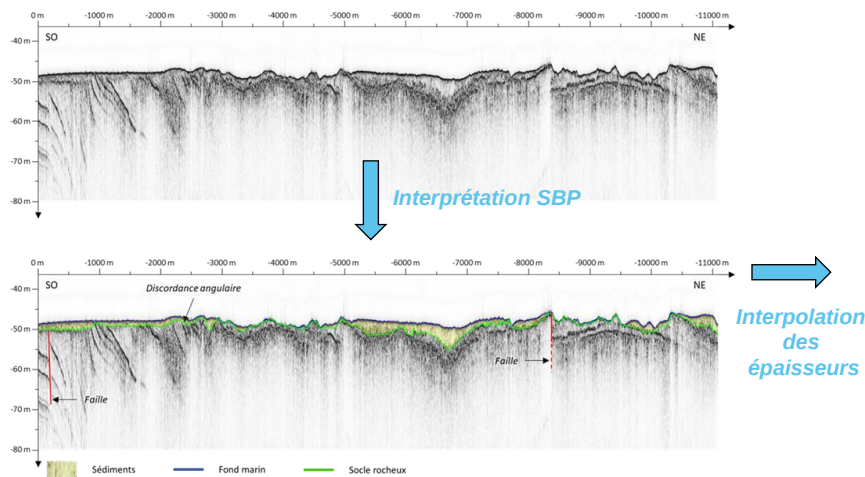
*valeurs corrigées après le webinaire

Carte de natures des fonds

- Dominance des classes sédimentaires graviers et sables (mélanges)
- Répartition des faciès conditionnée par la topographie sous-marine et l'affleurement du substratum rocheux

LOT 4 : Dossier d'environnement final – Levés

Fécamp Grand Large : sédimentologie et bathymétrie

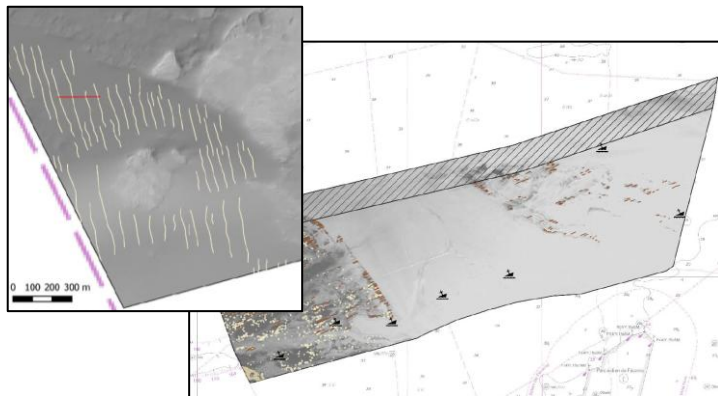


Carte d'épaisseur sédimentaire

- Epaisseurs variant de 0 à 5 m.
- Zone alluviale (quaternaire) au nord-est
- Présence de nombreux plis et de failles dans le substratum rocheux

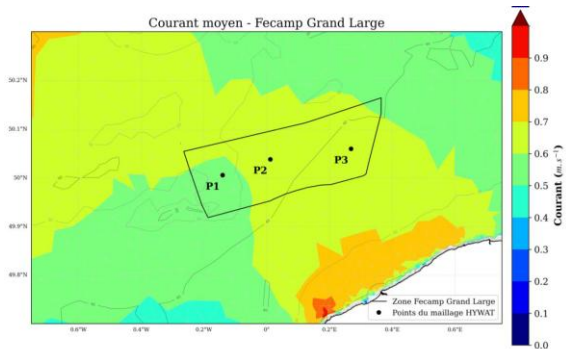
LOT 4 : Dossier d'environnement final – Levés

Fécamp Grand Large : sédimentologie et bathymétrie



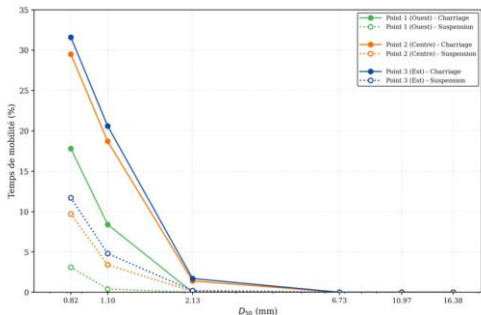
Carte des structures sédimentaires & épaves

