



Nouveau port,  
nouvelle énergie

# PROJET DE DÉVELOPPEMENT DU PORT DE BREST

## CEREMA - journée technique sur les dragages et la gestion des sédiments

22 novembre 2016



TERRITOIRES • ÉCONOMIE • FORMATION • ÉDUCATION • TRANSPORT • ENVIRONNEMENT • CULTURE & SPORT • TOURISME & PATRIMOINE • EUROPE



# Ordre du jour

---

- Objectifs et enjeux du projet ;
- Prise en compte de l'environnement ;
- Principes constructifs retenus et optimisations ;
- Présentation des états de référence ;
- Suivi en phase travaux ;
- Conclusion

# Objectifs et enjeux du projet





# Objectifs et enjeux du projet



▪ Favoriser l'émergence de nouvelles filières industrielles  
⇒ Créer un nouveau terminal portuaire colis lourd, adapté aux activités de la filière EMR

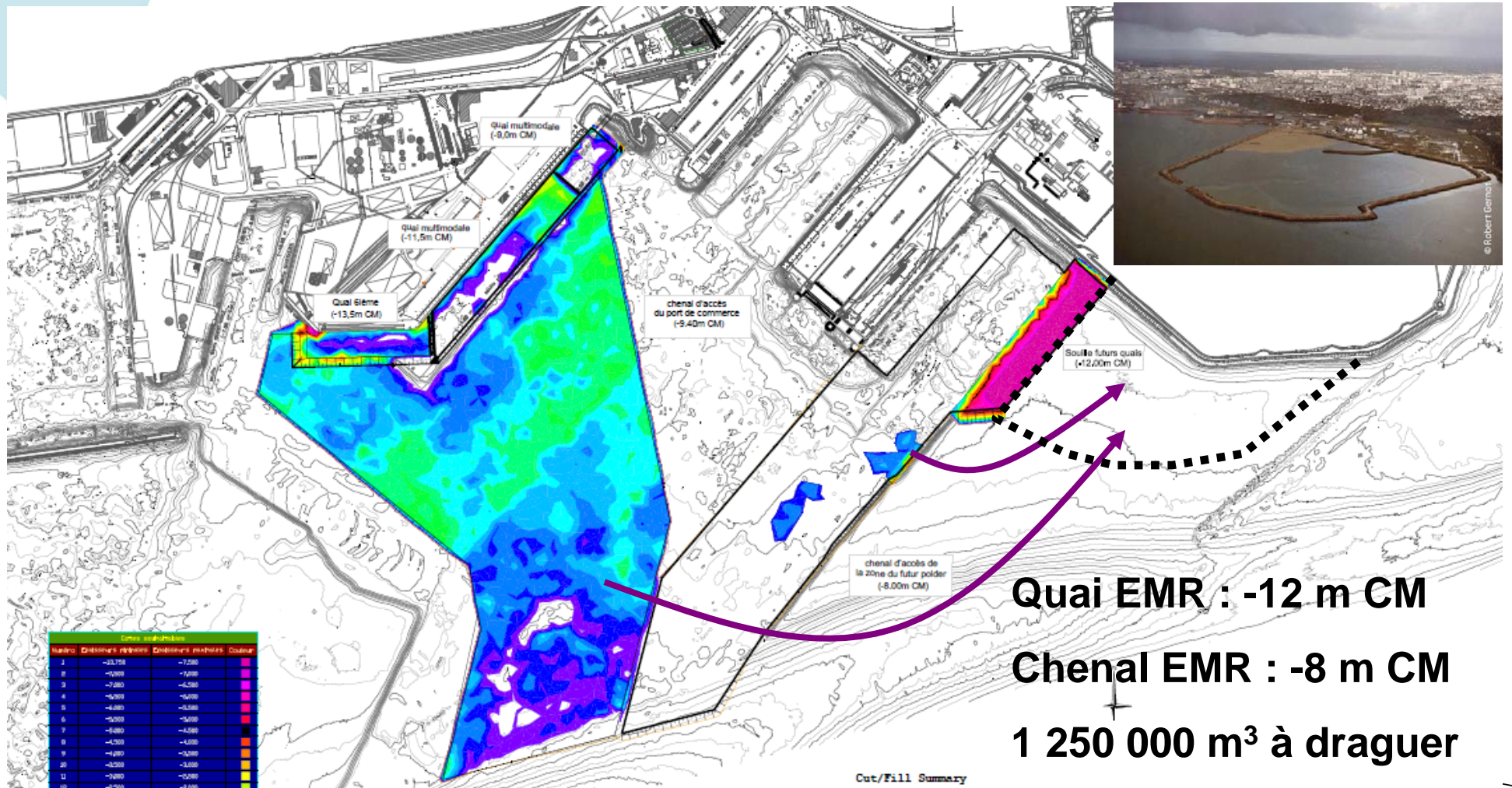
▪ Maintenir la compétitivité du port  
⇒ Améliorer les accès nautiques pour faciliter le développement des trafics maritimes aux quais commerce

