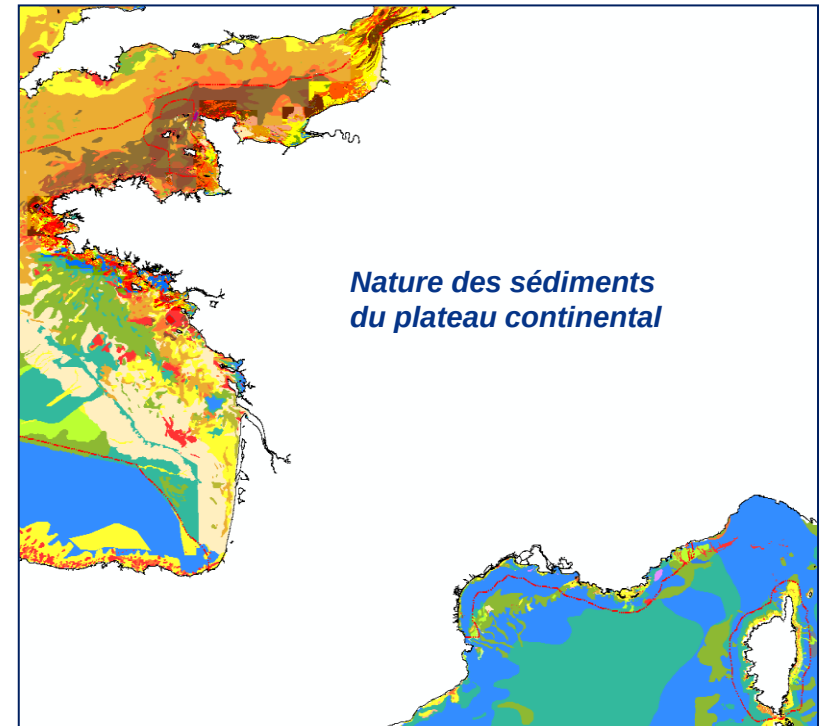


# Relations entre les EMR et le fond marin

**Paris énergie hydrolenne**  
**02/02/2017**

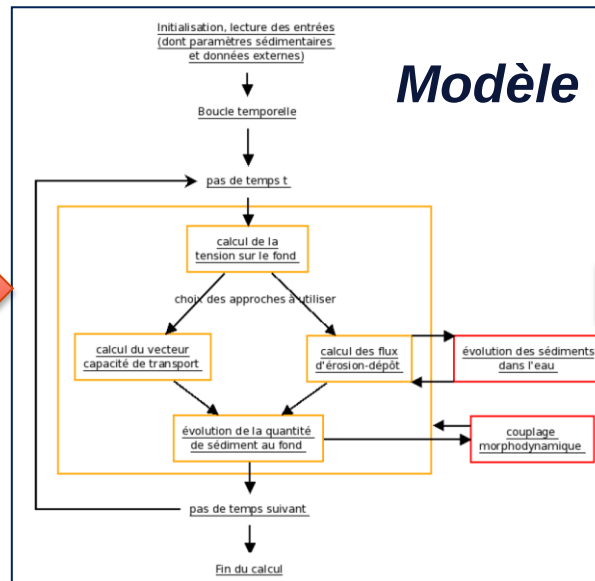


## Mesure et modélisation de la dynamique des sédiments

**Mesures**



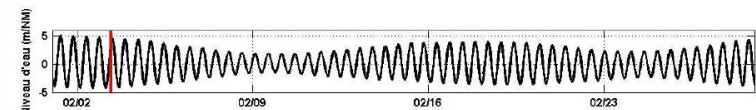
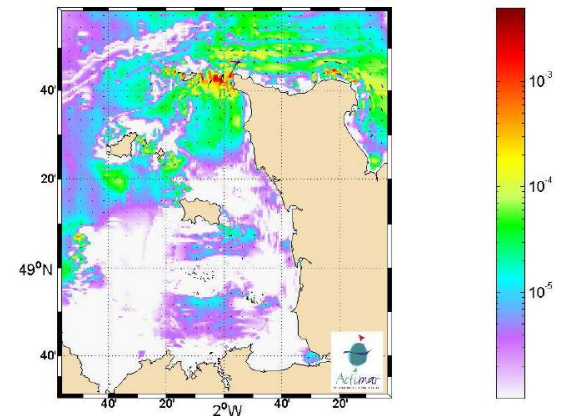
**Modèle**



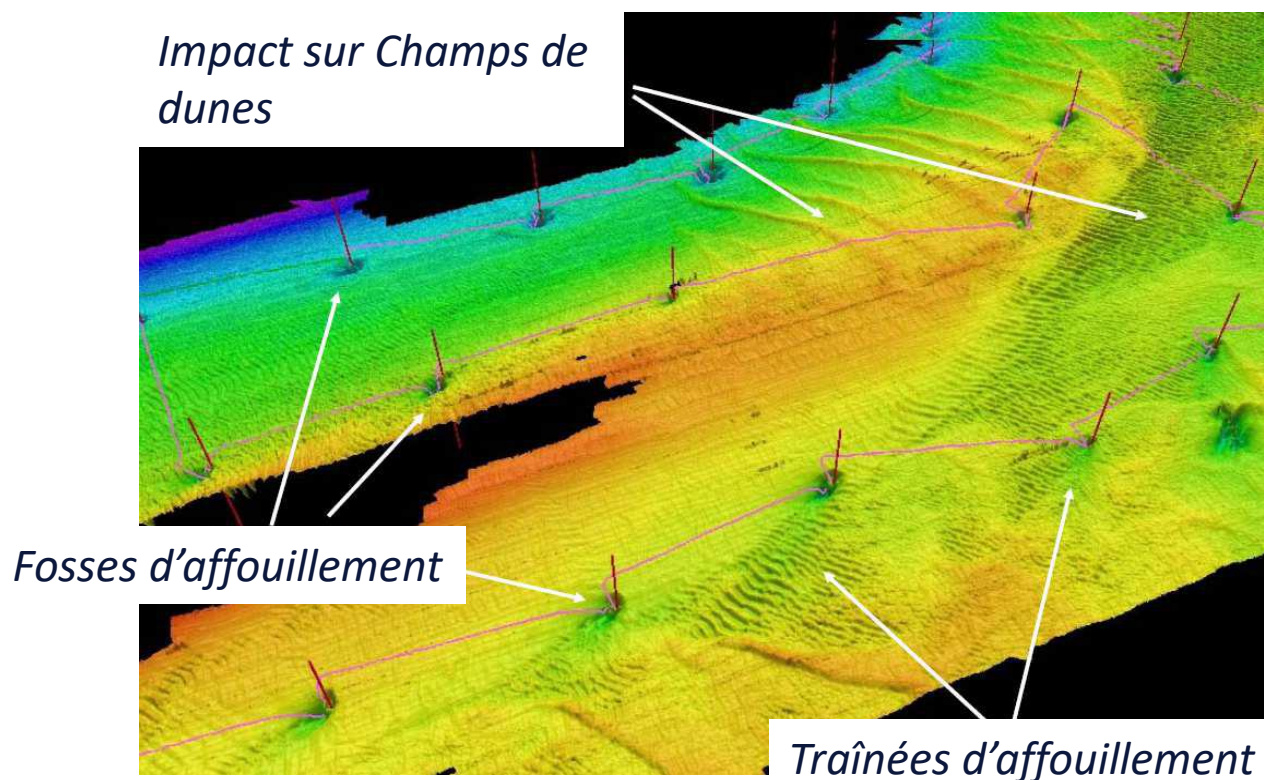
### Résultats Hycom Sedim (Shom 2016)

