

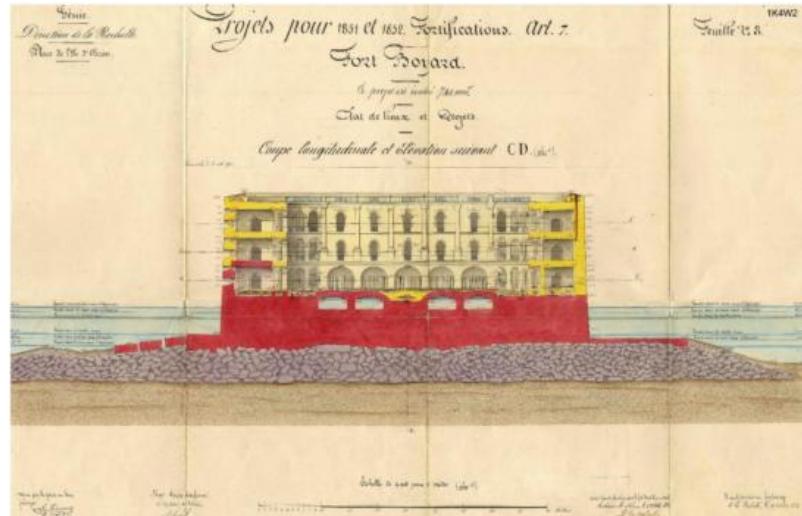
Plateforme de prédition opérationnelle des états de mer pour le chantier de protection contre la houle de Fort Boyard

- Contexte du projet
- Instrumentation
- Présentation du modèle
- La plateforme Seamafor

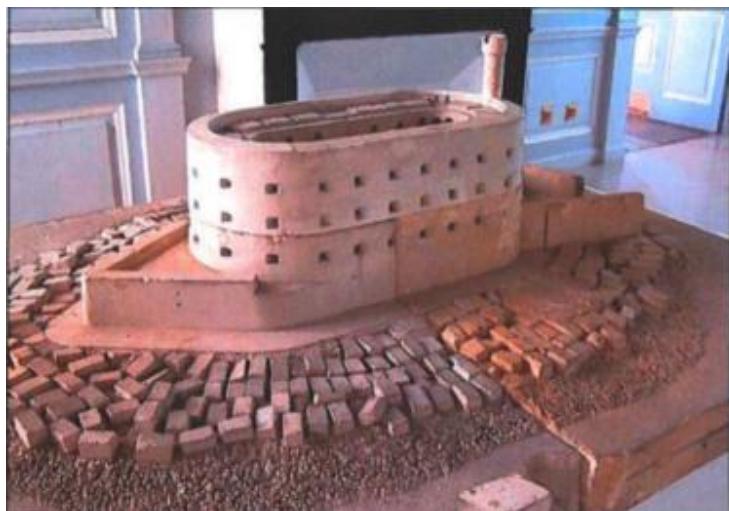


La construction du Fort

- 1801 : Bonaparte décide la construction d'un fort sur la longe de Boyard (pertuis Charentais) pour la protection de l'arsenal de Rochefort
- 1802 : début de la création de l'enrochemet
- 1842 : lancement du chantier de construction des fondations
- 1850 : démarrage de la construction du bâtiment
- 1860-1866 : création des ouvrages de protection complémentaire



Coupe longitudinale - Projet de 1850 – Archives de la Défense



Maquette du Fort au début du XXème siècle



Carte postale ancienne du Fort Boyard début XXème siècle

Le projet de reconstruction des ouvrages de protection contre la houle

- Maître d'ouvrage



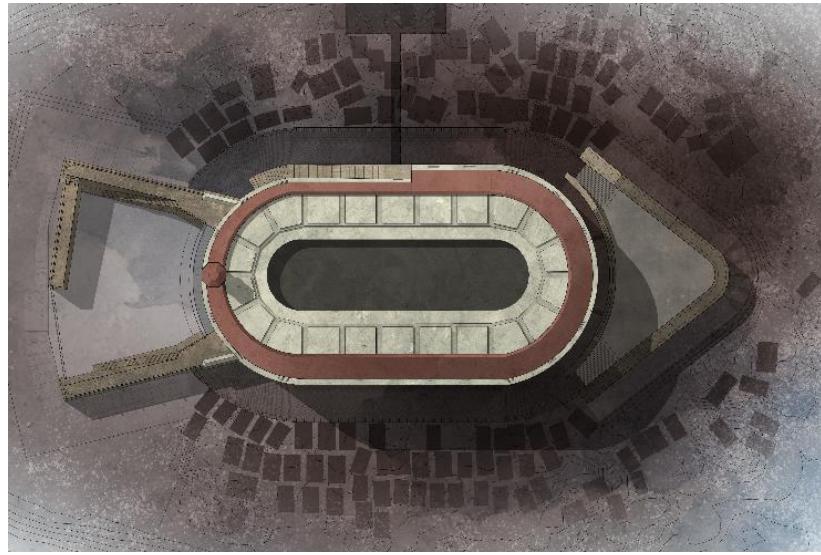
- Assistant Maître d'Ouvrage



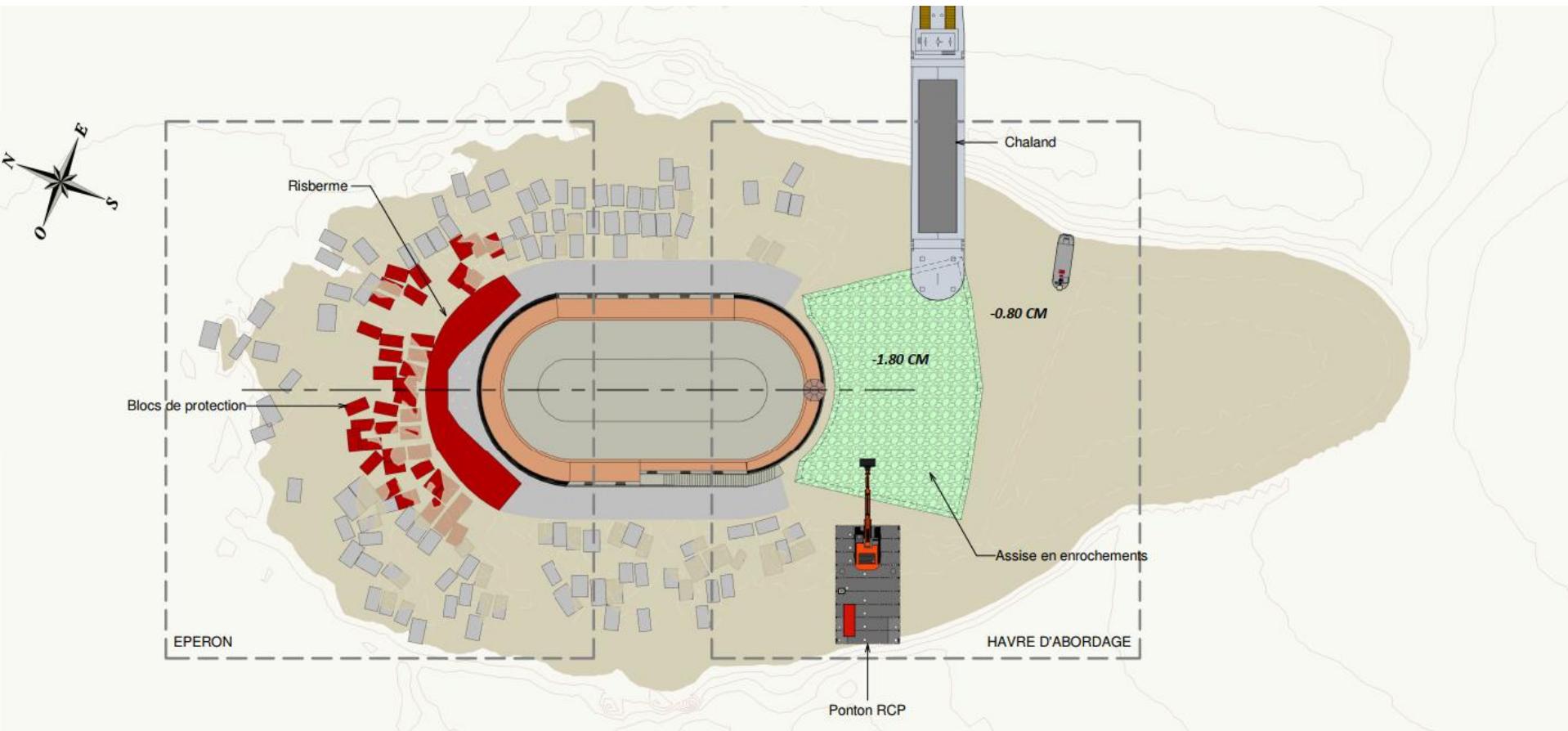
- Groupement de conception & réalisation