Poldérisation de nouveaux espaces à partir des sédiments extraits du chenal



# Objectifs et enjeux du projet

Dragage et stockage des sédiments dans un casier à créer



Cut/Fill Summary



# Objectifs et enjeux du projet



Vaste surfaces de terre-pleins: 38ha de lots industriels

Quai dédié : 380 ml, -12 m CM, plateforme arrière de 100 m à 10 t/m<sup>2</sup>



# Ordre du jour

---

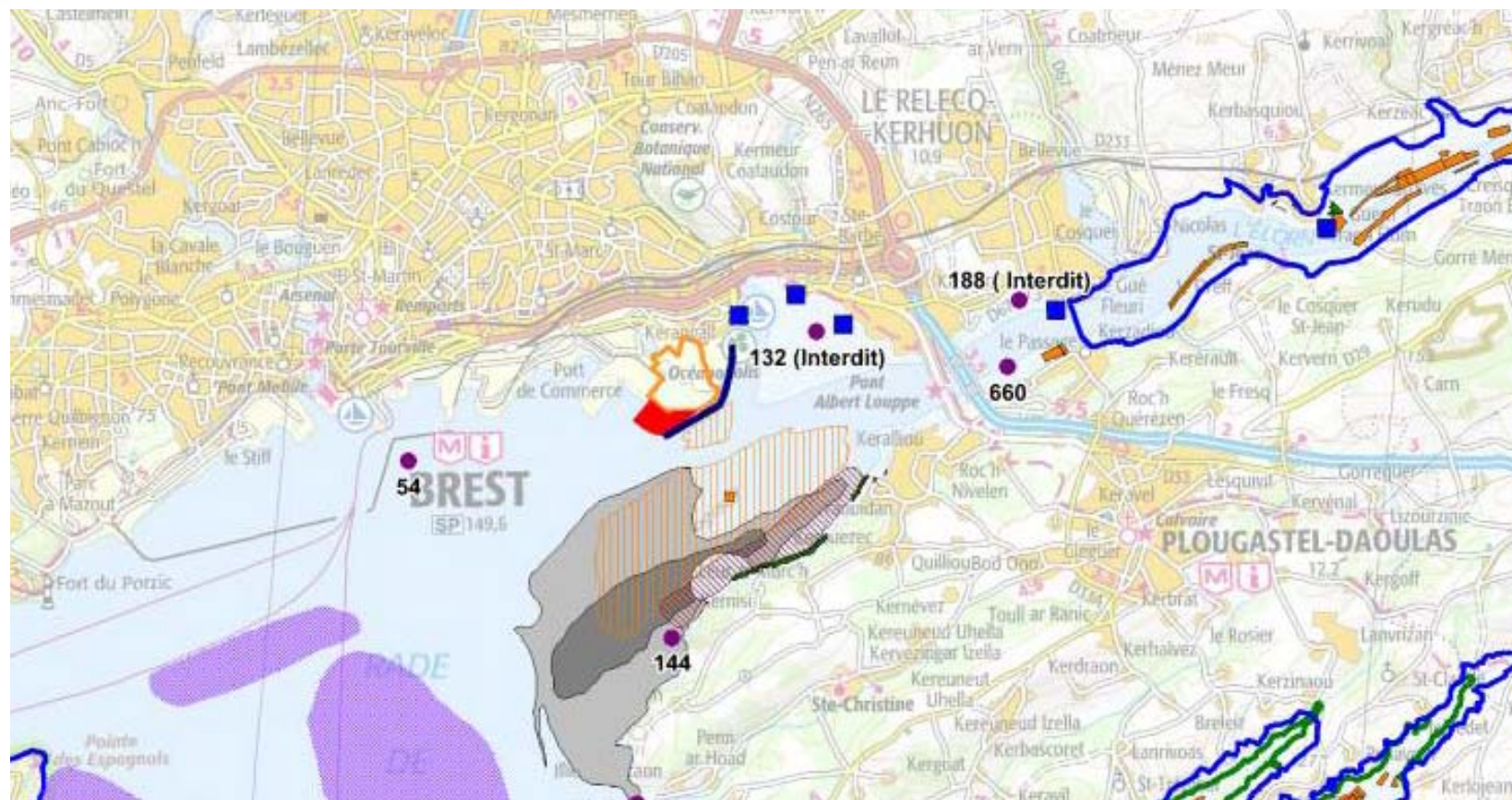
- Objectifs et enjeux du projet ;
- Prise en compte de l'environnement ;
- Principes constructifs retenus et optimisations ;
- Présentation des états de référence ;
- Suivi en phase travaux ;
- Conclusion





# Prise en compte de l'environnement

- Nombreux enjeux en rade de Brest : Conchyliculture, pêche, activités nautiques, activités de commerce, marine nationale, contrat de rade, *Alexandrium minutum*...







# Prise en compte de l'environnement

- Courant 2011 mise en œuvre d'une phase de concertation préalable avec l'ensemble des usagers (ateliers thématiques et groupes de travail) ;
- Définition d'un programme de travaux intégrant l'ensemble des contraintes recensées sur la base d'une modélisation hydro-sédimentaire de la rade ;
- Engagement ferme du maître d'ouvrage sur certaines problématiques (sédiments pollués, période de dragage *Alexandrium...*)
- Obtention de l'arrêté de travaux en août 2015 ;
- Définition des seuils travaux *a posteriori* de l'obtention de l'arrêté sur la base de campagne d'états de référence à réaliser sur 3 compartiments (eaux, sédiments et biotes).
- Mise à jour du projet lors de la reprise des études AVP et PRO et intégration d'optimisations environnementales.



# Ordre du jour

---

- Objectifs et enjeux du projet ;
- Prise en compte de l'environnement ;
- Principes constructifs retenus et optimisations ;
- Présentation des états de référence ;
- Suivi en phase travaux ;
- Conclusion





# Principes constructifs retenus

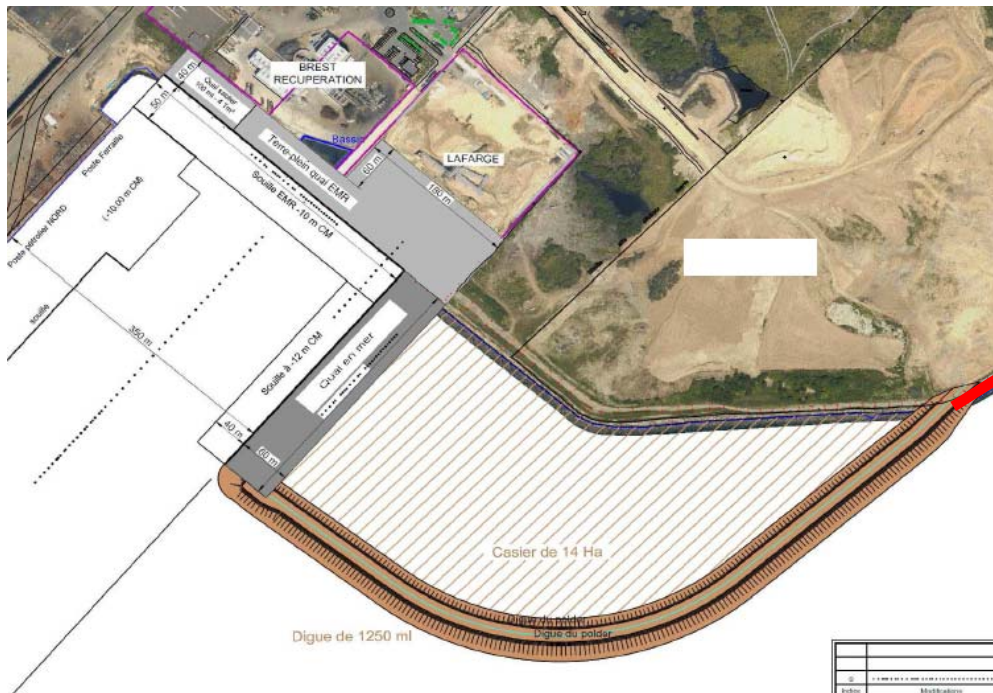
## Mission de la maîtrise d'œuvre maritime (EGIS)

- Optimisation du projet dans le strict respect des incidences identifiées dans l'étude d'impact ;
- Rebalayage des besoins du MOA, des partenaires et de l'ensemble des parties prenantes au démarrage de la mission ;
- Établissement d'un nouveau design répondant au mieux à l'ensemble de ces besoins ;
- Élaboration d'une nouvelle modélisation hydrosédimentaire pour s'assurer que le nouveau projet respecte bien le gabarit fixé à l'étude d'impact.