**Run février 2014**

GNB : Transport instantané par charriage ( $\text{m}^3/\text{m/s}$ )  
2014-02-03 08:00:00



Au cours de ses différentes phases de vie, un projet d'EMR interagit inévitablement avec son environnement et peut modifier ou être affecté par certains paramètres environnementaux.





## PROPOSITION DE MATRICE DE HIERARCHISATION DES ETUDES DES IMPACTS POTENTIELS

PROPOSITION DE MATRICE DE HIERARCHISATION  
DES ETUDES DES IMPACTS POTENTIELS

|          |                                        |   | ACTIVITES DU PROJET      |   |                    |   |                            |     |                            |   |                               |     |                         |     |                        |  |                                   |  |                          |  |             |  |               |  |                              |  |
|----------|----------------------------------------|---|--------------------------|---|--------------------|---|----------------------------|-----|----------------------------|---|-------------------------------|-----|-------------------------|-----|------------------------|--|-----------------------------------|--|--------------------------|--|-------------|--|---------------|--|------------------------------|--|
|          |                                        |   | Fabrication des éléments |   | Assemblage à terre |   | Installation de fondations |     | Installation des éoliennes |   | Pose des liaisons électriques |     | Atterrage de la liaison |     | Présence des éoliennes |  | Présence des liaisons électriques |  | Production d'électricité |  | Maintenance |  | Démantèlement |  | Mise au rebut / valorisation |  |
| MILIEU   |                                        |   | FABRICATION              |   | INSTALLATION       |   |                            |     | EXPLOITATION               |   |                               |     | DEMANTELEMENT           |     |                        |  |                                   |  |                          |  |             |  |               |  |                              |  |
|          |                                        |   | 1                        | 2 | 3                  | 4 | 5                          | 6   | 7                          | 8 | 9                             | 10  | 11                      | 12  |                        |  |                                   |  |                          |  |             |  |               |  |                              |  |
| PHYSIQUE | Géologie                               | A |                          |   | T                  |   |                            |     |                            |   |                               |     |                         |     |                        |  |                                   |  |                          |  |             |  |               |  |                              |  |
|          | Hydrologie                             | B |                          |   | T                  |   | T                          | T   |                            |   |                               | T I | T                       |     |                        |  |                                   |  |                          |  |             |  |               |  |                              |  |
|          | Sédimentologie                         | C |                          |   | T                  |   | T                          | T   |                            |   |                               |     | T I                     |     |                        |  |                                   |  |                          |  |             |  |               |  |                              |  |
|          | Quantité des eaux                      | D |                          |   | T                  | T | T                          | T   |                            |   | I                             | T   | T                       | T I |                        |  |                                   |  |                          |  |             |  |               |  |                              |  |
|          | Qualité de l'air                       | E | T                        | T |                    |   |                            |     |                            |   | I                             |     | T                       | T I |                        |  |                                   |  |                          |  |             |  |               |  |                              |  |
| HUMAIN   | Population et emploi                   | F | T                        | T | T                  | T |                            |     |                            |   |                               |     | T                       | T   |                        |  |                                   |  |                          |  |             |  |               |  |                              |  |
|          | Sécurité en mer                        | G |                          | T | T                  | T | T                          | T   |                            |   |                               | T   | T                       |     |                        |  |                                   |  |                          |  |             |  |               |  |                              |  |
|          | Pêche et exploitation des fonds marins | H |                          |   | T                  | T | T                          | T   |                            |   |                               | T   | T                       |     |                        |  |                                   |  |                          |  |             |  |               |  |                              |  |
|          | Activités portuaires et maritimes      | I | T                        | T | T                  | T | T                          |     |                            |   |                               | T   | T                       | T   |                        |  |                                   |  |                          |  |             |  |               |  |                              |  |
|          | Industrie                              | J | T                        | T |                    |   |                            |     |                            |   |                               |     | T                       | T   |                        |  |                                   |  |                          |  |             |  |               |  |                              |  |
|          | Tourisme et archéologie                | K |                          |   | T                  | T | T                          | T I |                            |   |                               |     | T                       |     |                        |  |                                   |  |                          |  |             |  |               |  |                              |  |
|          | Infrastructures et réseaux             | L |                          | T |                    |   | T                          | T   |                            |   |                               |     |                         | T   |                        |  |                                   |  |                          |  |             |  |               |  |                              |  |
|          | Acoustique                             | M | T                        | T | T                  |   |                            |     |                            |   |                               |     | T                       |     |                        |  |                                   |  |                          |  |             |  |               |  |                              |  |
| NATUREL  | Milieu naturel marin                   | N | T                        | T | T                  |   | T                          | T   |                            |   |                               | T I | T                       |     |                        |  |                                   |  |                          |  |             |  |               |  |                              |  |
|          | Avifaune                               | O |                          |   |                    | T |                            |     |                            |   |                               |     |                         |     |                        |  |                                   |  |                          |  |             |  |               |  |                              |  |
|          | Paysage                                | P |                          | T |                    | T |                            | T   |                            |   |                               |     | T                       |     |                        |  |                                   |  |                          |  |             |  |               |  |                              |  |

| Niveau d'exigence des études |   |    |     |
|------------------------------|---|----|-----|
|                              | + | ++ | +++ |

| Type d'impact potentiel |            |   |          |
|-------------------------|------------|---|----------|
| T                       | Temporaire | I | Indirect |