- Champ de petites à moyennes dunes au sud-est.
- Structures rocheuses longitudinales orientées sud-est / nord-ouest
- Blocs de roches et dépressions circulaires sur le fond accidenté (pas dans la partie centrale).
- 10 épaves



Dynamique hydro-sédimentaire

- Les courants contrôlent la dynamique sédimentaire ; l'effet des vagues est marginal.
- Les sédiments grossiers dominants sont globalement stables.
- Seule une faible fraction de sédiments fins (< 3 % sur la zone) peut-être ponctuellement mobilisés, principalement par charriage.
- Les variations bathymétriques observées sur ~50 ans sont négatives et localisées dans des dépressions circulaires (érosion ou processus karstiques possibles).



LOT 4 : Dossier d'environnement final – Levés

Livrables fournis dans le cadre des dossiers d'environnement final - Levés

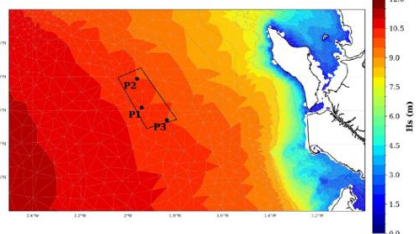
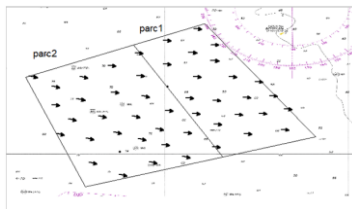
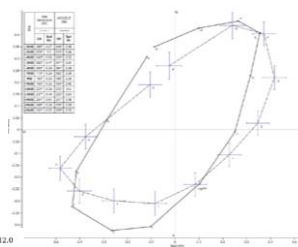
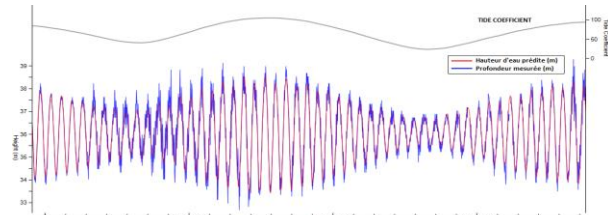
LOT 4 Convention 2024-2028	Dossier descriptif de l'état de la connaissance finale après validation et traitement des données acquises dans le cadre du LOT 3	
Bathymétrie	T4.B1_RAP, T4.B2_NUM	Rapport final du levé bathy-sédimentologique, Modèle numérique de terrain (MNT)
Éléments Anthropiques	T4.A_DAT	Epaves et obstructions, câbles et conduites sous-marins, amers et balisages, zones réglementées
Magnétisme	T4.G_RAP	Rapport d'analyse des données du levé magnétique
Sédimentologie	T4.S1_NUM T4.S2_NUM T4S.S3_DAT T4.S3_RAP T4.S4_RAP T4.S5_NUM T4.S6_NUM T4.S7_NUM T4.S8_NUM T4.S9_NUM	Natures de fond Épaisseur sédimentaire minimale Granulométrie Rapport d'analyse granulométrique Rapport d'exploitation sédimentologique Imagerie acoustique Profils de sondeur de sédiments Structures naturelles Pente Différentiel bathymétrique
Hydrodynamique sédimentaire	T4.HDYN1_RAP T4.HDYN2_RAP	Rapport d'analyse des conditions de mise en mouvement des sédiments Rapport d'analyse des morphologies sédimentaires potentiellement dynamiques

LOT 5 : Analyse des mesures de houle et de courant

Analyse et traitement des données de courant et de houle acquises dans la Macro-zone de la campagne initiale

Volets techniques :

- Courants :
 - ✓ Courants *in situ* et roses de courant
 - ✓ Courants de marée aux nœuds du modèle
 - ✓ Rapports de qualification du modèle aux points des mesures
- Houle :
 - ✓ Etude statistique approfondie sur la zone d'étude