# Principes constructifs retenus

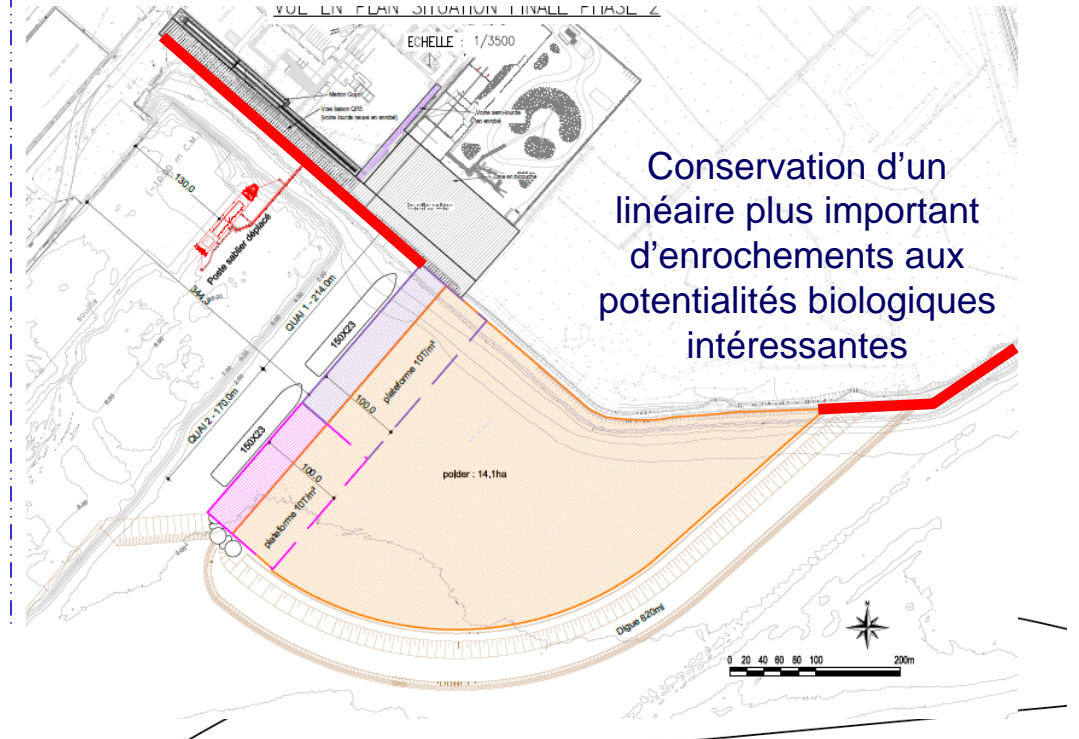
## Projet initial

- 2 quais à angle droit ;
- 1 digue de 1250 m linéaire ;
- 14 hectares de polder ;
- 1 250 000 m<sup>3</sup> à draguer.



## Projet mis à jour

- 2 quais linéaires ;
- 1 digue de 820 m de long ;
- 14 hectares de polder ;
- 1 250 000 m<sup>3</sup> à draguer.





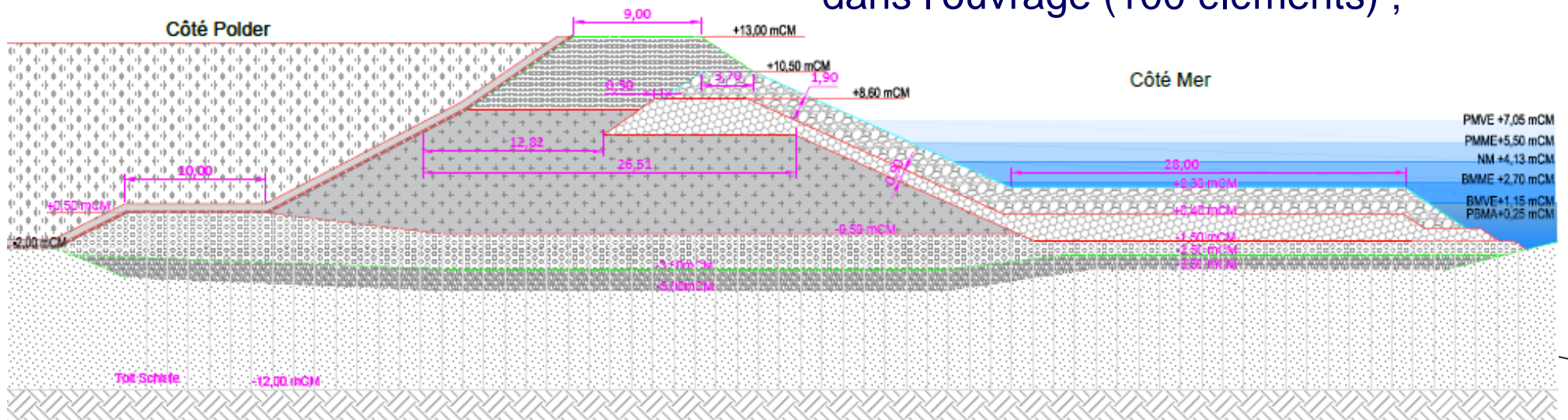
# Principes constructifs retenus

## Projet initial - Digue

- Poinçonnement des matériaux ;
- 1 550 000 m<sup>3</sup> d'apports carrières ;
- Largeur en pied : 60 m, avec risque de bourrelet vaseux.

## Projet mis à jour - Digue

- Matelas de répartition ;
- 1 150 000 m<sup>3</sup> d'apports carrières ;
- Largeur en pied : 100 m, avec champs de blocs en pied d'ouvrage ;
- Butée de pied en enrochements ;
- Intégration de cuvettes intertidales dans l'ouvrage (100 éléments) ;



# Principes constructifs retenus

## Projet initial - Dragage

- Multitude de technique de dragage (hydraulique, mécanique, en mer, à terre...);
- remplissage du casier concomitant (hydraulique et mécanique);
- Mis en œuvre sur 3 saisons et pendant 16 mois;



## Projet mis à jour - Dragage

- 2 techniques de dragage (chenaux : DAM, souilles : ponton deeper);
- Mis en œuvre sur 2 saisons et pendant 5 mois opérationnels;
- Enlèvement préalable des plus gros macro-déchets présents dans le chenal.