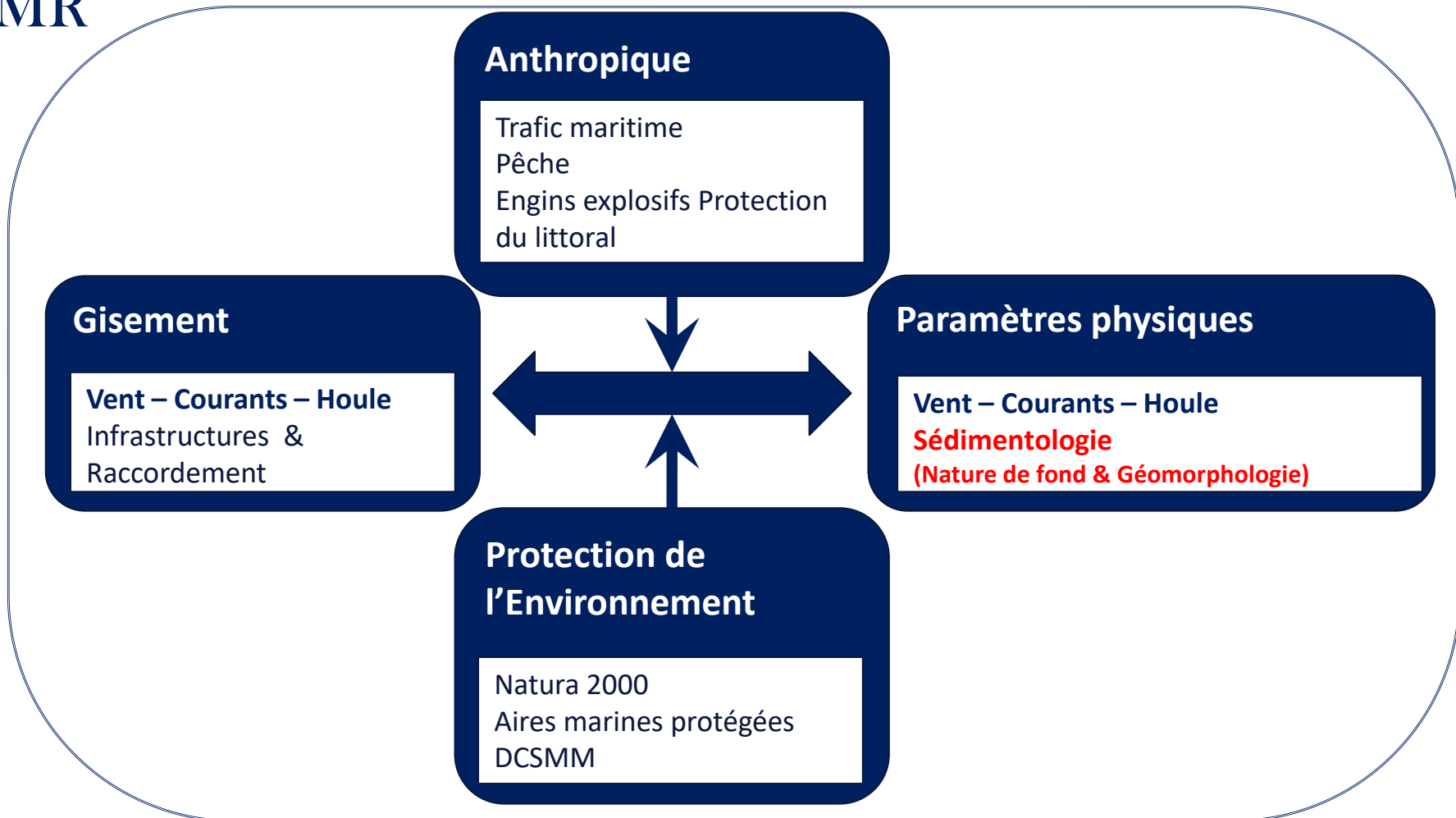
Extrait  
étude  
POWEO  
2008

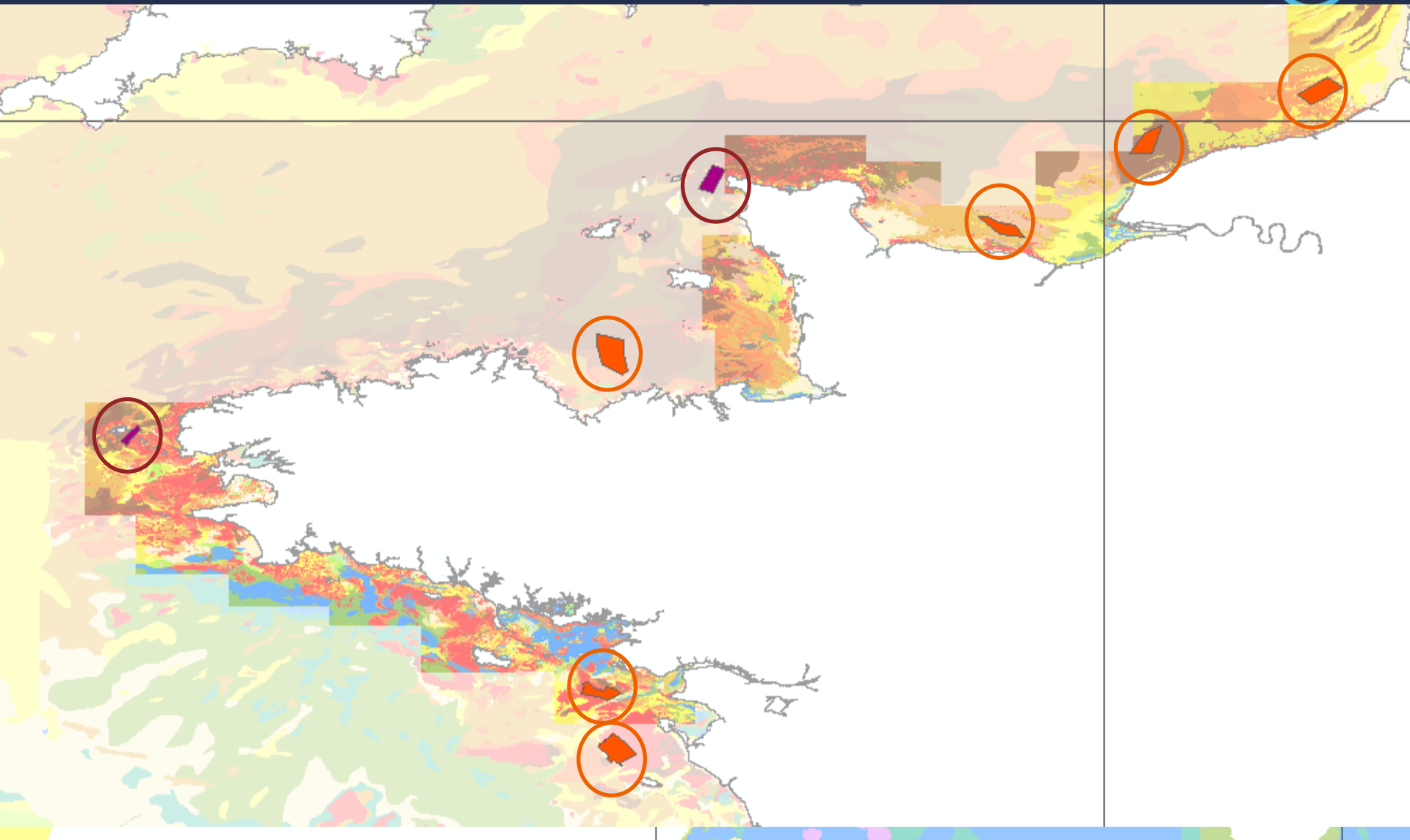
Extrait  
étude  
POWEO  
2008

## Principales catégories d'interaction potentielle des EMR avec le milieu Naturel (Rapport MEEM 2012)

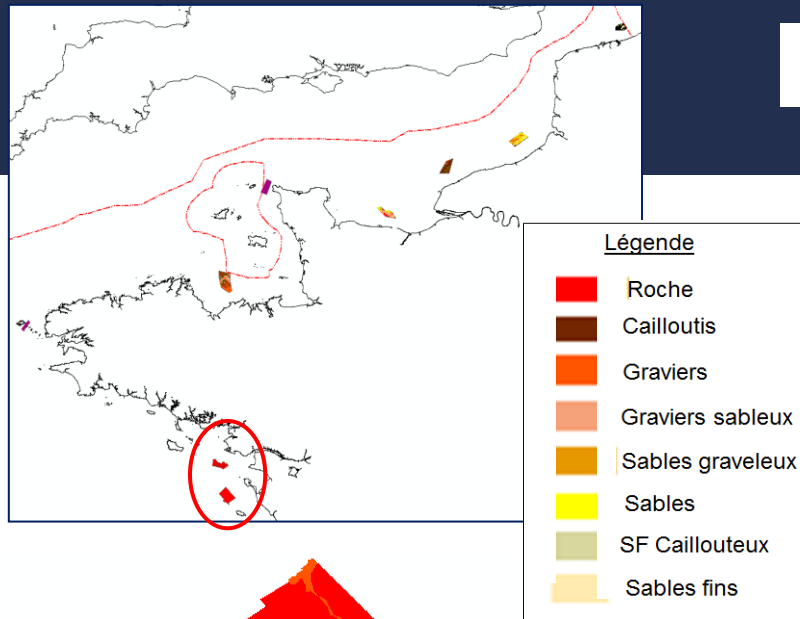
|                                                                    |                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Remaniement des fonds et remises en suspension de matériaux</b> | Opérations de travaux et ancrages : <ul style="list-style-type: none"><li>- perturbation du substrat,</li><li>- remise en suspension,</li><li>- modification de la nature sédimentaire des fonds</li></ul>                    |
| <b>Obstacles aux écoulements</b>                                   | Interaction des installations avec le milieu : <ul style="list-style-type: none"><li>- soustraction d'énergie et turbulences modifient les courants et la dynamique sédimentaire même au-delà de l'emprise du parc.</li></ul> |
| <b>Problème des engins explosifs</b>                               | Opérations de travaux et ancrages                                                                                                                                                                                             |