LOT 5 : Analyse des mesures de houle et de courant

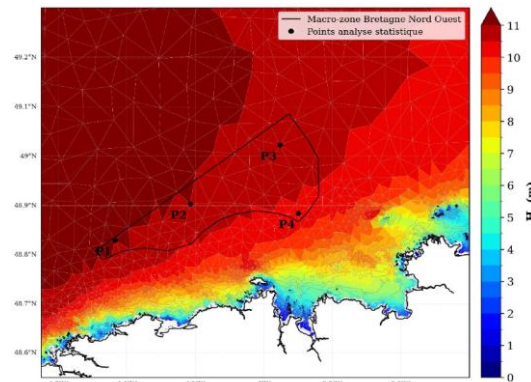
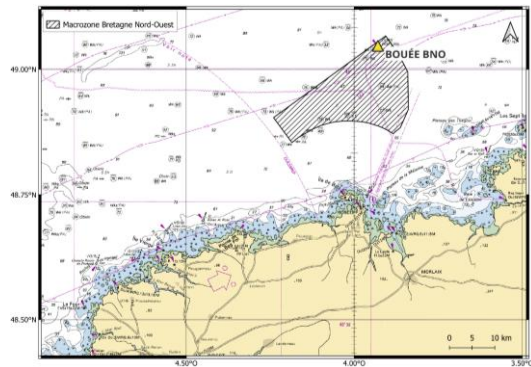
Bretagne Nord Ouest : océanographie – 13/03/2025 au 21/04/2026

• Courants :

- ✓ Travaux en cours
- ✓ Campagne prolongée de 5 semaines suite interruption de données liée au passage de la tempête Goretti ayant entrainer des problèmes d'alimentation électrique et d'inclinaison de la bouée (perte de la bouée d'ancrage intermédiaire),

• Etats de mer : Première analyse avant livraison lot

- ✓ Comparaison mesures houle / rejeu 1979-2025 (HYWAT). Bonne capacité du modèle à reproduire les propriétés statistiques des observations (bouée CANDHIS). Sous-estimation par le modèle des vagues les plus fortes (**Lot 1**)
- ✓ Etats de mer assez énergétiques, $H_{s_{\text{moy}}} = 2,2 \text{ m}$ (**Lot 1**)
- ✓ Provenance majoritairement de direction O / ONO (**Lot 1**)
- ✓ $H_{s_{\text{max}}} (\text{modèle}) = 11 \text{ m}$ (**Lot 1**)



Cartes des hauteurs significatives maximales modélisées sur la période 1979-2025

* Lot 5 attendu pour le 21/09/2026

LOT 5 : Analyse des mesures de houle et de courant

Fécamp Grand Large : océanographie – 09/11/2024 au 08/11/2025

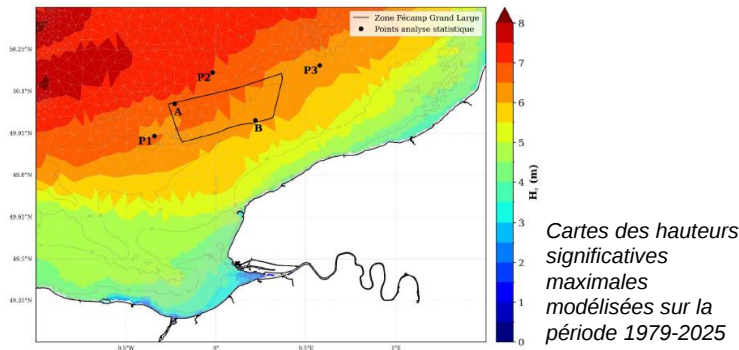
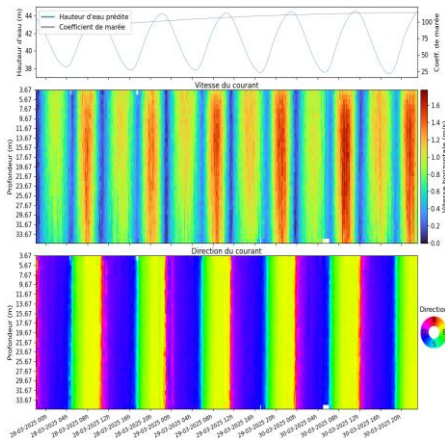
Courants :

- ✓ 12 mois de mesures exploités
- ✓ Incertitudes (absence de mesures de conductivité sur la deuxième partie de campagne)
- ✓ Variabilité du signal de marée bien observée
- ✓ $V_{\max} = 1,78$ m/s pour $P = 19,63$ m
- ✓ Profil hétérogène sur la colonne d'eau
- ✓ Influence marquée des courants de marée, peu de variabilité saisonnière
- ✓ Comparaison mesures/modèle 2D satisfaisante en vitesse et direction. Ecart dus à la distance point de mesure-nœud modèle