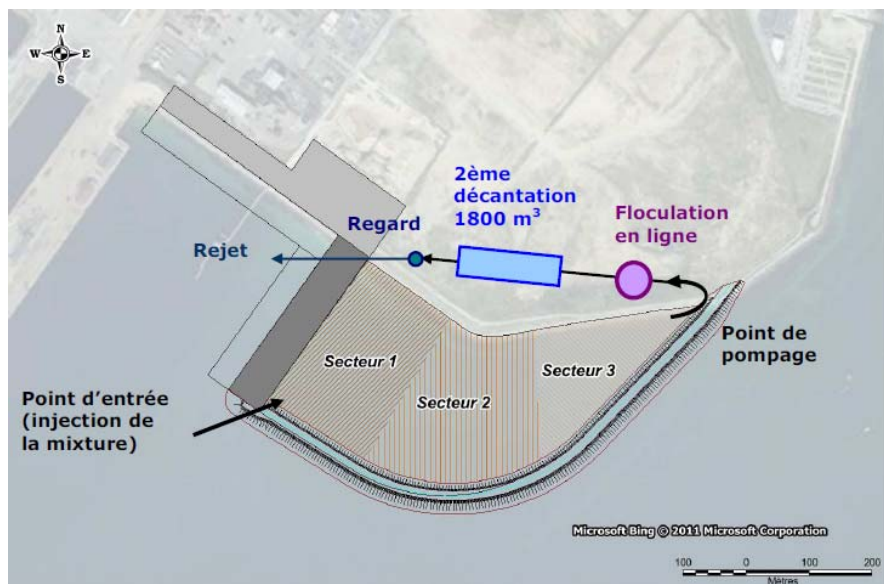




# Principes constructifs retenus

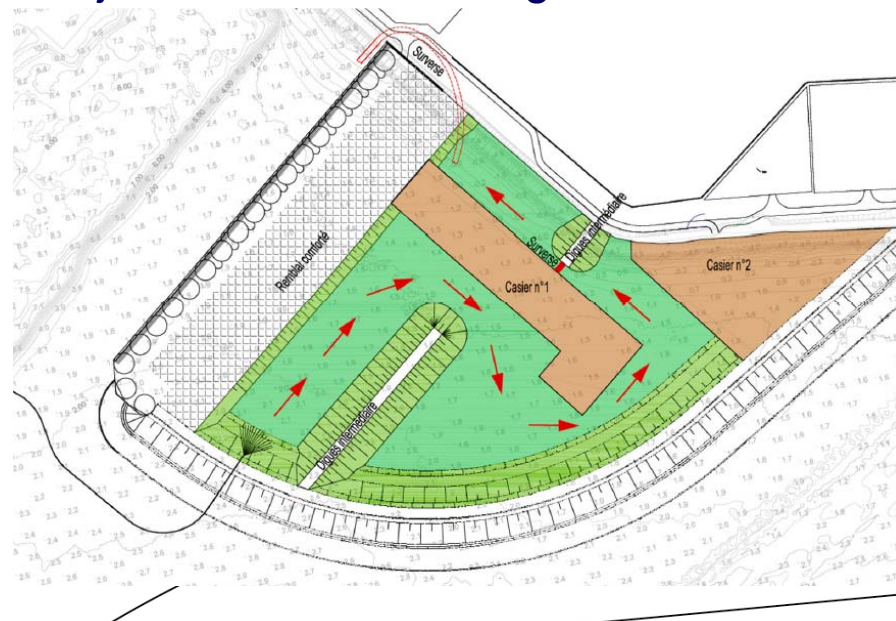
## Projet initial - Casier

- Pas de sous-casier ;
- Débit sortant dépendant du débit entrant ;
- Géotextile 80  $\mu\text{m}$ , perméable jusqu'au colmatage de la digue  $\rightarrow$  pertes au travers du corps de digue ;
- Unité de floculation externe ;
- Rejets estimés : 2000 mg/l max.



## Projet mis à jour - Casier

- Optimisation du cheminement (trajet, surverse et rehaussement) ;
- Géotextile 80  $\mu\text{m}$  + filtre à sable, blocage des fines  $\rightarrow$  pas de pertes ;
- Curage casier terminal et floculation ;
- Rejet du casier à la cote des fonds ;
- Rejets estimés : 200 mg/l max.





# Principes constructifs retenus

## Comparaison des Modélisations dragage saison 1 Teneur en MES

### Résultats ACTIMAR

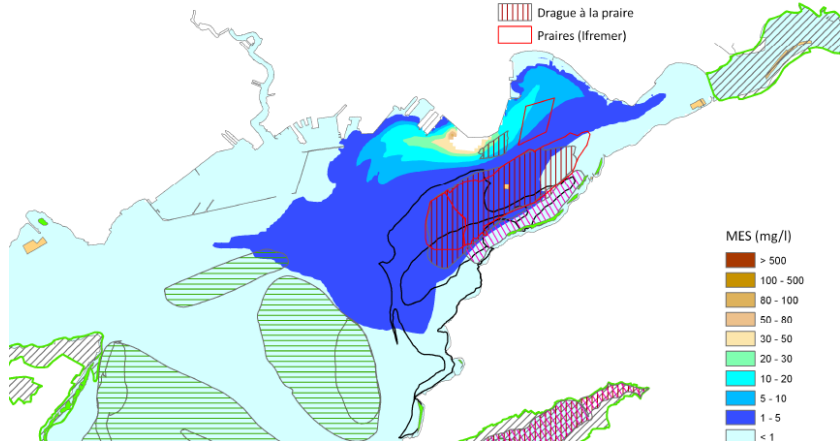
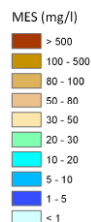
PHASE 1A - Phase 1B

Rejet par surverse - Rejet par la digue

Panache des concentrations maximales de MES (mg/l)

Pas d'assimilation par les coquillages

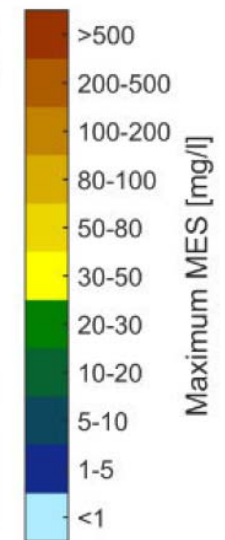
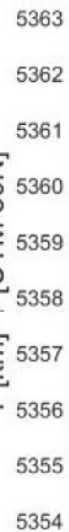
- Herbiers de zostères
- Banc de Maerl
- Culture maritime
- Site d'Importance Communautaire
- Dragage à la Coquille Saint-Jacques
- Dragage au pétoncle noir et huître plate
- Dragage à la praire
- Praires (Ifremer)



### Résultats IMDC

MES (mg/l)

Y [km] → [UTM 30N]



NB: ce sont les teneurs en MES maximales atteintes tout au long des travaux, le maximum est indiqué même s'il n'est atteint qu'une seule fois et de manière fugace





# Principes constructifs retenus

## Améliorations du projet apportées par le MOE

- Prise en compte de la fenêtre hivernale et des coûts de mobilisation/démobilisation ;
- Meilleure efficacité de la décantation dans le casier et dissociation des phases de dragages mécaniques et hydrauliques permettant des rendements de dragages hydrauliques plus élevés ;
- Suppression de la diffusion des sédiments à travers la digue par la mise en place d'un filtre ;
- Suppression d'un bassin de décantation à terre grevant le chantier terrestre ;
- Et incidences sur l'environnement plus limitées (pression équivalente mais sur des durées plus faibles).