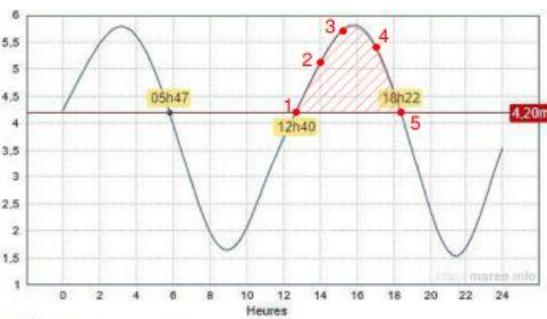
- Expertise océano-météo



Les travaux à réaliser sur site

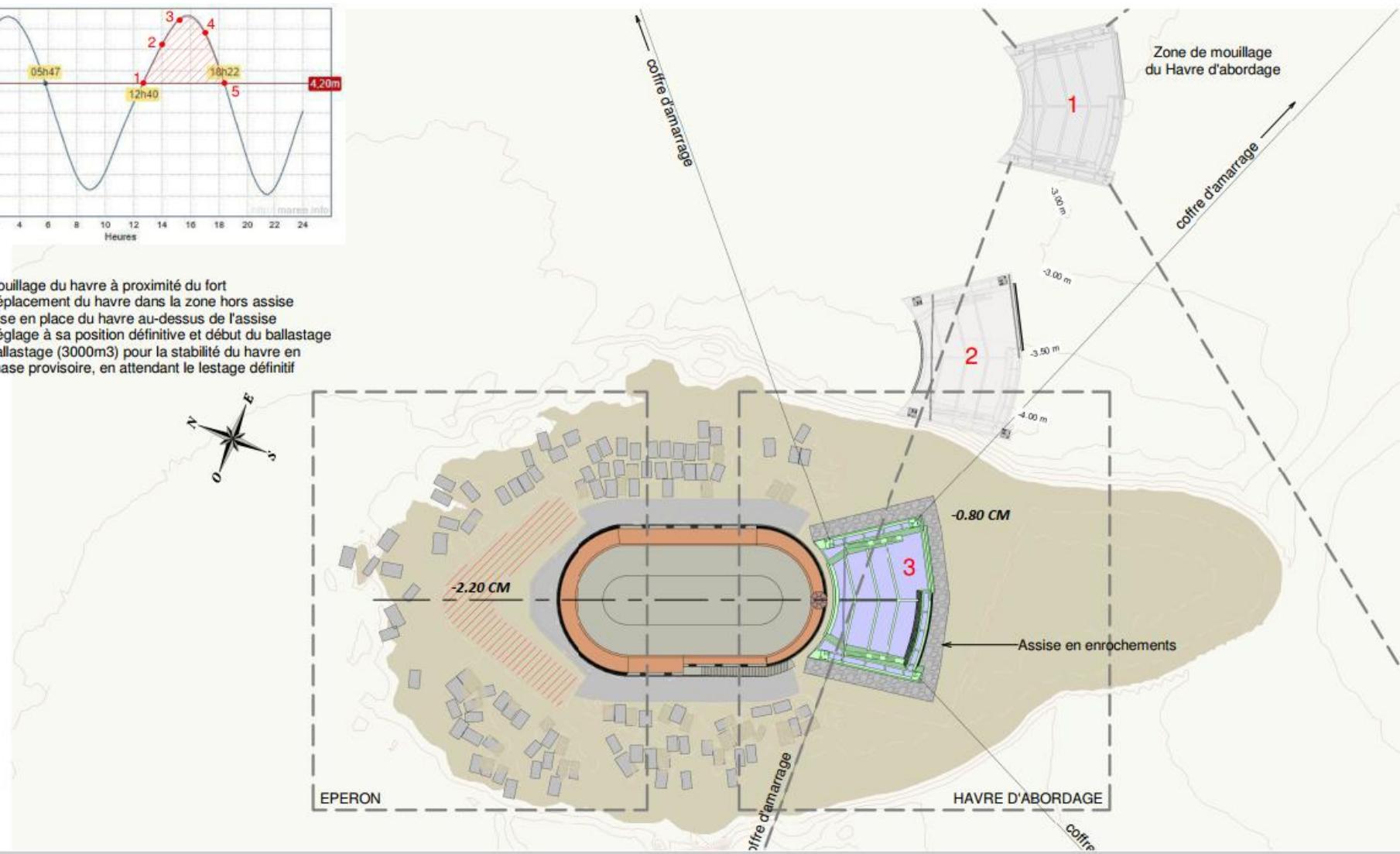


Les travaux à réaliser sur site

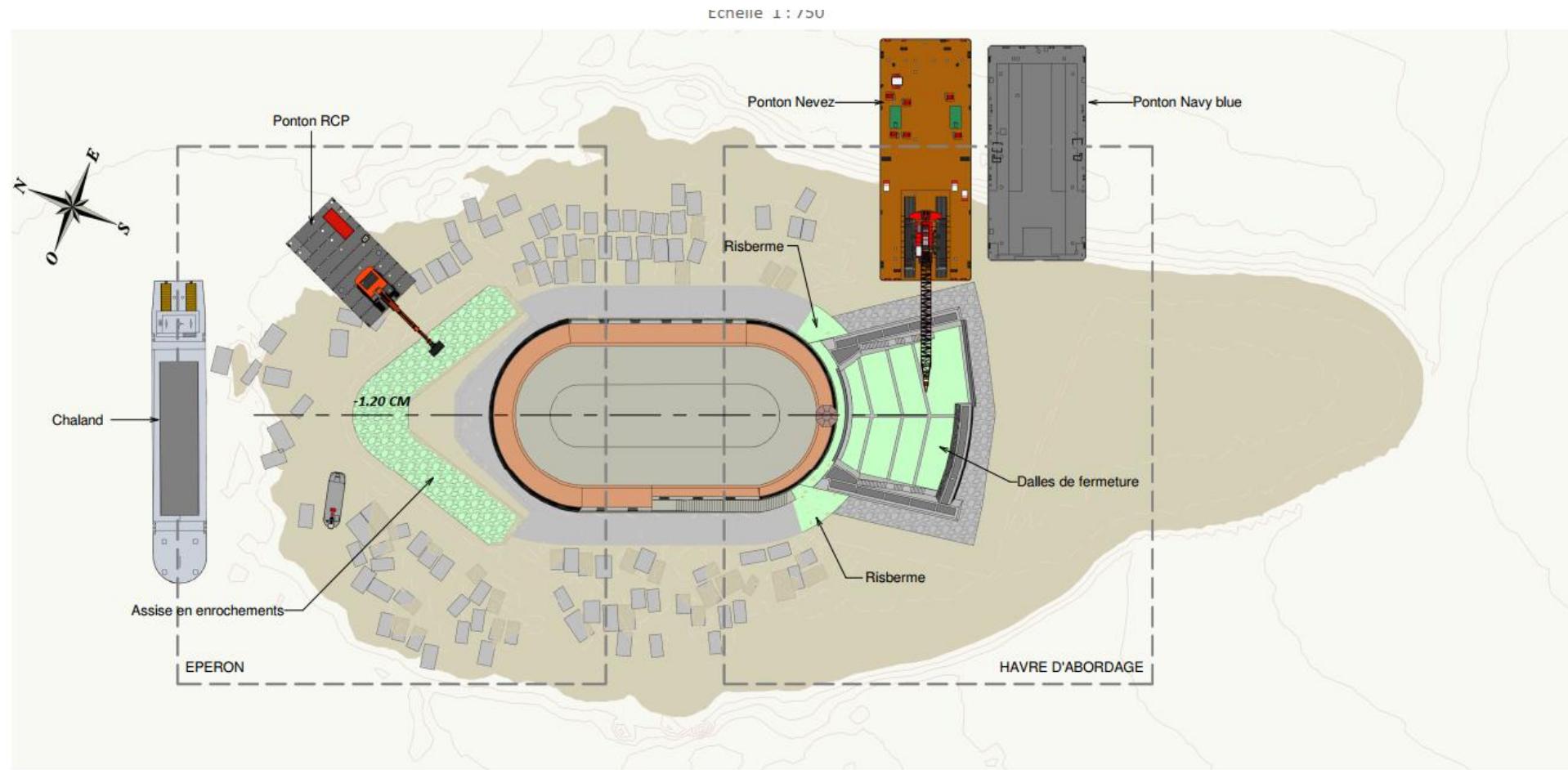


Phases:

1. Mouillage du havre à proximité du fort
2. Déplacement du havre dans la zone hors assise
3. Mise en place du havre au-dessus de l'assise
4. Réglage à sa position définitive et début du ballastage
5. Ballastage (3000m3) pour la stabilité du havre en phase provisoire, en attendant le lestage définitif



Les travaux à réaliser sur site



Service opérationnel de prévision des états de mer

- Phase pré-opérationnelle (septembre 2024 – juin 2025)
 - Instrumentation : ADCP au large + radar directionnel au niveau du Fort
 - Construction et validation du modèle prédictif des états de mer
 - Mise au point de la plateforme Seamafor
- Phase opérationnelle (juillet 2025 – septembre 2027)
 - Maintien en service du radar directionnel au niveau du Fort
 - Exploitation du modèle en temps réel / prédictions à 5 jours
 - Mise à disposition de la plateforme Seamafor à l'ensemble des acteurs du projet
 - Mise en place d'un système d'alerte pour les équipes opérationnelles



Travaux sur site été 2025



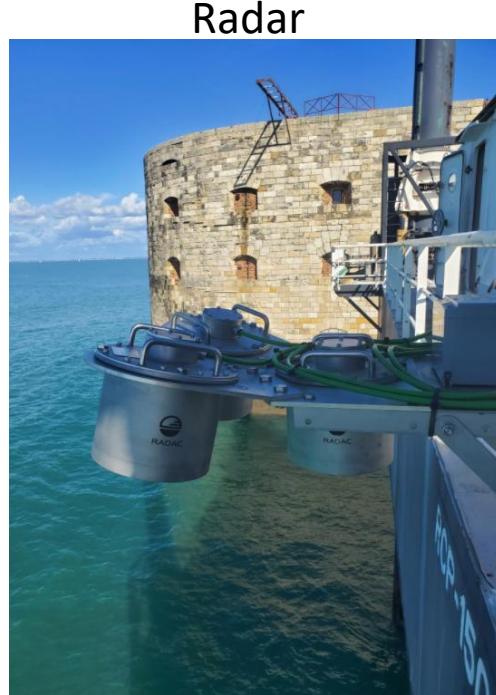
Journée états de mer 2025

Plateforme de prédition opérationnelle des états de mer pour le chantier de protection contre la houle de Fort Boyard

- Contexte du projet
- Instrumentation
- Présentation du modèle
- La plateforme Seamafor



Instrumentation



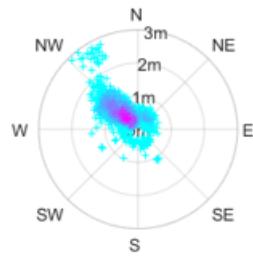
- Radac : en place depuis le 28 septembre 2024
 - Niveaux d'eau
 - Etats de mer
- ADCP Nortek Signature 1000 : 30 septembre 2024 - 17 septembre 2025
 - Courant
 - Etats de mer

Instrumentation – analyses statistiques des mesures

ADCP

Distribution conjointe Hs-Dir

Diagramme de dispersion



1

0.8

0.6

0.4

0.2

0

Rose des vagues

40%

30%

20%

10%

0%

N E

Diagramme de dispersion Tp-Dir

2.8m

2.4m

2m

1.6m

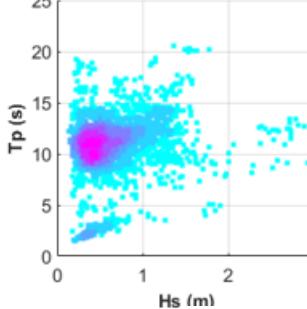
1.2m

0.8m

0.4m

0m

Diagramme de dispersion Hs-Tp



25

20

15

10

5

0

0 1 2 3

Hs (m)

Diagramme de dispersion Tp-Dir

20s

15s

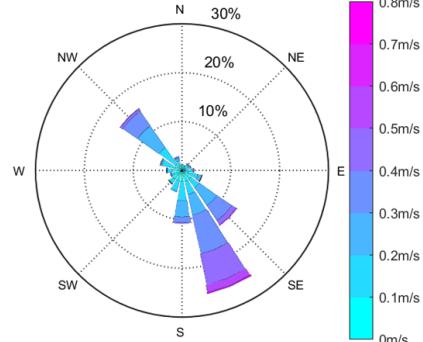
10s

5s

0s

N E

courant-ADCP-moyen



0.8m/s

0.7m/s

0.6m/s

0.5m/s

0.4m/s

0.3m/s

0.2m/s

0.1m/s

0m/s

30%

20%

10%

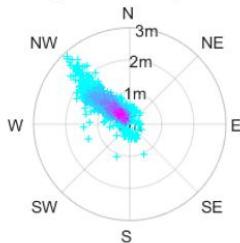
0%

N E

Radar

Distribution conjointe Hs-Dir

Diagramme de dispersion



1

0.8

0.6

0.4

0.2

0

Rose des vagues

50%

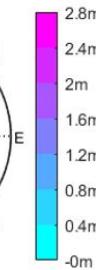
40%

30%

20%

10%

0%



1

0.8

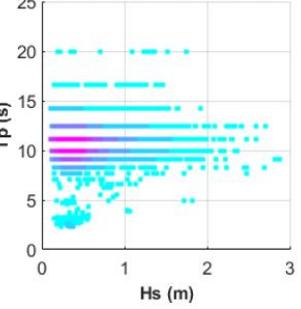
0.6

0.4

0.2

0

Diagramme de dispersion Hs-Tp



25

20

15

10

5

0

0 1 2 3

Hs (m)