## EMR



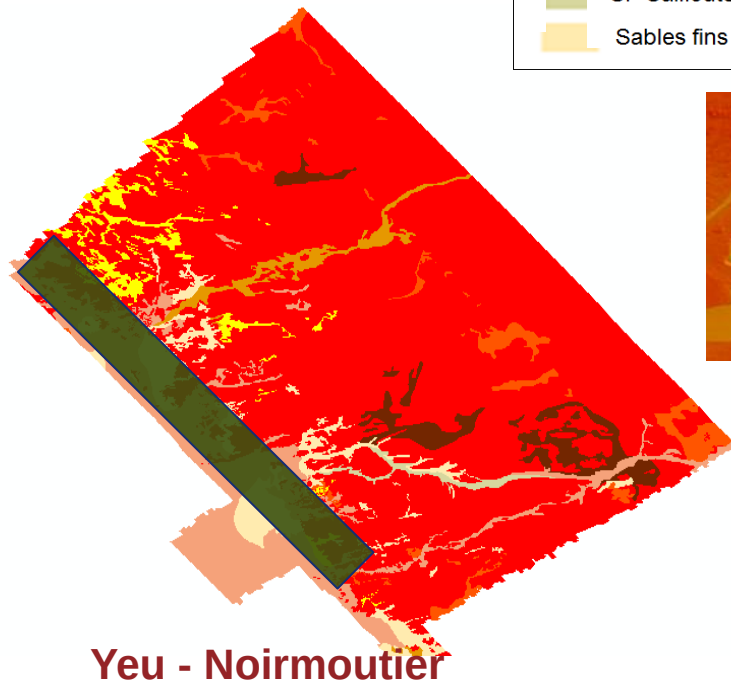




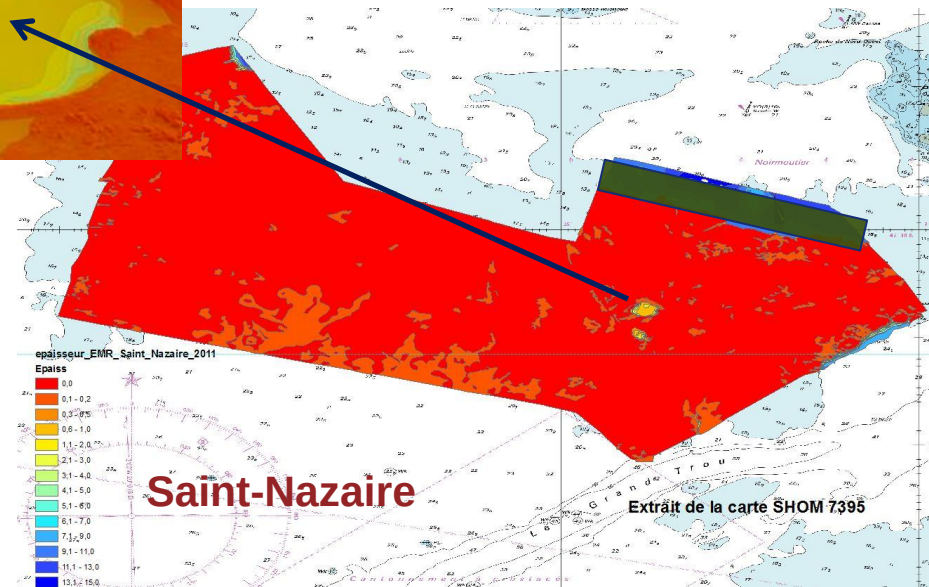
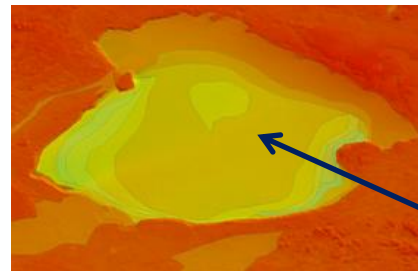


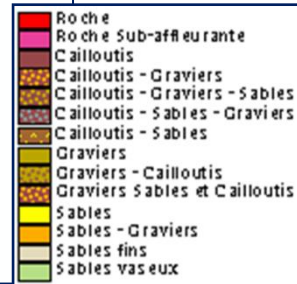
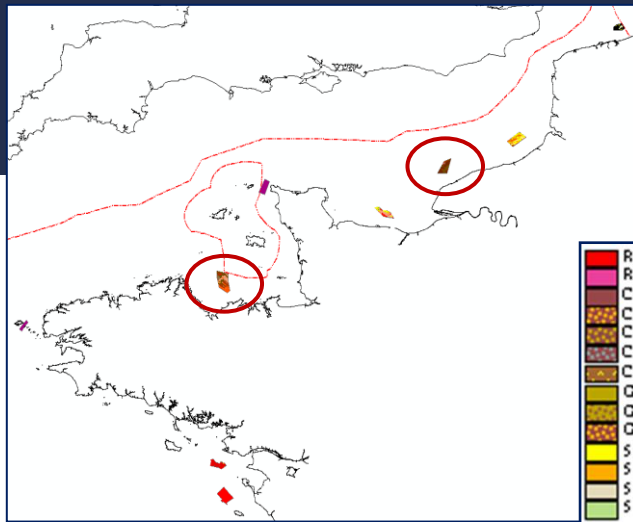
Environnements à socle rocheux dominant

Les sédiments n'y posent pas de problèmes pour la mise en place des éoliennes et celles-ci auront peu d'impact sur l'environnement. Mais des secteurs restreints ne sont pas conformes au reste du domaine



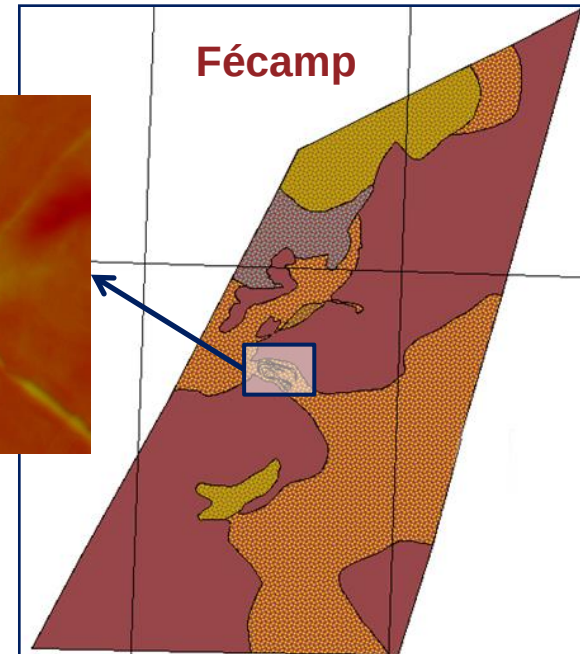
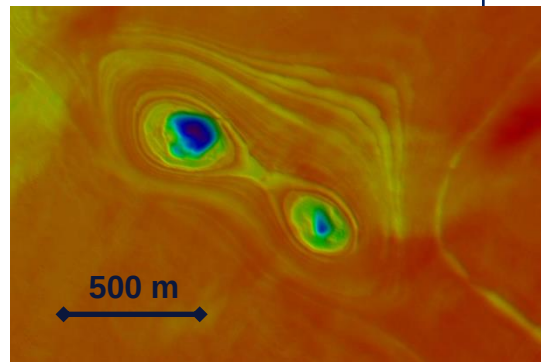
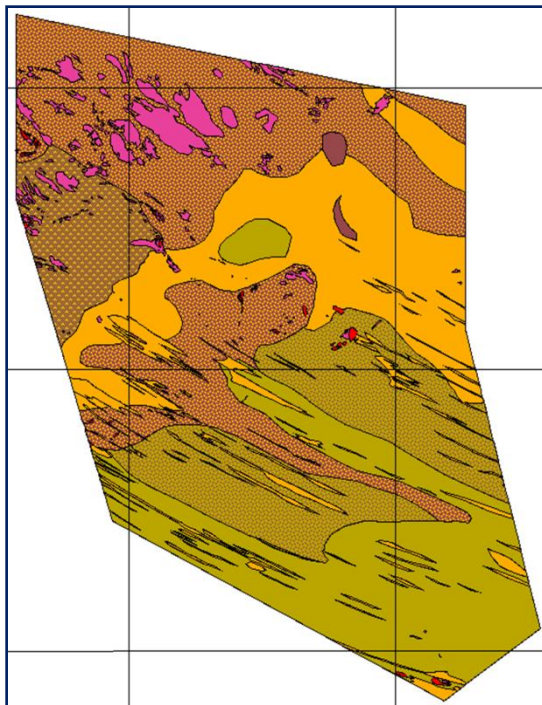
Yeu - Noirmoutier