**➔ Poursuite des optimisations sur le projet par ouverture à variante des lots en cours d'attribution (Lots quai et digue)**







# Ordre du jour

---

- Objectifs et enjeux du projet ;
- Prise en compte de l'environnement ;
- Principes constructifs retenus et optimisations ;
- Présentation des états de référence ;
- Suivi en phase travaux ;
- Conclusion



# Présentation des états de référence

## SUIVI SUR 3 COMPARTIMENTS



Physico-  
chimie

+



Polluants

Paramètres généraux de qualité  
Sondes automatiques autonomes  
T°C, C/S, O2, Turbidité, Chlorophylle, pH  
+  
Échantillonneurs passifs  
Métaux, PCB, HAP, TBT  
+  
Étude sédimentométrique

## SEDIMENT



Polluants

Granulométrie, matière sèche, densité, COT,  
phosphore, Azote ;  
Métaux traces, PCB, HAP, TBT  
bactériologie

## BIOTE



Végétaux  
Animaux

Maërl + invertébrés benthiques  
Bivalves (RINBIO et gisements naturels)

2 campagnes réalisées : hiver 2014/2015 et 2015/2016  
3<sup>ème</sup> campagne en cours

# Présentation des états de référence

## SUIVI EAUX - BOUÉES AUTONOMES :

6 Bouées SMATCH + 2 bouées de réseaux existants (MAREL et BOCA) ;

Déploiement : début novembre à fin avril ;

Envoi quotidien des données via liaison GPRS ;

Paramètres suivis : T°C, C/S, O<sub>2</sub> sat, pH, Turbidité, Chlorophylle A ;

Inspections / vérifications mensuelles.







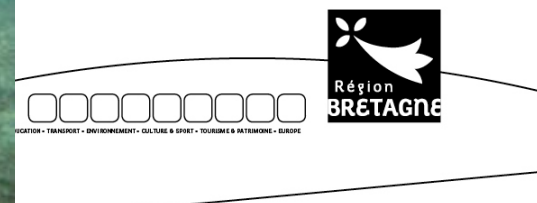
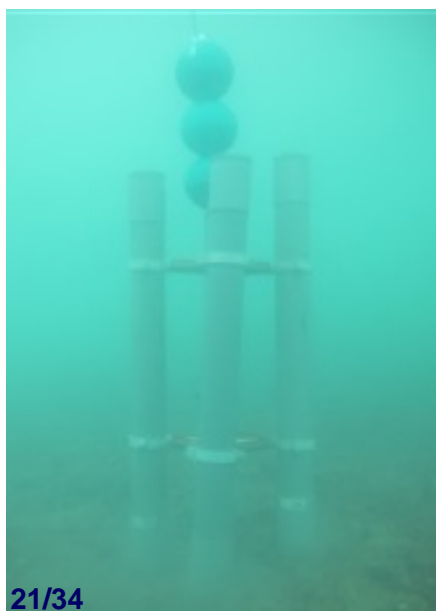
# Présentation des états de référence

## SUIVI EAUX - SÉDIMENTOMÈTRES

4 stations ;

Déploiement : 3 mois ;

Hauteur / poids des sédiments récoltés, matière sèche, Phosphore total, COT, Azote Kjeldhal, granulométrie.





# Présentation des états de référence

## SUIVI SÉDIMENTS

5 stations ;

1 campagne hivernale ;

Granulométrie, matière sèche, densité, COT, phosphore, Azote ;  
Métaux, PCB, HAP, TBT  
bactériologie ;

Comptage des kystes benthiques  
(*Alexandrium minutum*).







# Présentation des états de référence

## SUIVI MAËRL ET INVERTÉBRÉS BENTHIQUES

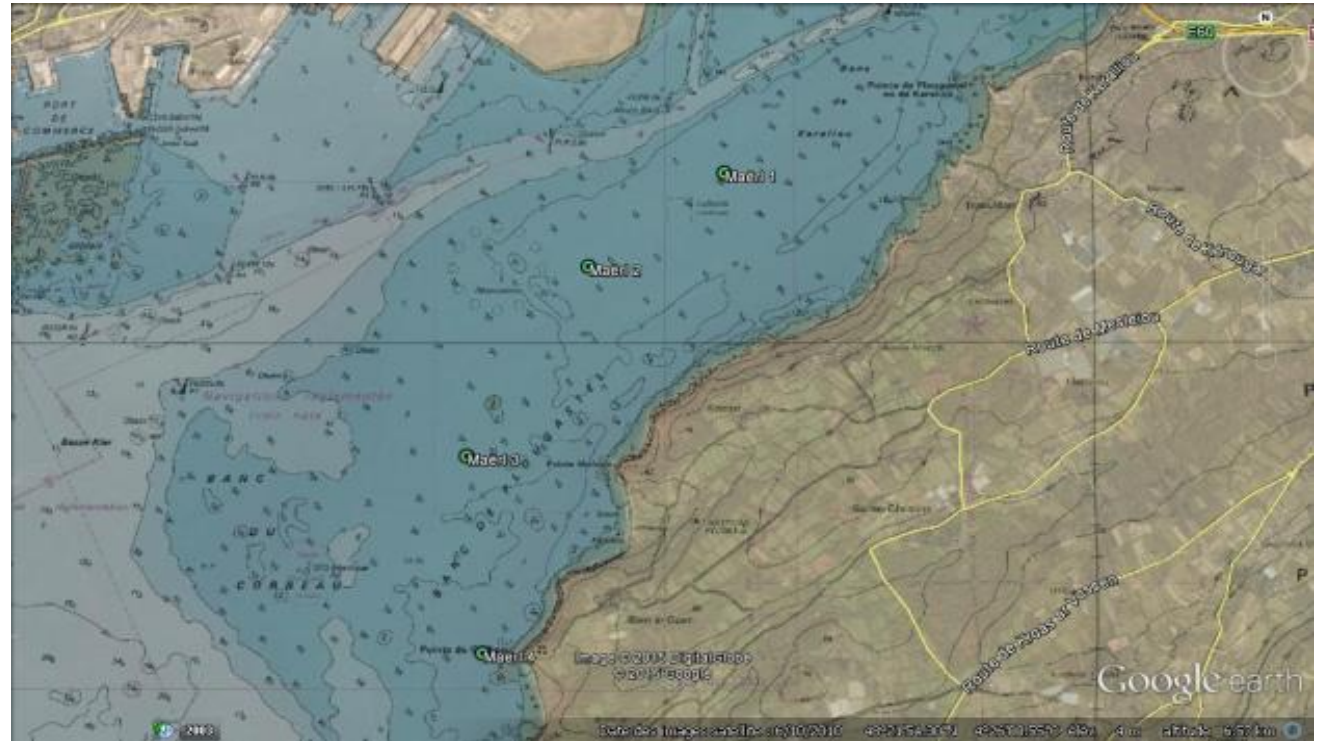
4 stations ;

2 campagnes : Décembre - Avril ;

Hauteur de maërl, répartition mort/vivant ;

Analyse granulométrique ;

Analyse peuplements benthiques.