20s 15s 10s 5s 0s

Diagramme de dispersion Tp-Dir

20s

15s

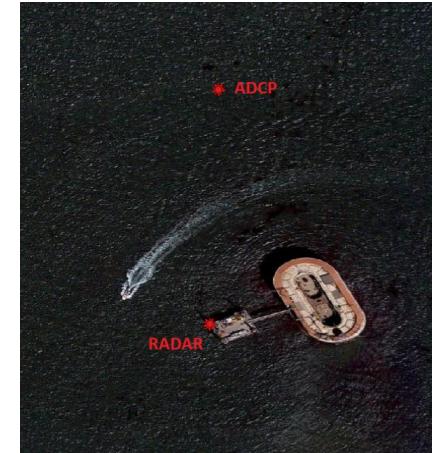
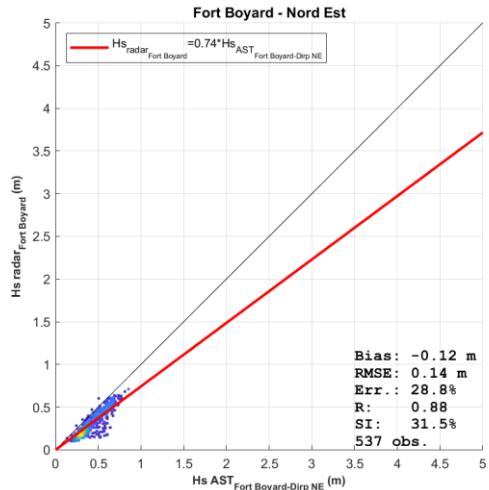
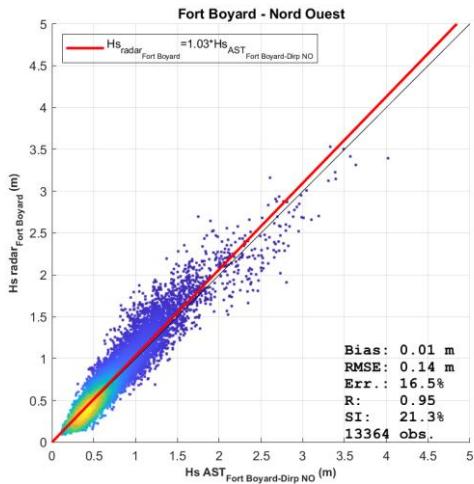
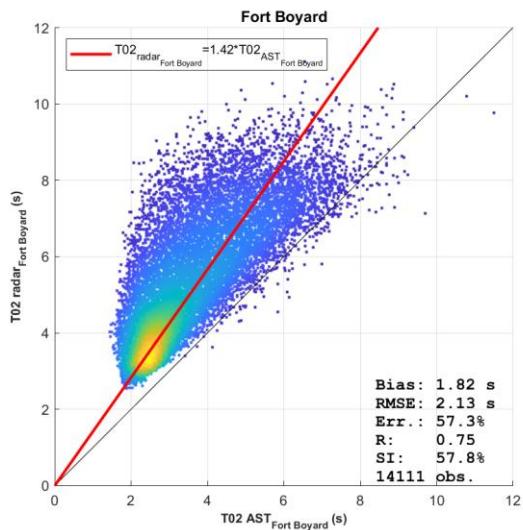
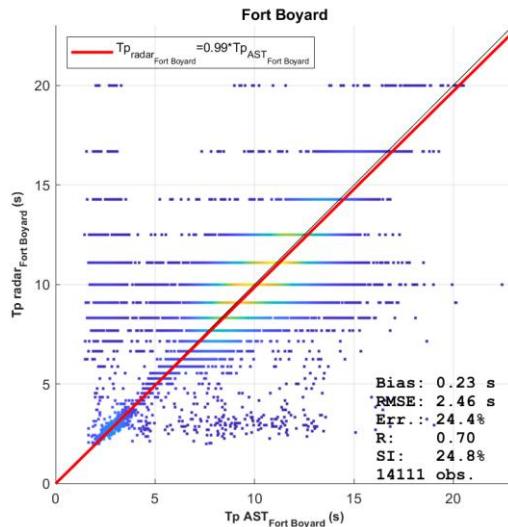
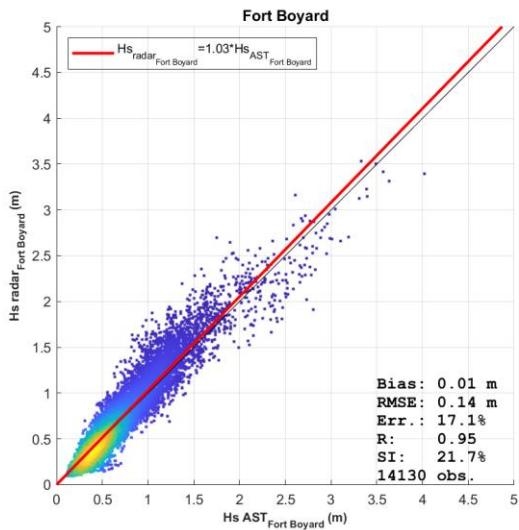
10s

5s

0s

N E

Instrumentation – comparaisons ADCP-AST / Radar

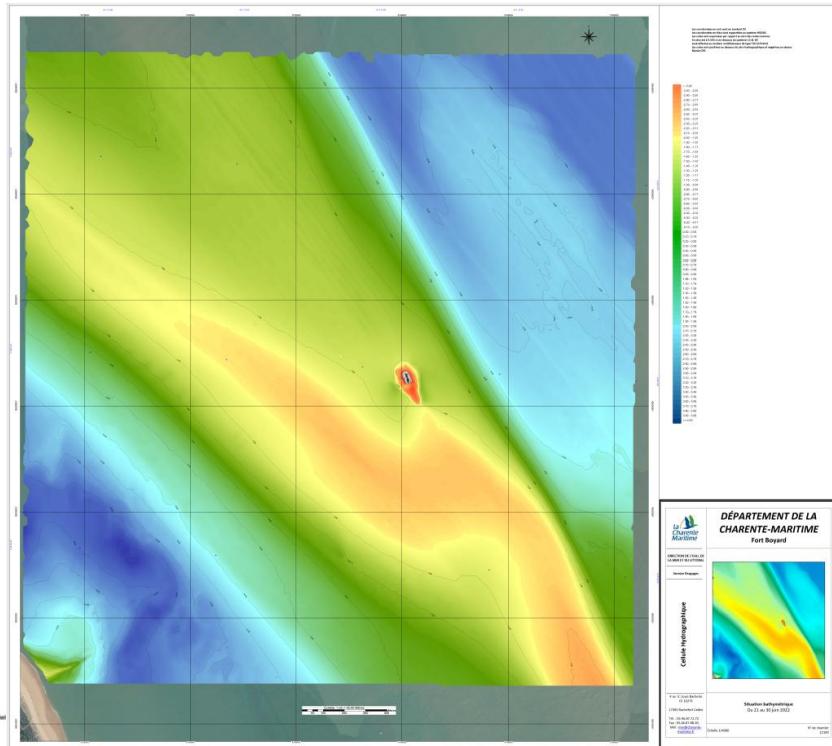
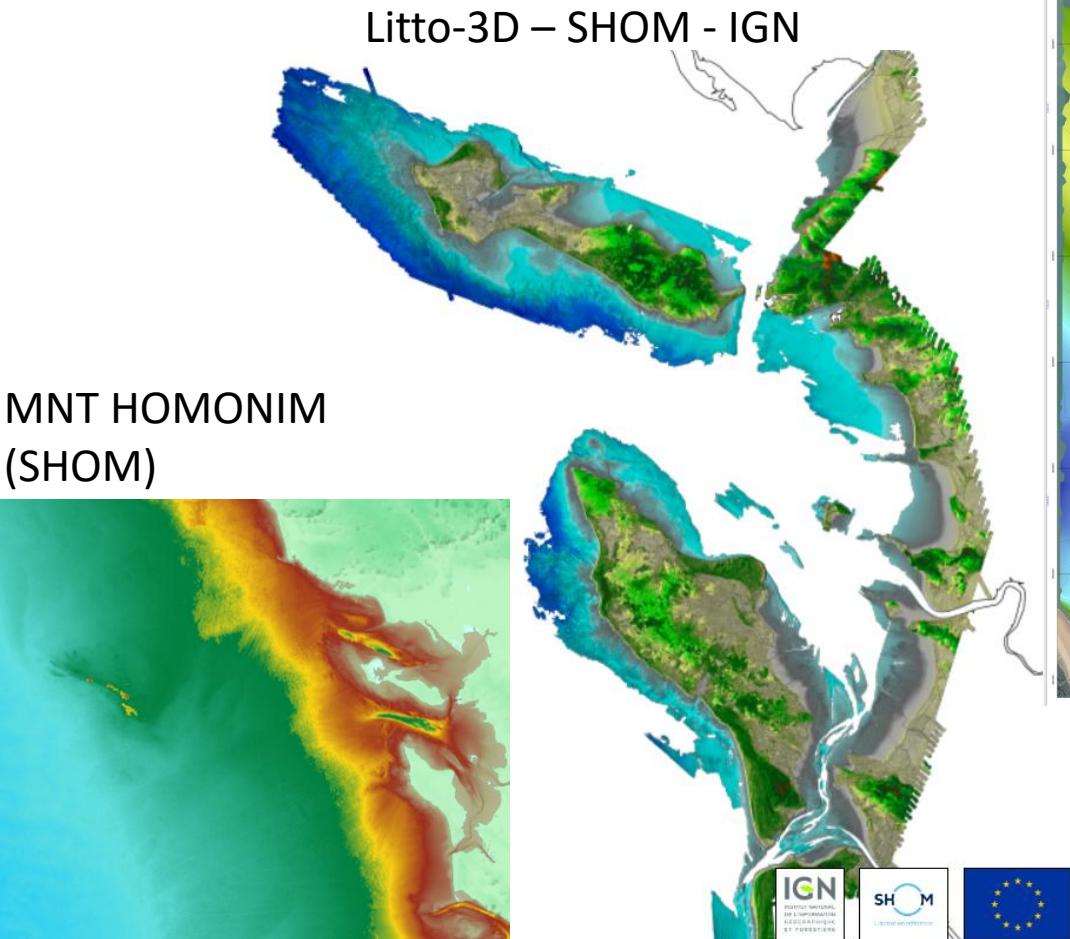


Plateforme de prédition opérationnelle des états de mer pour le chantier de protection contre la houle de Fort Boyard

- Contexte du projet
- Instrumentation
- Présentation du modèle
- La plateforme Seamafor