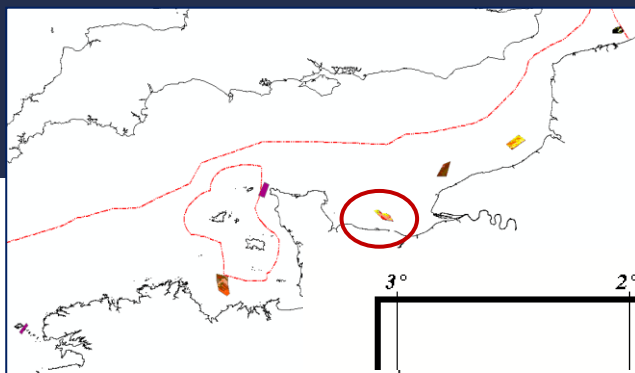
Cailloutis et graviers peu épais sur le socle rocheux.

Environnement plus hétérogènes et présentant un flux sédimentaire.



Des failles associées à un anticlinal mettent à l'affleurement des roches meubles dont il faut s'écarter

## Eoliennes : Courseulles/mer



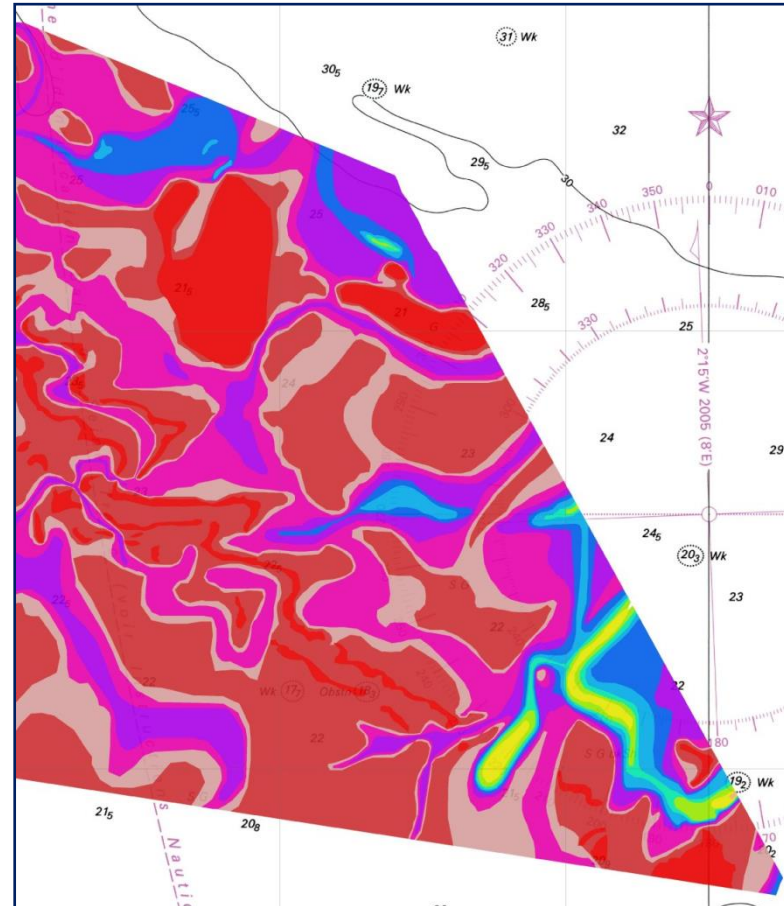
Mélange de sables et graviers sur roche peu enfouie.

Possibilité d'impact sur la dynamique sédimentaire.

**Présence du risque mine**  
dans les chenaux comblés  
du NW et du SE avec des  
épaisseurs localement  
supérieures aux capacités  
de détection.