23/34







# Présentation des états de référence

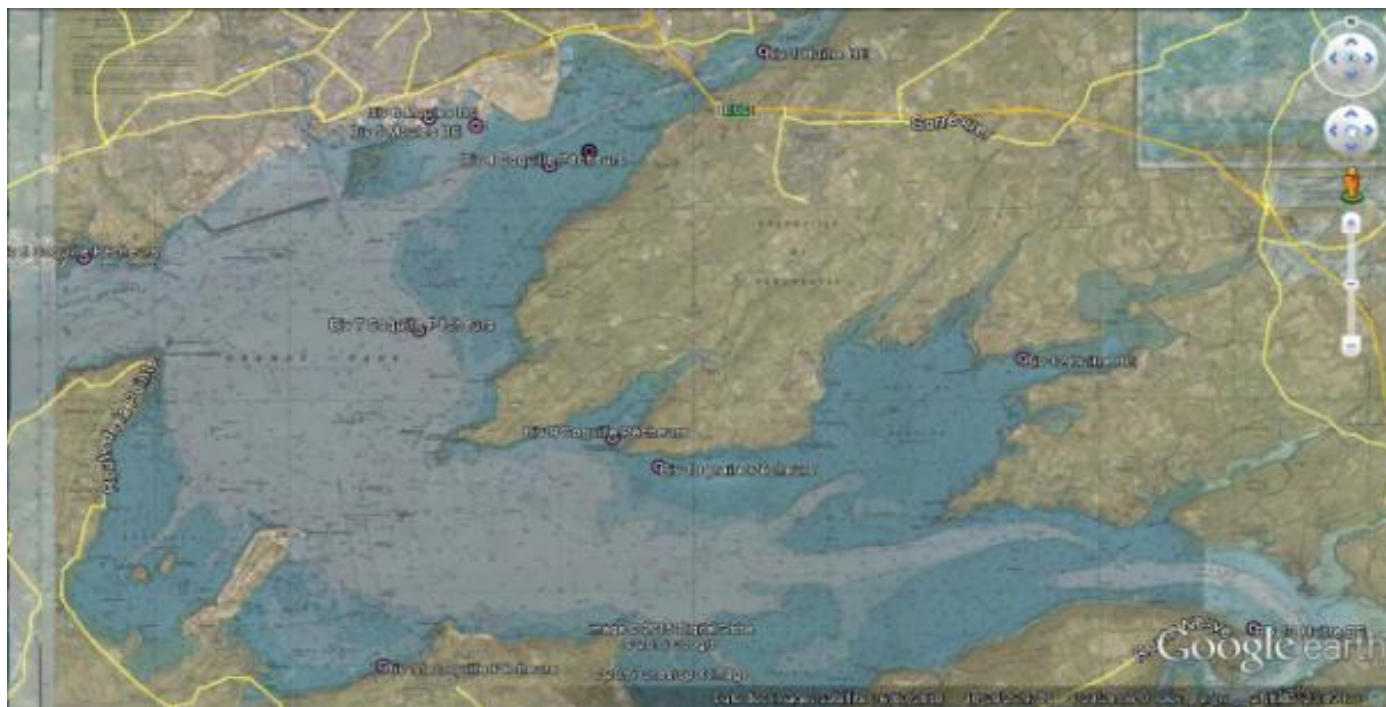
## BIVALVES - POPULATIONS NATURELLES ET CAGING

13 stations ;

5 espèces (huîtres, moules, praires, pétoncle noir et coquille saint jacques) ;

2 campagnes : Février - Juin ;

Métaux, PCB, HAP et TBT.





# Présentation des états de référence

## BILAN LOGISTIQUE APRES 2 CAMPAGNES :

- **Sondes SMATCH :**
  - Problème de Fouling des capteurs turbidité (Intégration d'un racleur) ;
  - Sensibilité à l'immersion et à la navigation (Déplacement de bouées) ;
  
- **RINBIO :**
  - Perte récurrente et complexité d'intervention à la pose et au cours du suivi (plongeurs à mobiliser rapidement) → Suivi abandonné et stations remplacées par du suivi sur populations naturelles (augmentation du nombre de stations).
  
- **Echantillonneurs passifs :**
  - Complexité d'intervention (idem RINBIO), représentativité faible (durée d'exposition limitée) ;
  - Pas adapté à l'ensemble des polluants.
  
- **Suivi Maërl, Bivalves naturels et sédiments :**
  - Pas de difficultés particulières.



# Ordre du jour

---

- Objectifs et enjeux du projet ;
- Prise en compte de l'environnement ;
- Principes constructifs retenus et optimisations ;
- Présentation des états de référence ;
- Suivi en phase travaux ;
- Conclusion



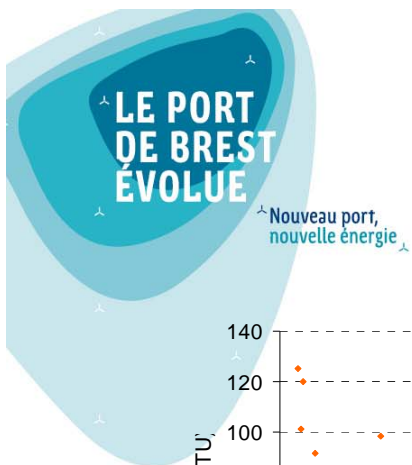


# Suivi en phase travaux

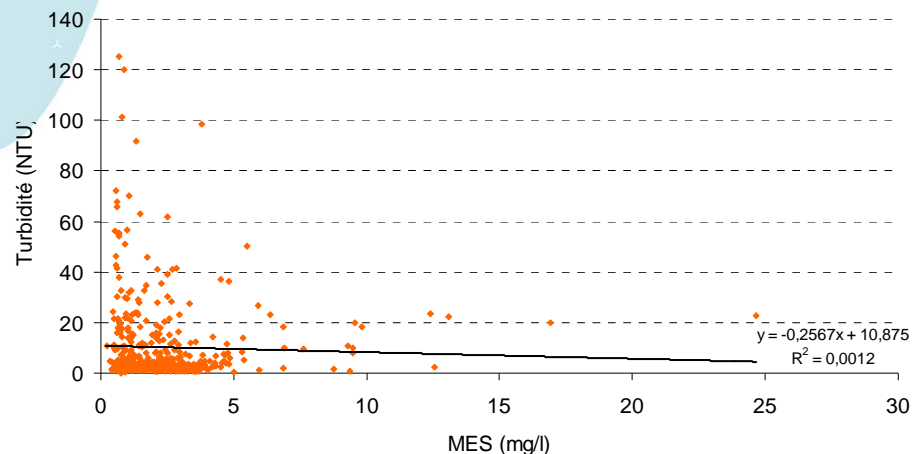
## UTILISATION DES SUIVIS ETATS DE REFERENCE :