Etats de mer :

- ✓ Comparaison mesures houle / rejeu 1979-2025 (HYWAT). Bonne capacité du modèle à reproduire les propriétés statistiques des observations (mesures campagne et bouée CANDHIS). Sous-estimation par le modèle des vagues les plus fortes → correction du modèle
- ✓ $H_{s\text{ moy}} = 1,2$ m (Lot 2, ancienne convention)
- ✓ Provenance majoritairement de direction O (Lot 2, ancienne convention)
- ✓ $H_{s\text{ max}}$ (modèle) = 7 m (Lot 2, ancienne convention)
- ✓ $H_{s\ 100} \sim 9$ m

Vitesse et direction du courant sur la période du 28/03/2025 au 30/03/2025, associées au coefficient de marée et à la hauteur d'eau prédite



Cartes des hauteurs significatives maximales modélisées sur la période 1979-2025

LOT 5 : Analyse des mesures de houle et de courant

Livrables fournis dans le cadre de l'analyse des mesures de houle et de courant

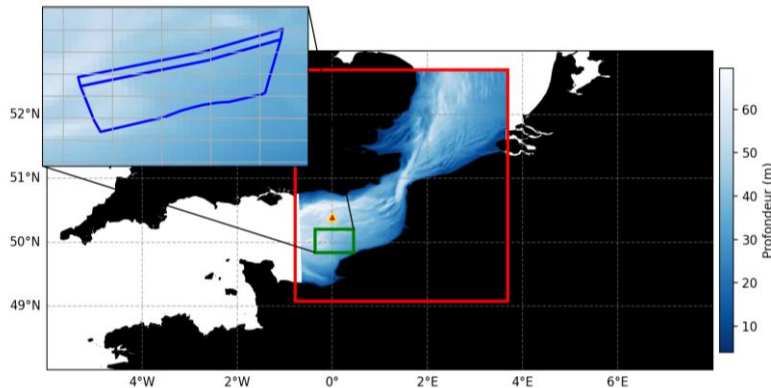
LOT 5 Convention 2024-2028	Dossier descriptif de l'état de la connaissance finale après validation et traitement des données acquises dans le cadre du LOT 3	
Courants	T5.C1_DAT T5.C1_STAT_MA T5.C2_NUM_MA T5.C3_RAP	Séries temporelles qualifiées, validées des vitesses de courant et hauteurs d'eau Statistique (tableaux de courant de marée) Courant de marée 3D Rapport d'analyses des mesures et de courant, validation et comparaison au modèle
Houle	T5.H1_DAT T5.H2_RAP	Spectres d'état de mer mesurés et validés Rapport d'étude contenant la comparaison du rejeu avec le mesures in-situ et l'analyse des conditions extrêmes

LOT 6 : Modélisation des courants et de l'hydrologie

6.1. Méthodologie de simulation de la variabilité des courants

Elaboration d'un rapport comportant quatre parties :

- Synthèse bibliographique des sources de variabilité océanique sur les façades métropolitaines
- Description de la chaîne générique de simulation numérique
- Plans d'expérience numériques à conduire
- Définition et description des indicateurs qui seront renseignés dans le lot 6.2



Zone rouge bathymétrie et zone verte emprise de simulation imbriquées pour étudier la zone FGL

LOT 6 : Modélisation des courants et de l'hydrologie

6.2. Etude de la variabilité des courants et de l'hydrologie

Pour compléter les observations *in-situ* des macro-zones obtenues au Lot 3, le Shom réalise des **simulations numériques** dédiées de **l'hydrodynamique et de l'hydrologie**. Ces simulations seront confrontées aux observations acquises par les bouées météo-océanographiques déployées sur la période.