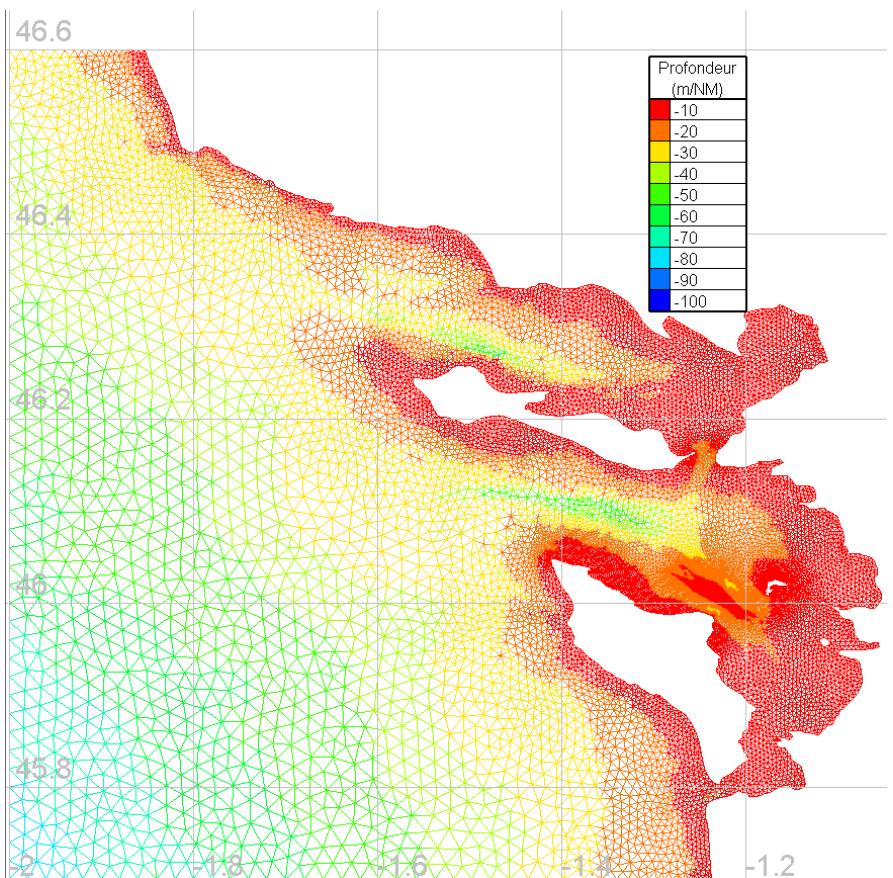


Données bathymétriques disponibles



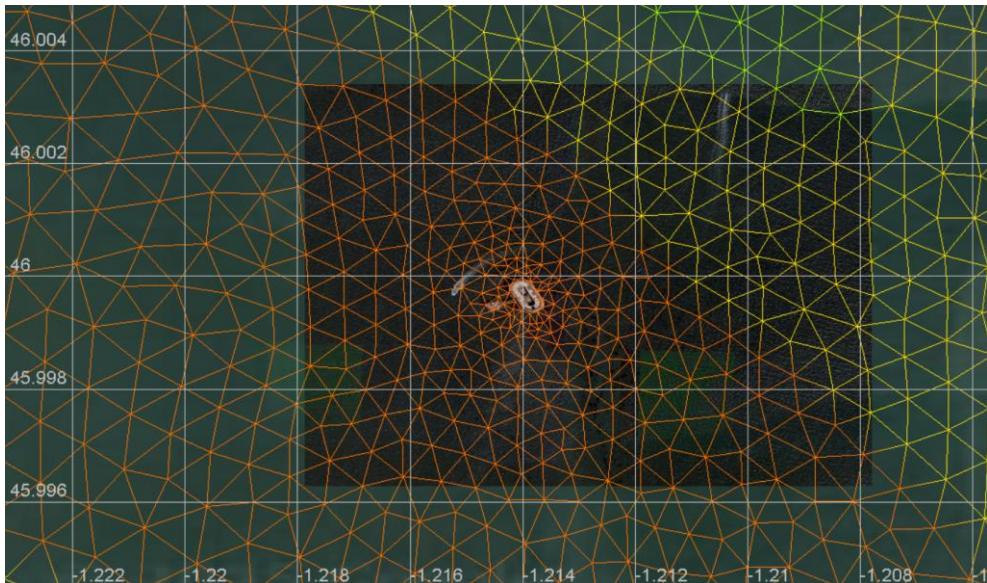
Modélisation numérique

Emprise et résolution spatiale



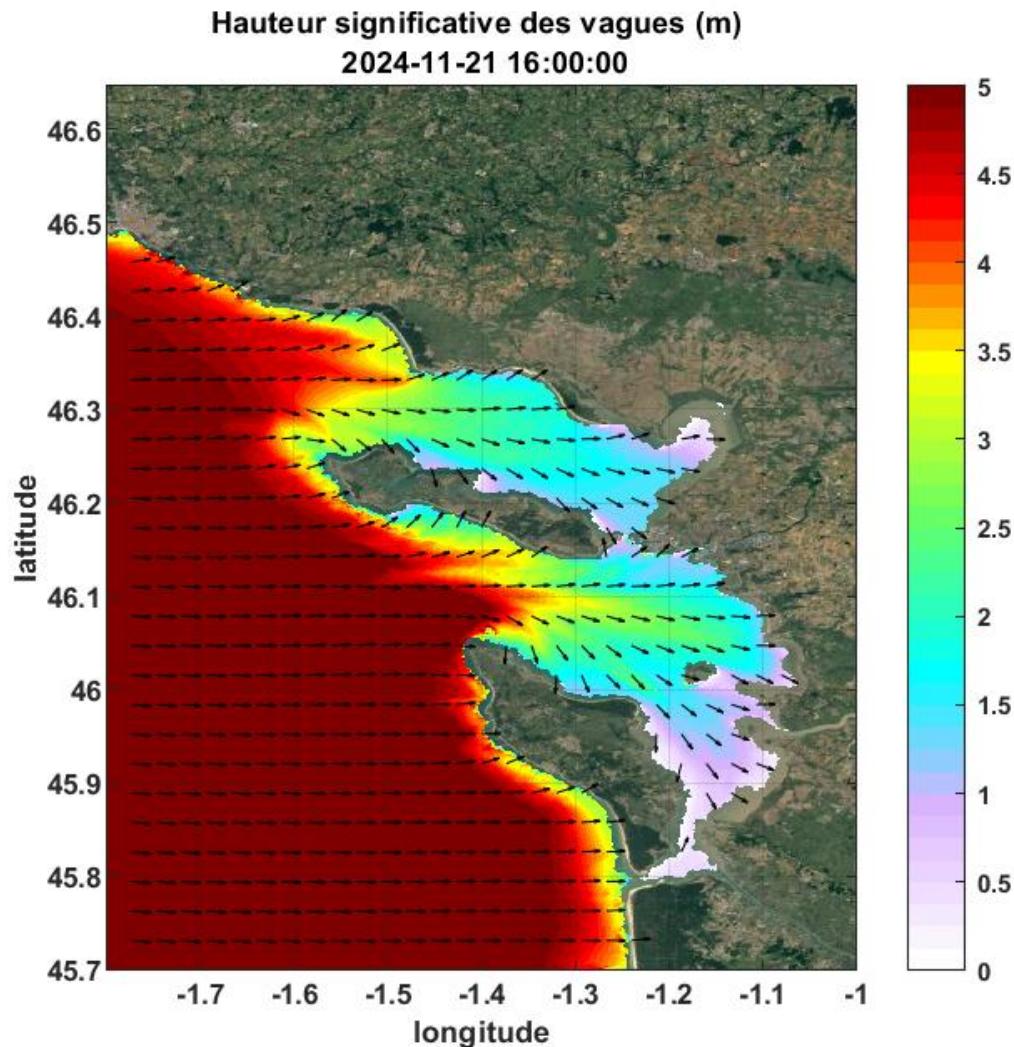
Résolution spatiale variable
~20 m autour du fort
~15 000 nœuds

Zoom sur Fort Boyard



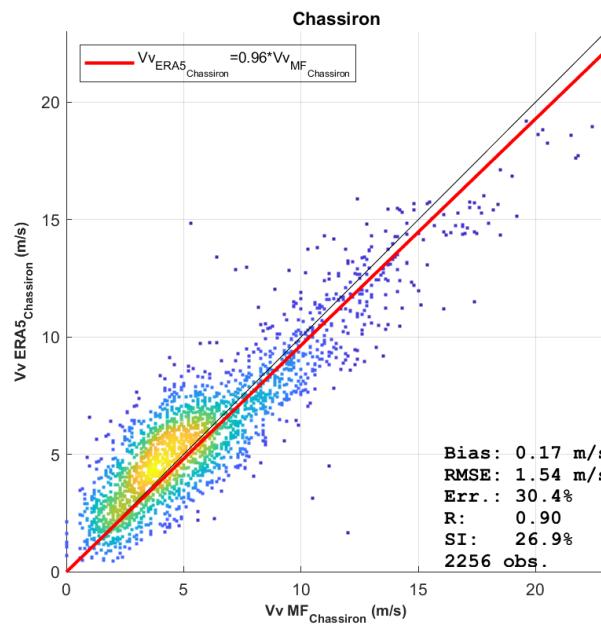
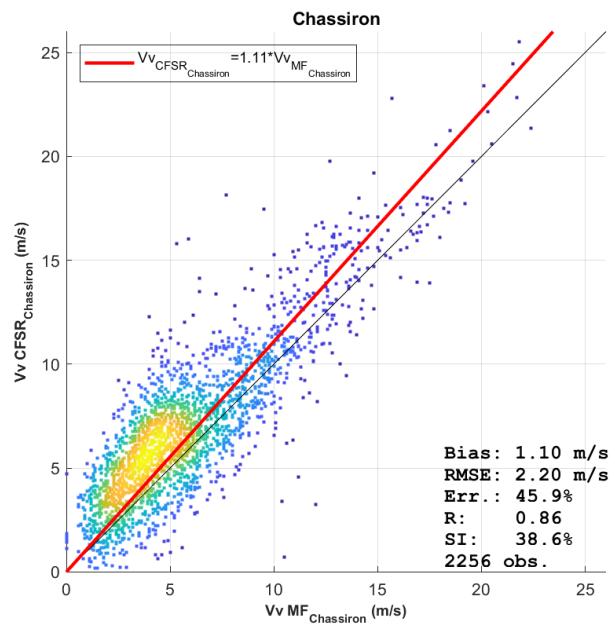
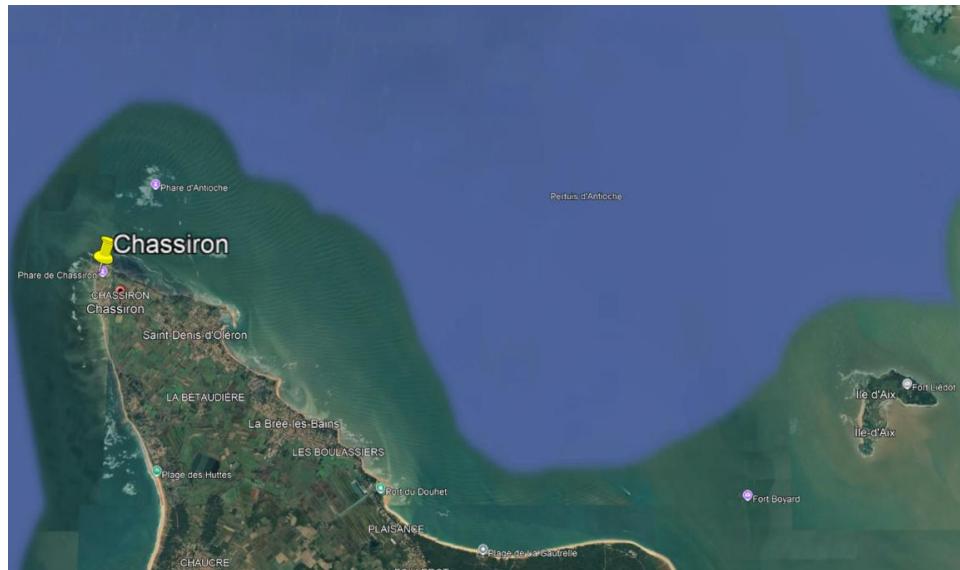
Forçages

- Grilles emboitées
- Forçage atmosphérique
- Courant 2D
- Niveau (marée)