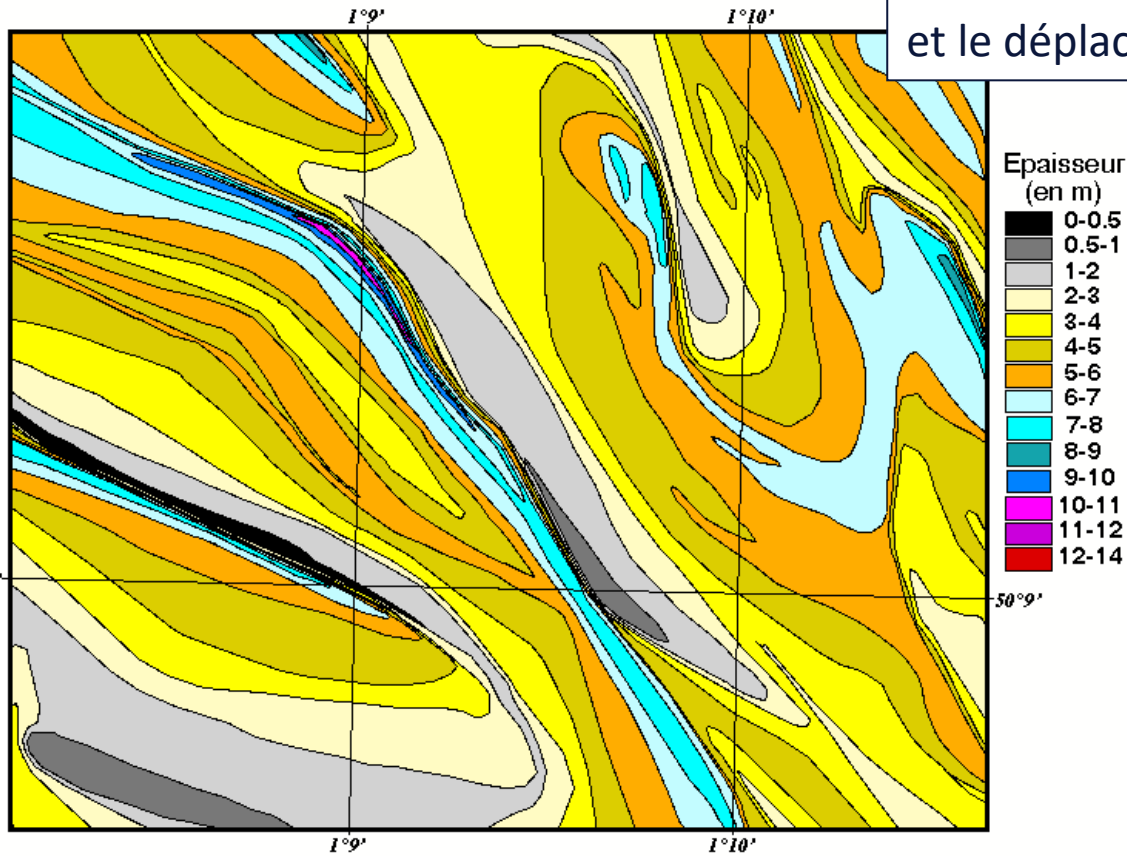
Roche  
Graviers  
Graviers Sables et Cailloutis  
Sables et Graviers  
Sables  
Sables vaseux

## Nature des fonds mais aussi l'épaisseur des sédiments





Dunes sableuses dont la hauteur dépasse localement 10 m et le déplacement 5m/an



**L'historique de ce secteur (présence d'explosifs) et les dunes entraînent un risque mines important**

**L'impact réciproque des éoliennes et de la dynamique sédimentaire doivent être évalués**



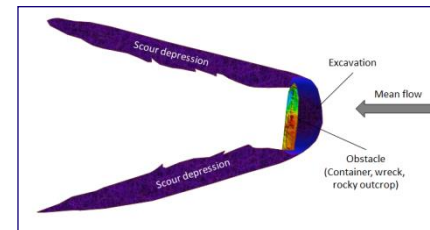
Diminution de la vitesse des courants

Fosses d'affouillement en présence de sédiments grossiers

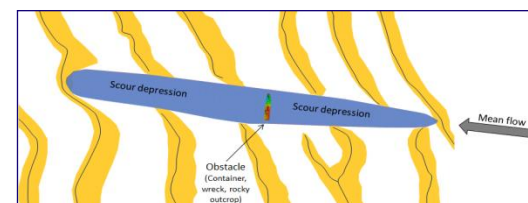
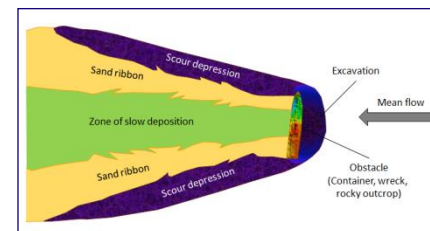
Queue de comète avec ou sans surimposition de dunes