- **Suivi des compartiments sédiments et biotes :**
  - Les données acquises permettront de vérifier l'absence d'incidence des travaux sur ces compartiments ;
  - Les résultats seront comparés aux données acquises au cours des 3 campagnes d'état de référence ;
  - Vérification en cours et *a posteriori* des travaux ;
  - Réactivité insuffisante (marqueurs intégrateurs).
  
- **Suivi en temps réel de la qualité des eaux (Bouées SMATCH) :**
  - Utilisation du paramètre turbidité pour encadrer les travaux (seuils) ;
  - Les autres paramètres ont vocation à expliquer les variations observées en lien avec les évolutions naturelles du milieu (tempête, précipitations, blooms algaux...) ;
  - Difficultés d'interprétation liées à la corrélation MES (mesure labo) et NTU (mesure *in situ*) ;
  - Contrainte à intégrer dans le dispositif de suivi.

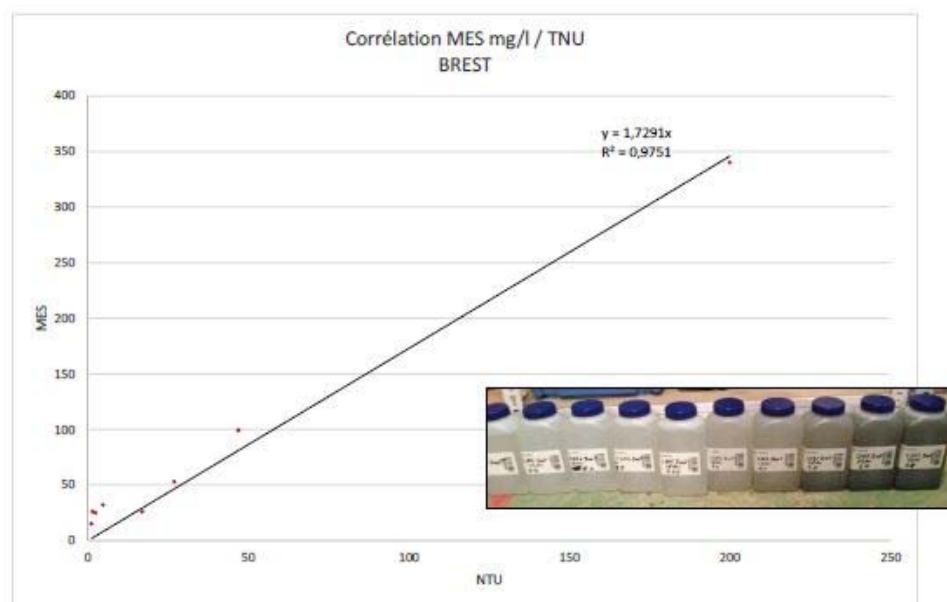




# Suivi en phase travaux



- Comparaison des données MES SOMLIT et NTU MAREL (15 années) ;
- Absence de corrélation des variations MES/NTU observées en rade de Brest.