Cette tâche se décompose en cinq parties :

- (1) Construction d'une configuration de modèle adaptée au processus de la macro-zone et simulation numérique sur une période commune aux mesures *in-situ*
- (2) Evaluation des performances du rejeu numérique par comparaison aux mesures *in-situ*
- (3) Evaluation des performances du rejeu numérique par comparaison aux autres observations disponibles
- (4) Extension du rejeu à des périodes plus énergétiques pour évaluation des extrêmes (tempêtes centennales)
- (5) Renseignement des indicateurs rendant compte de la variabilité spatiale et temporelle (particulièrement courant de fond et de surface)

LOT 6 : Modélisation des courants et de l'hydrologie

Livrables fournis dans le cadre la modélisation des courants et de l'hydrologie

LOT 6.1 et 6.2 Convention 2024-2028		
6.1 Méthode	T6.6.1.C1_RAP	Rapport : (1) synthèse bibliographique, (2) description de la chaîne générique de simulation numérique, (3) plans d'expériences numériques à conduire, (4) définition et description des indicateurs renseignés dans le lot 6.2
6.2 Résultats (par zone)	T6.2.C1_NUM	Données numériques de simulation aux points d'observation de courant réalisé avec le modèle à haute résolution de la macro-zone.
	T6.2.C1_RAP	Rapport : (1) description de la configuration modèle, (2) qualifications par rapports aux observations courants et hydrologie et d'analyses aux points d'observations et versus les données d'opportunité d'hydrologie.
	T6.2.C2_RAP	Etude statistique pour qualifier la représentativité spatiale des mesures acquises
	T6.2.C3_NUM	Données numériques de simulation sur macro-zone à haute résolution
	T6.2.C3_RAP	Rapport d'analyse phénoménologique et de choix des épisodes énergétiques. Analyse de l'impact sur les extrêmes

LOT 7 : Diffusion des données *

Elaboration de métadonnées pour la diffusion des données EMR

Objectif :

Permettre l'**accès libre** à tous et à tout moment, **des livrables fournis par le Shom au profit de la DGE** sur les zones étudiées d'implantation de parcs éoliens, au travers des études conduites sur la période **2020-2024** ainsi que celles comprises dans la nouvelle convention **2024-2028**.

Nature des livrables:

- Rédaction de fiches par thématiques concernées (bathymétrie, courant, marée, etc...).
- Mise en ligne des fiches sur l'espace de diffusion du Shom (*diffusion.shom.fr*) avec un lien de téléchargement des données (sur les portails du Shom ou non) et descriptif technique des données.
- Mise en ligne de fiches de métadonnées dans le catalogue *GeoNetwork* du Shom.
- Création de DOI (*Digital Object Identifier*) facilitant la citation et le référencement de ces données.

* *Lot 7 première phase attendue pour 2027*

Mise à disposition et avancement des livrables

Groupe PPE 2

Groupe PPE 3

Horizons 10 ans

Macro-zone	Biblio	Levés <i>*prolongation sans traitement et analyse</i>		Traitement et analyse		Modélisation (Lot 6.2)
		HYDRO	OCEANO	HYDRO	OCEANO	
Bretagne Sud (BS)	T4 - 2021	T4 - 2021	<i>fil de l'eau jusqu'en *T1 - 2025</i>	T2 - 2022	T4 - 2023	N.A
Narbonnaise Sud Hérault (NAR)	T2 - 2022	T3 - 2022	<i>fil de l'eau jusqu'en *T1 - 2025</i>	T4 - 2022	T4 - 2023	N.A
Golfe de Fos (FOS)	T2 - 2022	T3 - 2022	<i>fil de l'eau jusqu'en *T1 - 2025</i>	T4 - 2022	T4 - 2023	N.A
Oléron (OLE)	T4 - 2022	T4 - 2022	<i>fil de l'eau jusqu'en *T1 - 2024</i>	T2 - 2023	T4 - 2023	N.A
Fécamp Grand Large (FGL)	T4 - 2024	T3 - 2022	<i>fil de l'eau jusqu'en T4 - 2025</i>	T1 - 2026	T2 - 2026	T2 - 2026
Bretagne Nord Ouest (BNO)	T3 - 2025	T2 - 2025	<i>fil de l'eau jusqu'en T2 - 2026</i>	T2 - 2026	T3 - 2026	T4 - 2026
Golfe du Lion Centre (GLC)	Non Applicable (bouées NAR et GLE à environ 30 km)					T3 - 2027



Statut à date : **LIVRÉ** – **EN COURS DE FINALISATION** – **EN COURS DE PRODUCTION** – **À VENIR**

MERCI !