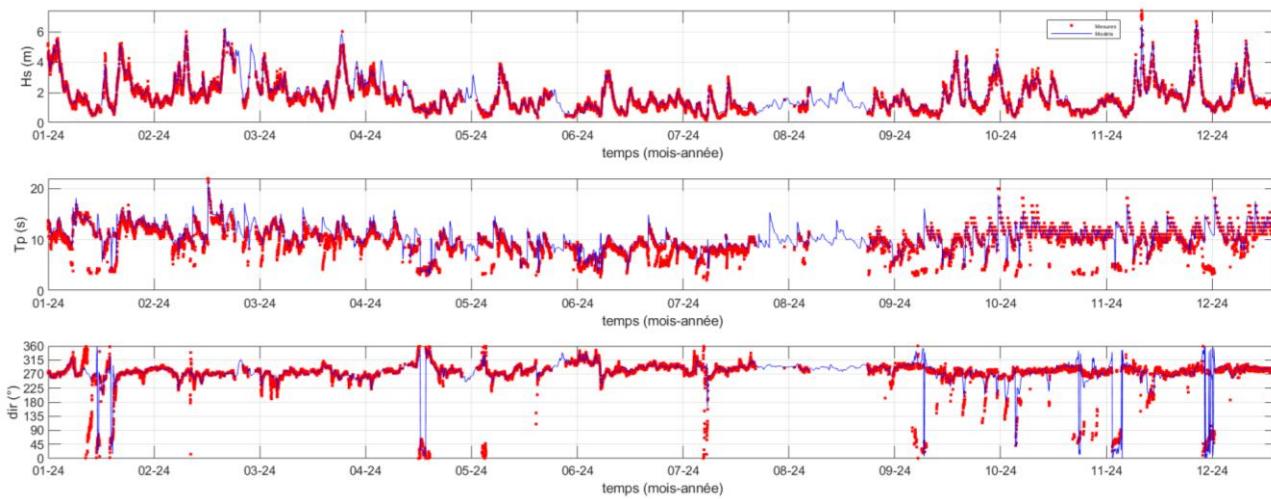
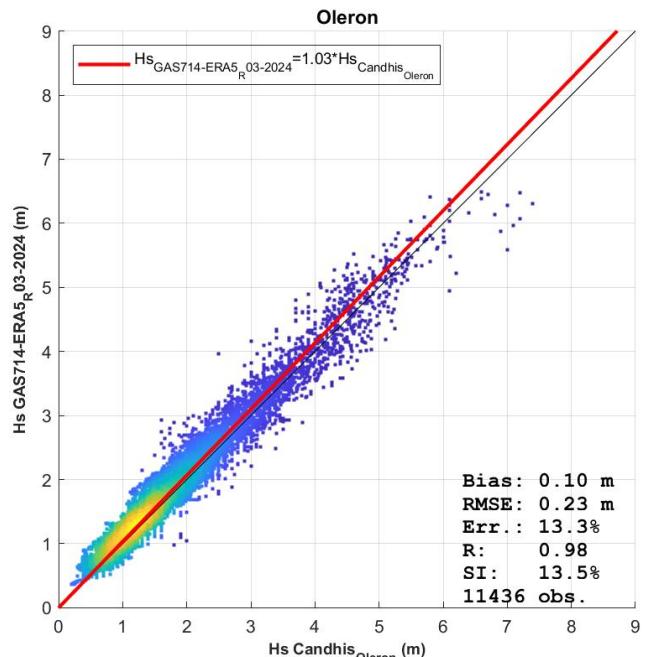
Qualification du forçage vent

Exploitation des mesures Météo
France à Chassiron



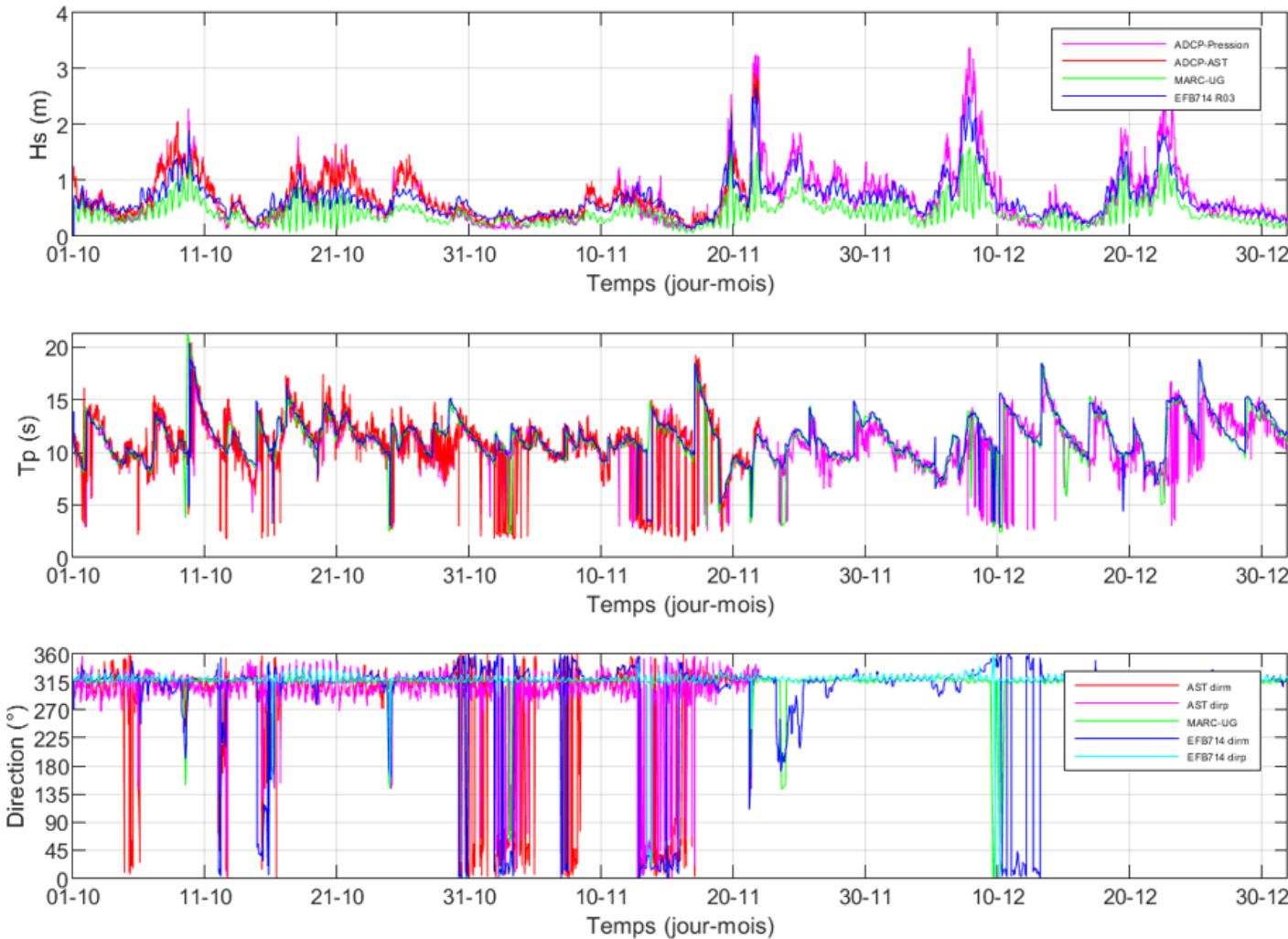
Qualification du forçage du large

Comparaison modèle-mesures à la bouée Candhis Oléron

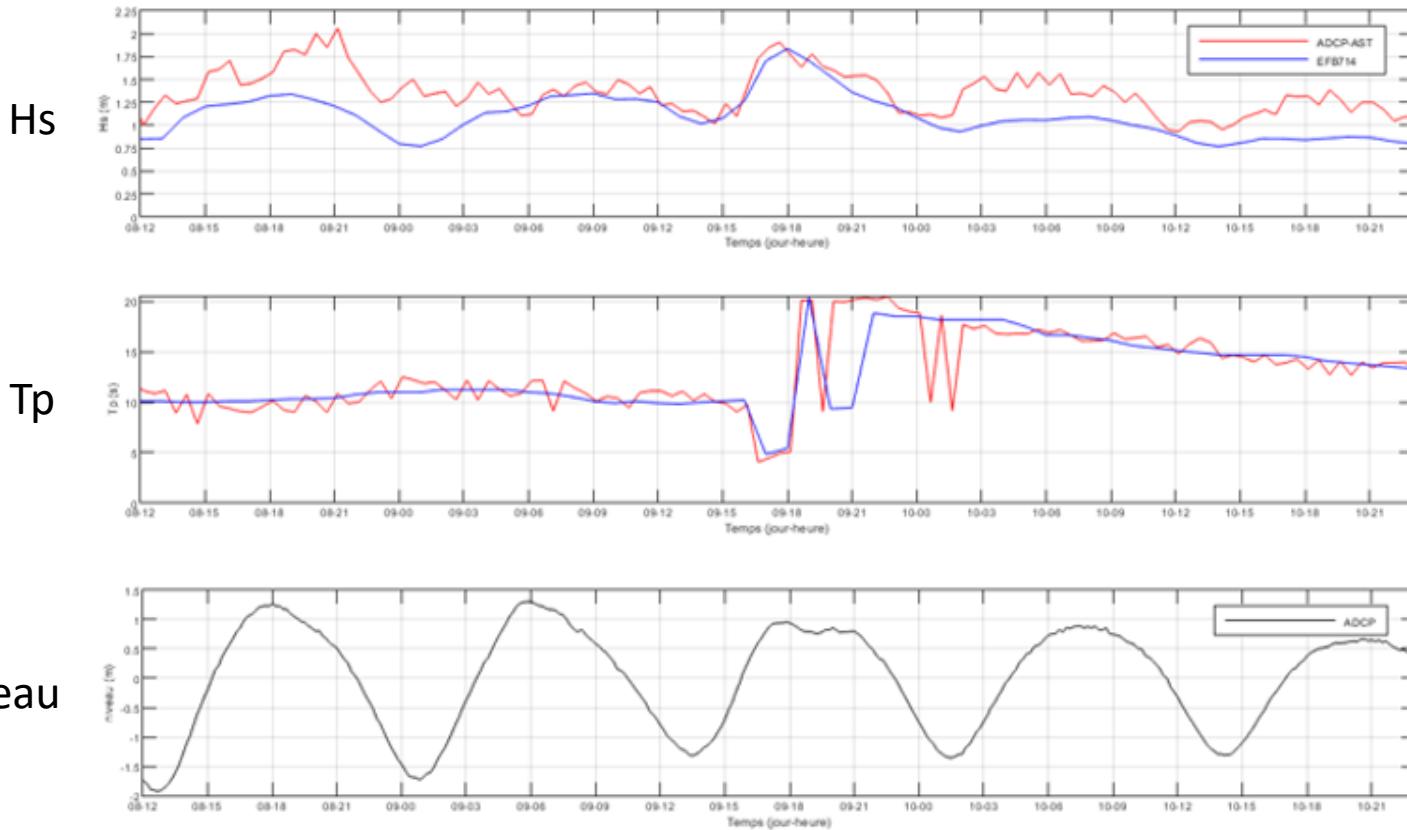


Modélisation numérique

Comparaison modèle – mesures à l'ADCP

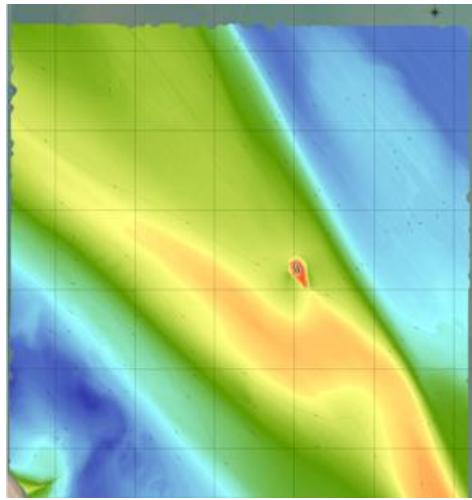
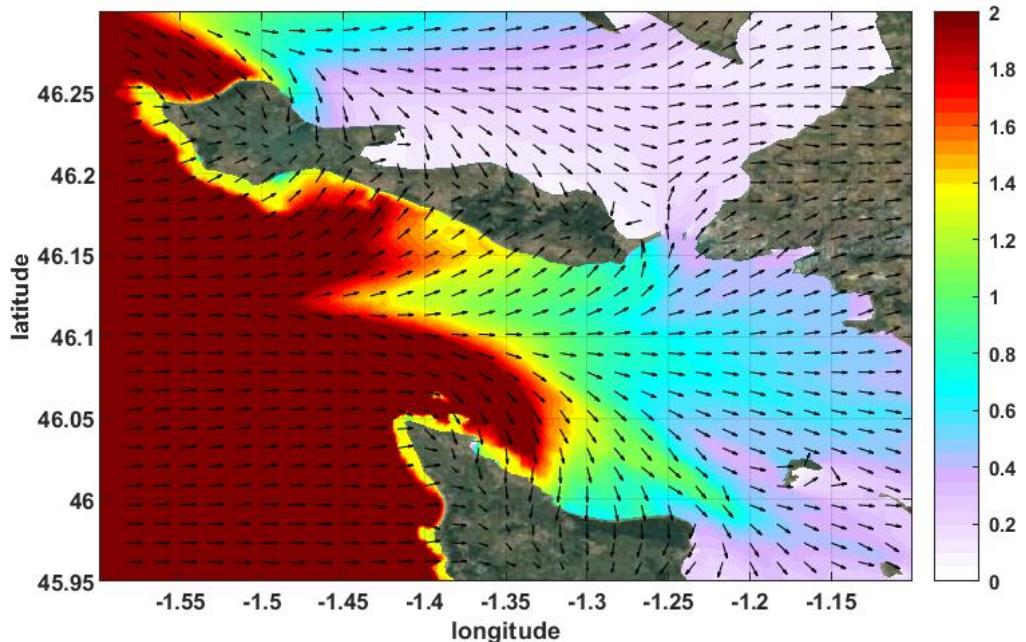