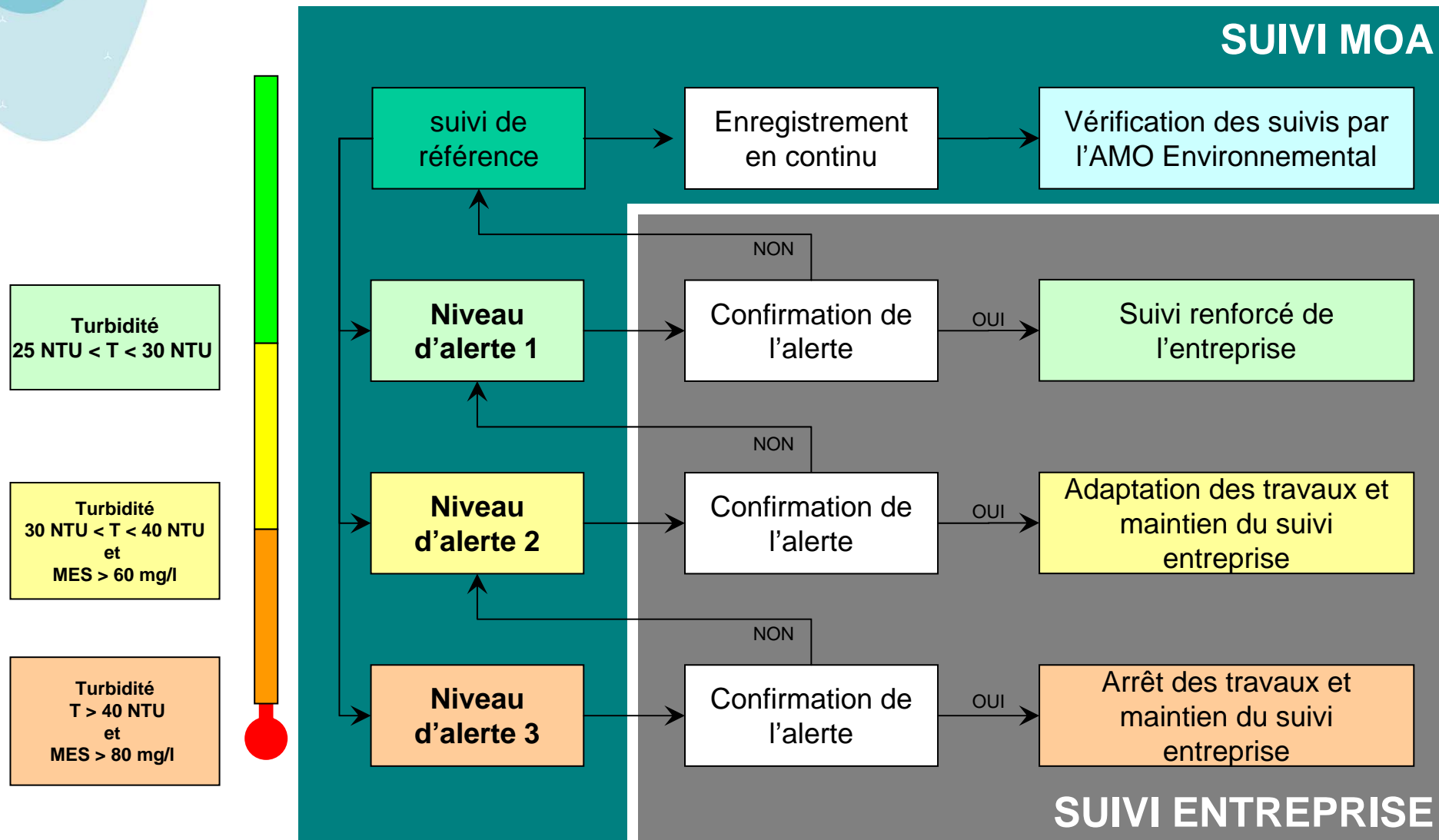


- Forte corrélation MES/NTU sur sédiments de dragage : **base de corrélation pour élaboration de seuils de suivi.**



# Suivi en phase travaux

## SEUILS D'ALERTE : TURBIDITE et MES







# Suivi en phase travaux

## DÉVELOPPEMENT D'UNE PLATEFORME MÉTÉOCÉAN

- Interface web de consultation des données d'opérabilité au regard de la modélisation de l'agitation en rade (modélisation en temps réel sur la base des marées, des vents et de la houle) ;
- Compilation des données des suivis SMATCH et déclenchement des alertes (SMS, mails...) ;
- Anticipation des risques de dépassements de seuils en fonctions des travaux programmés ;
- Automatisation de la production des fiches de synthèse des données.



# Suivi en phase travaux

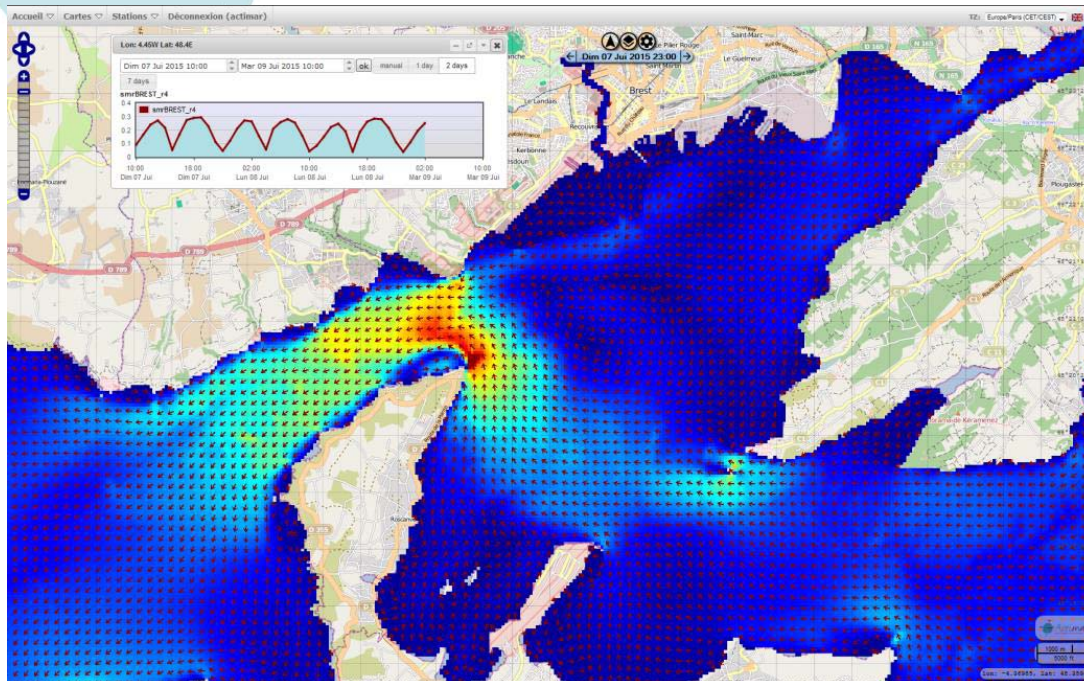
## DONNÉES D'ENTRÉES DE LA PLATEFORME

- Bouées du réseau SMATCH Région ;
- Bouées BOCA et MAREL ;
- Houlographe Région ;
- Station météorologique de la capitainerie du port de Commerce (vent, précipitation, température...) ;
- Apports fluviaux de l'Elorn (Réseau HYDRO) ;
- Données AIS (positionnement temps réel des navires) ;
- Données Océanopolis (pompage et turbidimètres).



# Suivi en phase travaux

## VISUELS MODELISATION TEMPS REEL



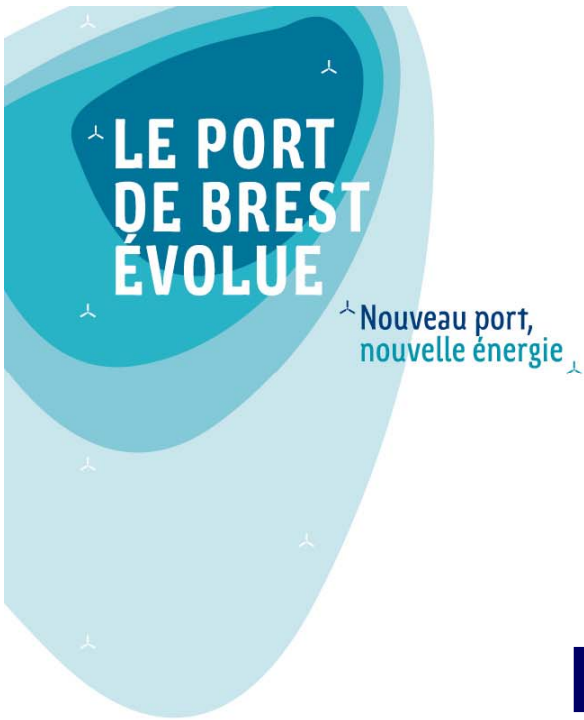




# Suivi en phase travaux

## VISUELS CONSULTATION DES DONNÉES

- En cours de développement (livraison beta en fin d'année) ;
- Accès limité aux intervenants directs sur le projet (MOA, MOE, AMOE...)
- Ce module gère les alertes en fonction des règles de calcul définies ;
- Les membres du COLISOD disposeront d'un accès aux données via un autre outil développé par la DSI de la Région.



**Merci de votre attention**



TERritoires • ÉCONOMIE • FORMATION • ÉDUCATION • TRANSPORT • ENVIRONNEMENT • CULTURE & SPORT • TOURISME & PATRIMOINE • EUROPE