Comparaison modèle – mesures à l'ADCP



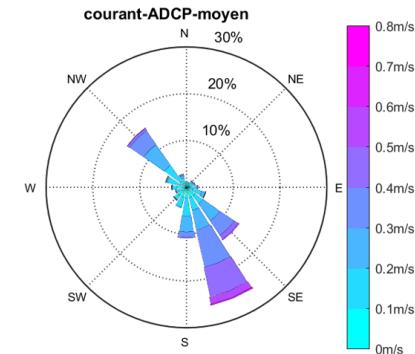
Analyse des processus

- ✓ Interactions houle - fond complexes dans le pertuis d'Antioche, notamment par la présence :
 - De hauts fonds au nord de Chassiron, à l'entrée du pertuis ;
 - La longe de Boyard, un haut fond important situé en face de l'estuaire de la Charente qui facilite la pénétration des houles du large et leur transfert vers le fort sous les effets de la réfraction bathymétrique.

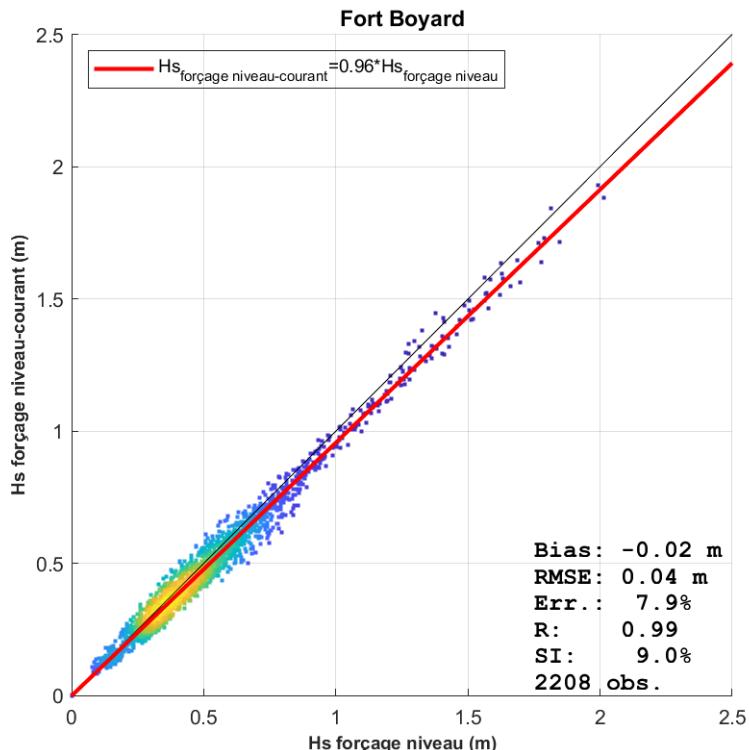


Analyse des processus

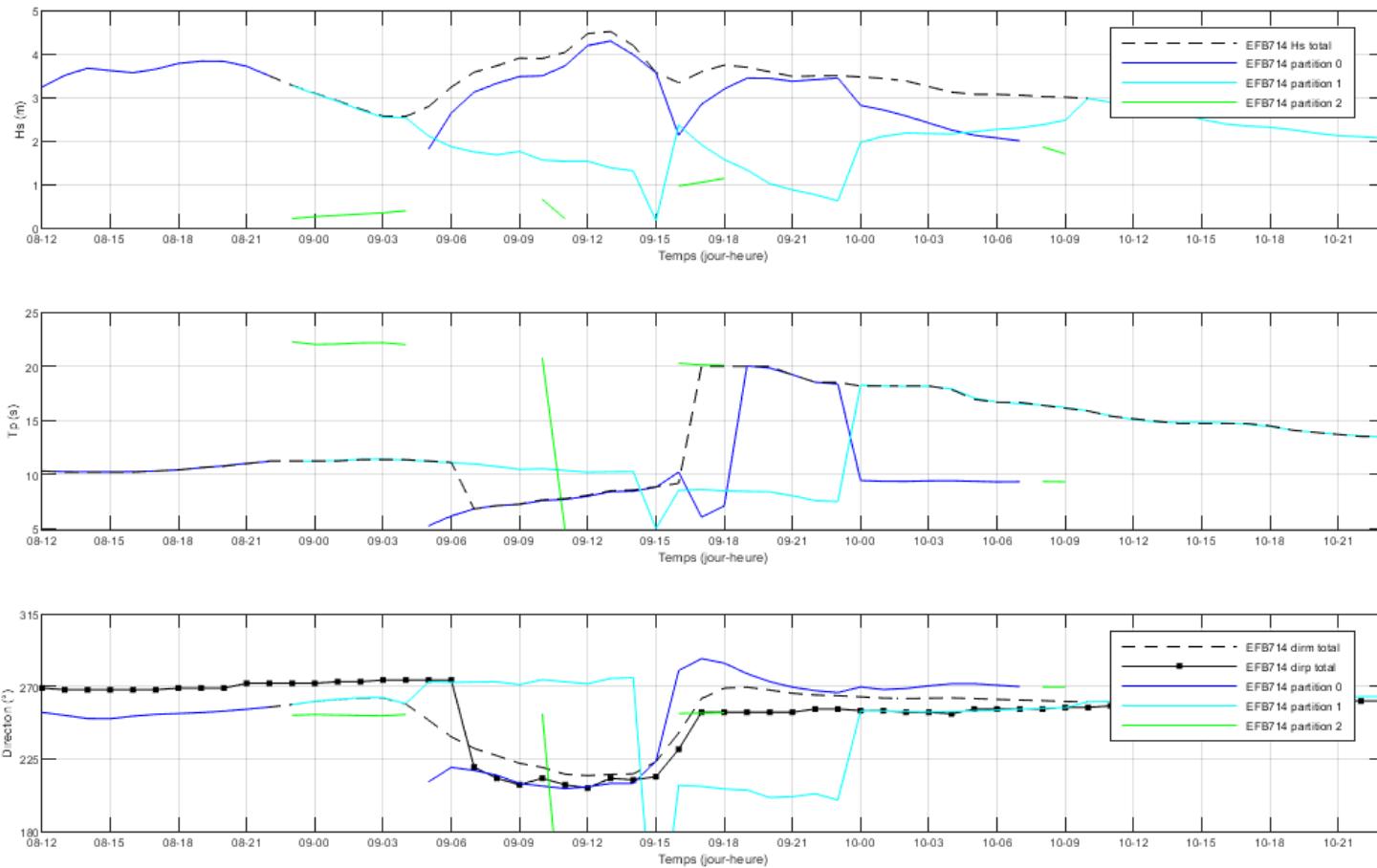
- ✓ Interactions houle - fond complexes dans le pertuis d'Antioche, notamment par la présence :
 - De hauts fonds au nord de Chassiron, à l'entrée du pertuis ;
 - La longe de Boyard, un haut fond important situé en face de l'estuaire de la Charente qui facilite la pénétration des houles du large et leur transfert vers le fort sous les effets de la réfraction bathymétrique.
- ✓ Effet de la marée (courant et niveau) sur la houle.
- ✓ Représentation des conditions de forçages (houle, vent) à l'entrée du pertuis.



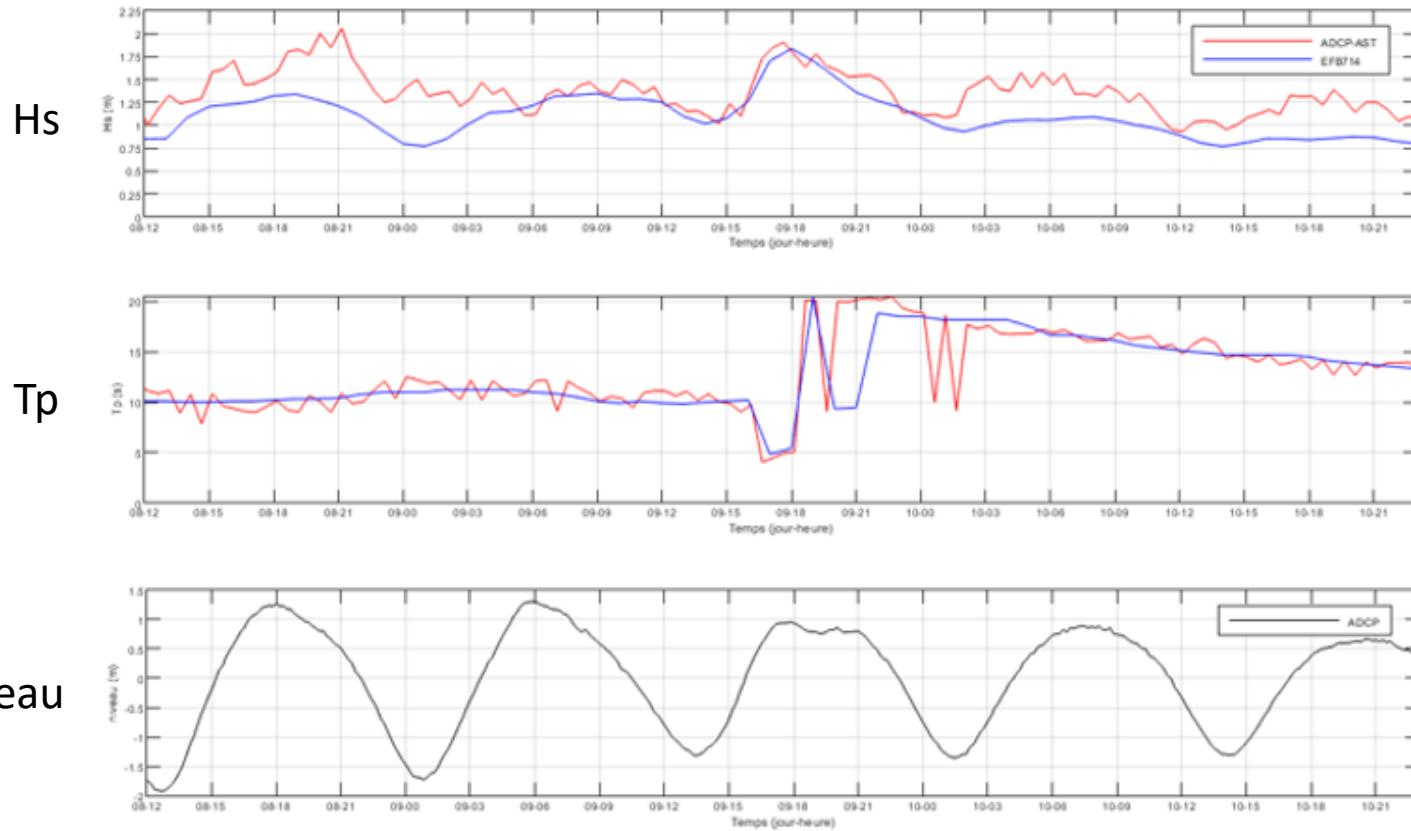
Effet du courant sur Hs



Analyses de l'état de mer total et des systèmes de vagues au large



Comparaison modèle – mesures à l'ADCP



Synthèse

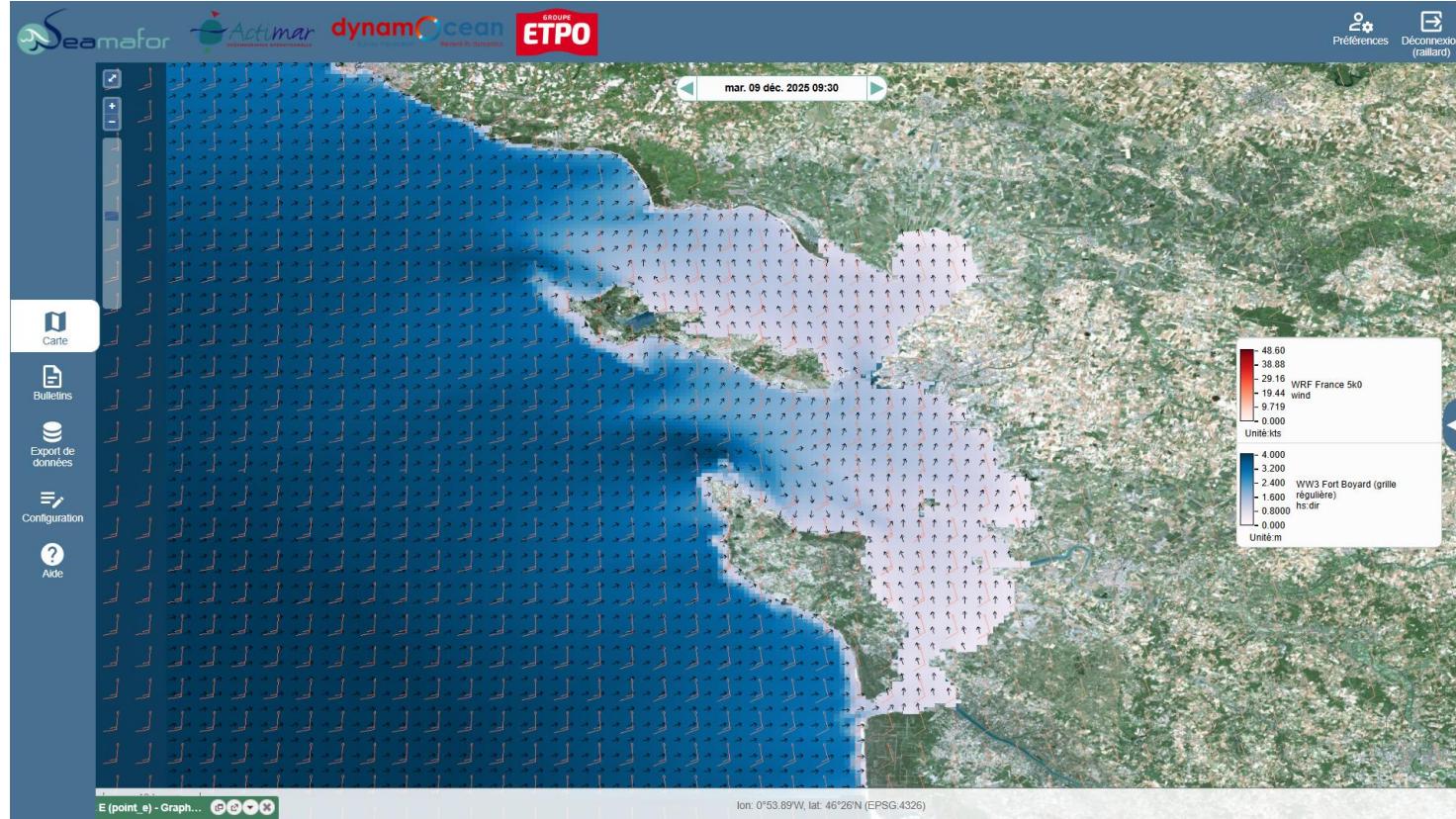
- ✓ **L'intégration du modèle dans la plateforme opérationnelle doit tenir compte :**
 - Des contraintes liées à l'environnement complexe
 - Echanges océan-atmosphère
 - Effets de la bathymétrie / trait de côte => réfraction, diffraction, frottement sur le fond, déferlement bathymétrie
 - Modulation par la marée;
 - Des contraintes liées à la mise en œuvre opérationnelle
 - La résolution spatiale et temporelle résulte d'un compromis entre qualité des prévisions et rapidité.
 - Les modèles nécessitent des données fiables en vent, marée, conditions initiales et aux frontières.
 - Les flux peuvent être incomplets ou transmis avec un délai incompatible avec les besoins opérationnels.
- ✓ **Permet de disposer d'un outil opérationnel robuste pour appuyer la planification et la conduite des travaux**

Plateforme de prédition opérationnelle des états de mer pour le chantier de protection contre la houle de Fort Boyard

- Contexte du projet
- Instrumentation
- Présentation du modèle
- La plateforme Seamafor

Fonctionnalités

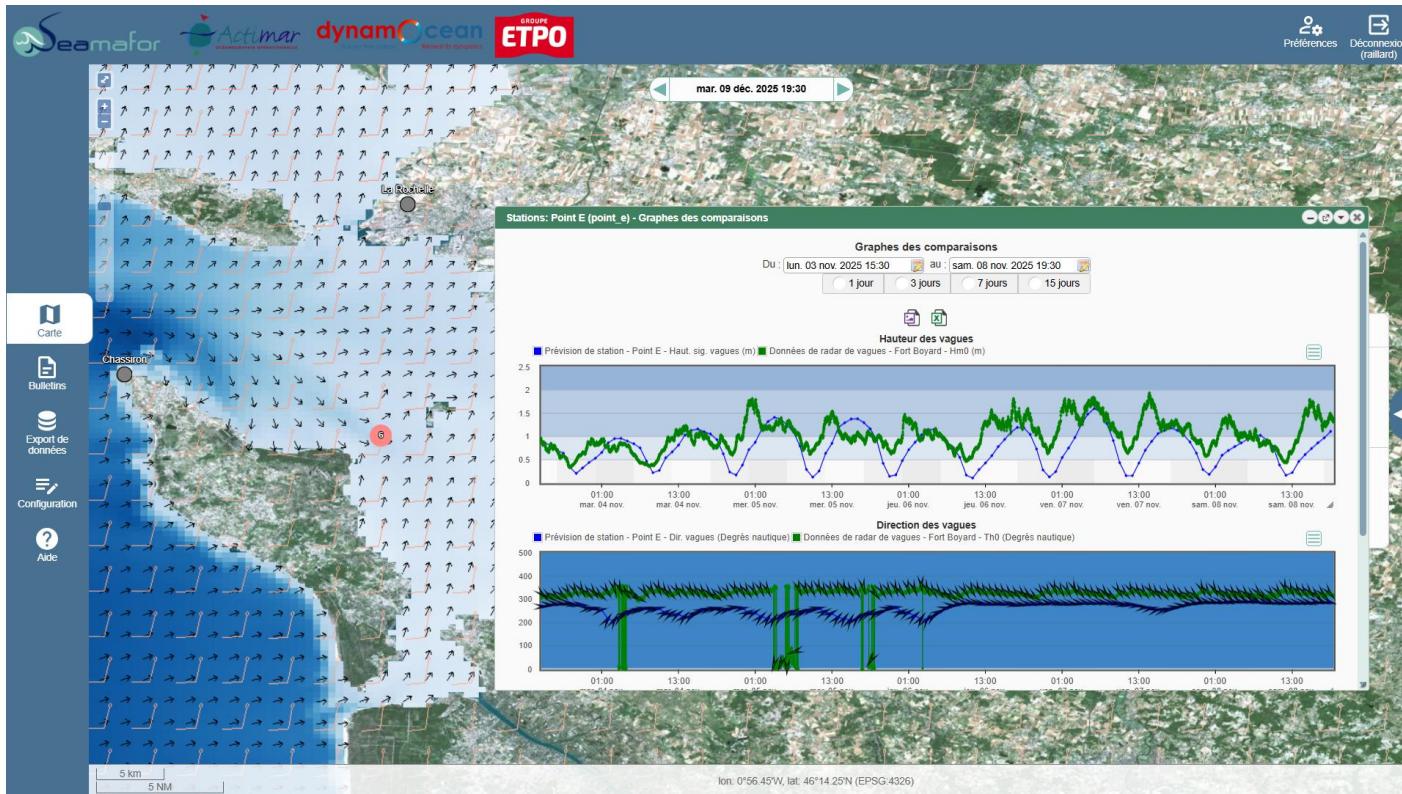
 **Tableau de bord interactif** : Consulter les prévisions et les observations en temps réel sur une carte intuitive



Prévisions des états de mer et du vent issues des modèles opérés par ACTIMAR

Fonctionnalités

 **Tableau de bord interactif** : Consulter les prévisions et les observations en temps réel sur une carte intuitive



Superposition des mesures RADAC et des prévisions d'agitation à Fort Boyard

Fonctionnalités

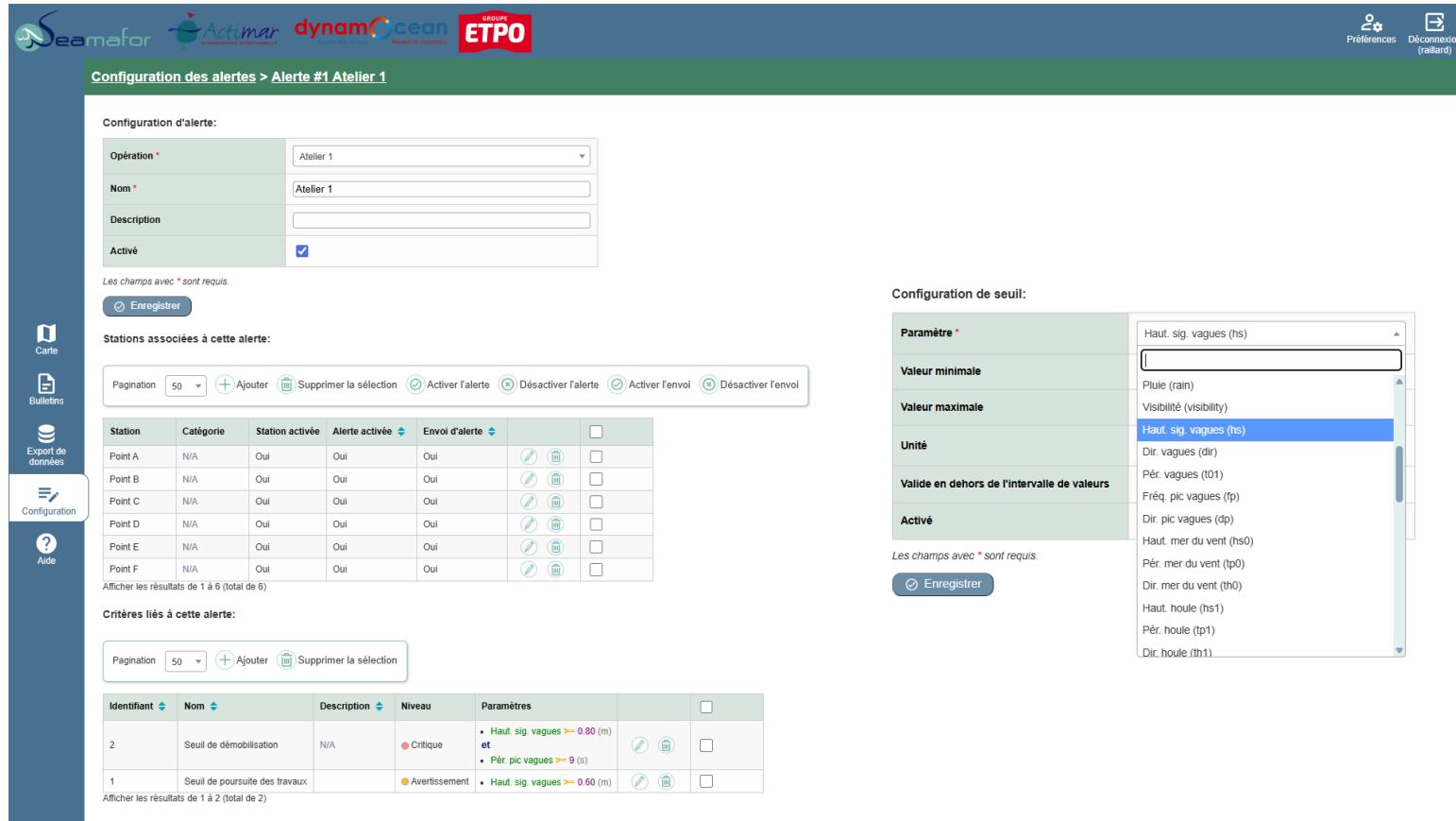
Alertes : Affichage en continu d'alertes personnalisées sur les différents chantiers



Niveau d'alertes pour les 5 prochains jours sur les deux ateliers autour de Fort Boyard

Fonctionnalités

Alertes : Ajuster les seuils de déclenchement/les paramètres de surveillance



Configuration d'alerte:

Opération *	Atelier 1
Nom *	Atelier 1
Description	
Activé	<input checked="" type="checkbox"/>

Les champs avec * sont requis.

Stations associées à cette alerte:

Station	Catégorie	Station activée	Alerte activée	Envoyer d'alerte		
Point A	N/A	Oui	Oui	Oui	<input type="button" value=""/>	<input type="button" value=""/>
Point B	N/A	Oui	Oui	Oui	<input type="button" value=""/>	<input type="button" value=""/>
Point C	N/A	Oui	Oui	Oui	<input type="button" value=""/>	<input type="button" value=""/>
Point D	N/A	Oui	Oui	Oui	<input type="button" value=""/>	<input type="button" value=""/>
Point E	N/A	Oui	Oui	Oui	<input type="button" value=""/>	<input type="button" value=""/>
Point F	N/A	Oui	Oui	Oui	<input type="button" value=""/>	<input type="button" value=""/>

Pagination 50

Configuration de seuil:

Paramètre *	Haut. sig. vagues (hs)
Valeur minimale	<input type="text" value=""/>
Valeur maximale	<input type="text" value=""/>
Unité	Pluie (rain)
Validé en dehors de l'intervalle de valeurs	Visibilité (visibility)
Activé	Haut. sig. vagues (hs)

Les champs avec * sont requis.

Point A N/A Oui Oui Oui

Point B N/A Oui Oui Oui

Point C N/A Oui Oui Oui

Point D N/A Oui Oui Oui

Point E N/A Oui Oui Oui

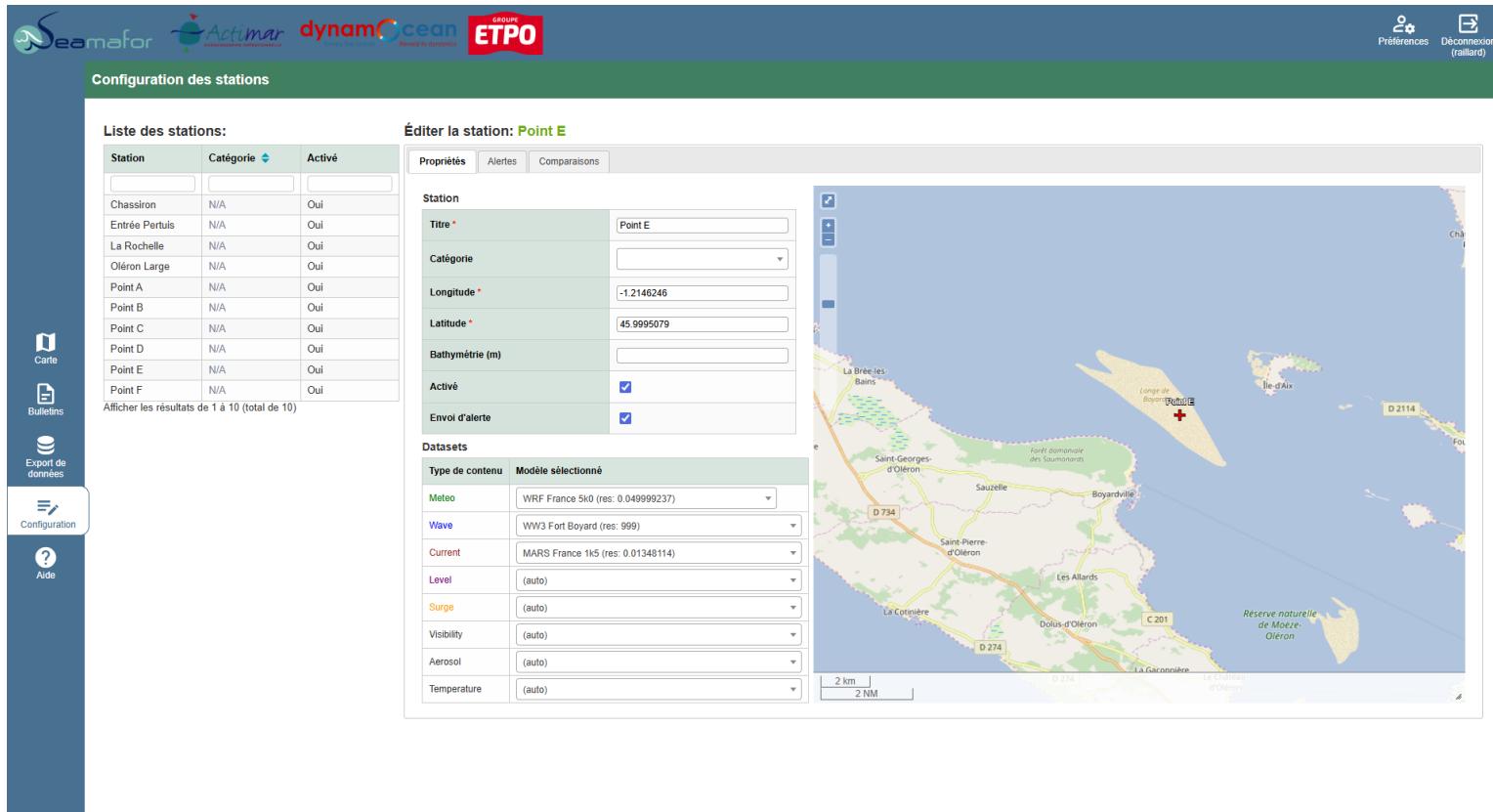
Point F N/A Oui Oui Oui

Dir. vagues (dir)
Pér. vagues (t01)
Fréq. pic vagues (fp)
Dir. pic vagues (dp)
Haut. mer du vent (hs0)
Pér. mer du vent (tp0)
Dir. mer du vent (th0)
Haut. houle (hs1)
Pér. houle (tp1)
Dir. houle (th1)

Interface de définition des alertes

Fonctionnalités

⚠ Alertes : Créer / Modifier le réseau des stations d'alerte



Configuration des stations

Éditer la station: Point E

Propriétés Alertes Comparaisons

Station

Datasets

Type de contenu Modèle sélectionné

Meteo	WRF France 5k0 (res: 0.049999237)
Wave	WW3 Fort Boyard (res: 999)
Current	MARS France 1k5 (res: 0.01348114)
Level	(auto)
Surge	(auto)
Visibility	(auto)
Aerosol	(auto)
Temperature	(auto)

Interface de création / modification des stations d'alerte

Fonctionnalités

Extraction de données : Accéder à des séries temporelles détaillées pour analyser les tendances

Interface de chargement des données (prévisions, observations)

Base de données Prévision de station

Station Point A

Période Du : au :

1 jour 3 jours 7 jours 30 jours

Colonnes exportées :

- Identifiant de station
- Titre de station
- time (UTC)
- Hm0 (m)
- Tm02 (s)
- Tp (s)
- Tm0_1 (s)
- H1/3 (m)
- Hmax (m)
- HCM (m)
- Th0 (destination in polar degrees)
- S0bh
- Czz10
- Th010

Fonctionnalités

Autoévaluation des performances : bilan de fiabilité du système d'alerte



Comparaison des observations et des prévisions : séries temporelles

Fonctionnalités

Autoévaluation des performances : bilan de fiabilité du système d'alerte



Bulletin de vérification

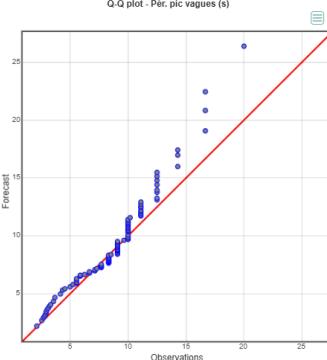
2.2.2. Comparaison statistique sur le paramètre Pér. pic vagues

	Déférence moyenne (s)	Erreur quadratique moyenne (s)	Corrélation	Indice de dispersion
T+00H	0.83	3.43	0.61	0.40
T+24H	0.51	3.58	0.58	0.41
T+48H	0.48	3.57	0.59	0.41
T+72H	0.51	3.66	0.57	0.42
T+96H	0.39	3.63	0.57	0.42

2.2.3. Diagramme Quantile-Quantile du paramètre Pér. pic vagues (s) entre prévisions et mesures

2.2.3.1. Prévision à T+00H

Q-Q plot - Pér. pic vagues (s)



Carte

Bulletins

Export de données

Configuration

Aide



Bulletin de vérification

2.1.4. Tables de contingence des alertes sur le paramètre Haut. sig. vagues (Atelier 1)

2.1.4.1. Prévision à T+00H

Opération: Atelier 1 - Niveau: Avertissement - Seuil: Haut. sig. vagues ≥ 0.60 (m)

		Observation		Total
		Oui	Non	
Prévision	Oui	66 alertes détectées	15 fausses alertes	81
	Non	69 alertes manquées	593 sans alertes	662
	Total	135	608	743

Opération: Atelier 1 - Niveau: Critique - Seuil: Haut. sig. vagues ≥ 0.80 (m)

		Observation		Total
		Oui	Non	
Prévision	Oui	18 alertes détectées	5 fausses alertes	23
	Non	76 alertes manquées	644 sans alertes	720
	Total	94	649	743

Carte

Bulletins

Export de données

Configuration

Aide

Comparaisons statistiques des observations et des prévisions

En résumé

-  **Intégration** : Visualisation / analyse des bases de données du service
-  **Réactivité** : Informations mises à jour en temps réel pour une gestion proactive
-  **Transparence** : Données accessibles et partagées avec tous les acteurs
-  **Adaptabilité** : Evolution du réseau de surveillance et des alertes