Couloir d'érosion spécifique des champs de dunes

Scour pits

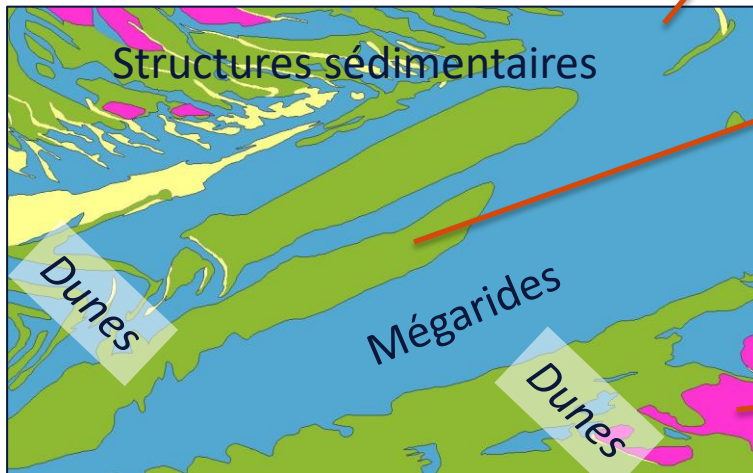


Scour pits et queues de comètes



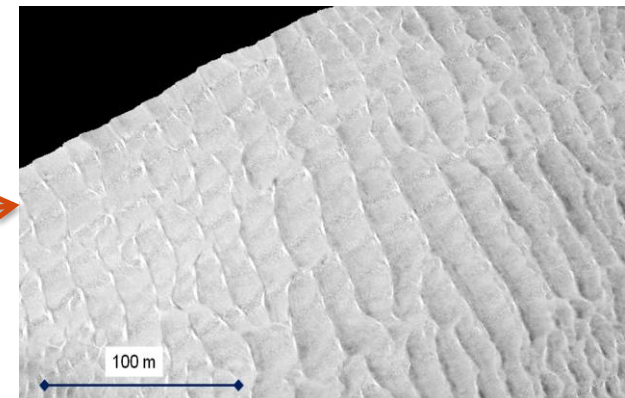
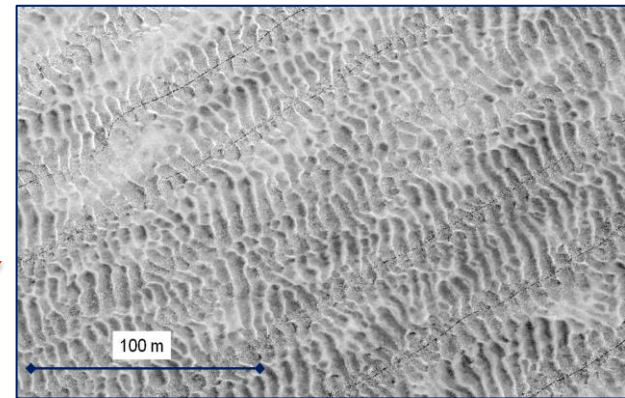
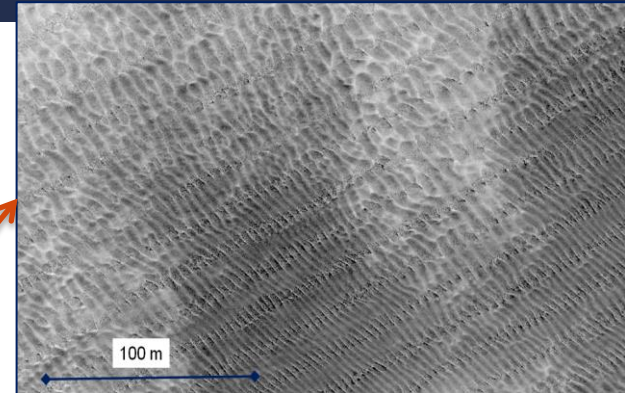
Impact des mégarides pour :

- la prévision de l'enfouissement,
- la chassabilité,
- les modèles de houle et le déferlement,
- Les modèles de courants,
- Les modèle de dynamique sédimentaire ,
- La qualification des levés bathymétriques
- La biologie marine ...

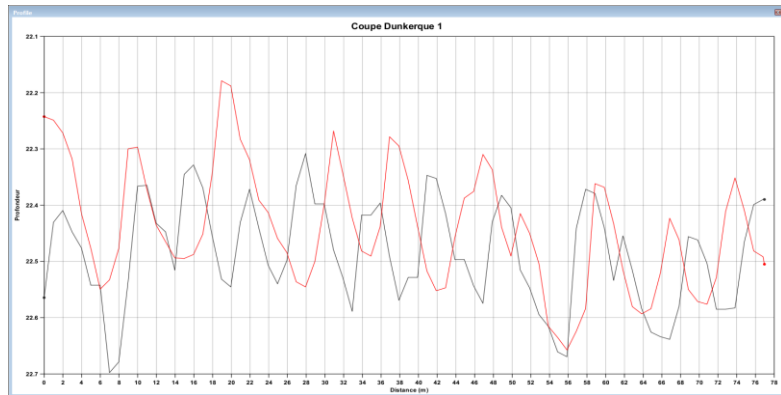


Relations entre les EMR et le fond marin

15



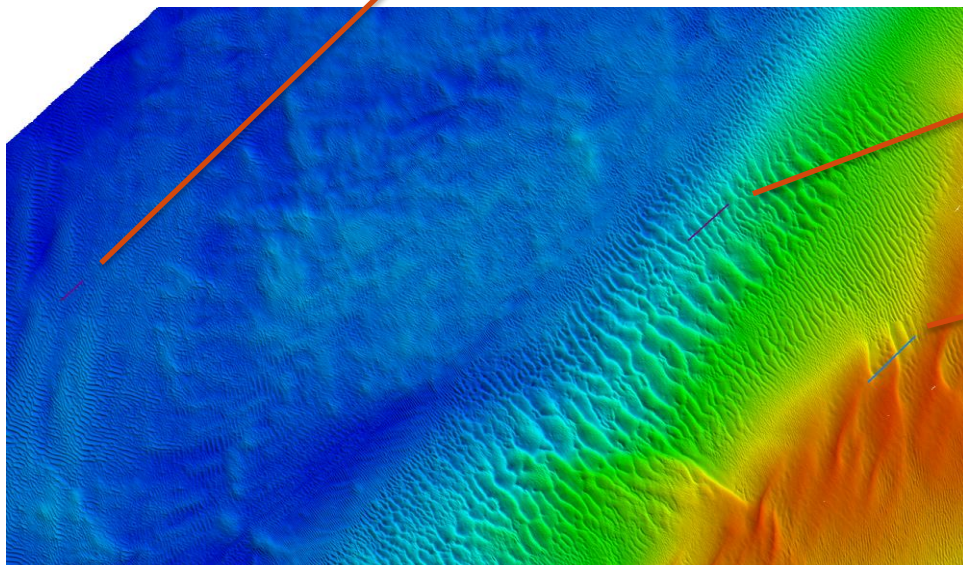
17



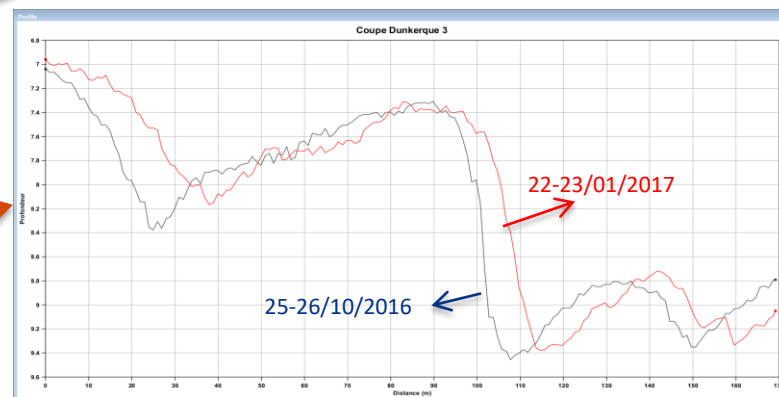
22,5m



19m



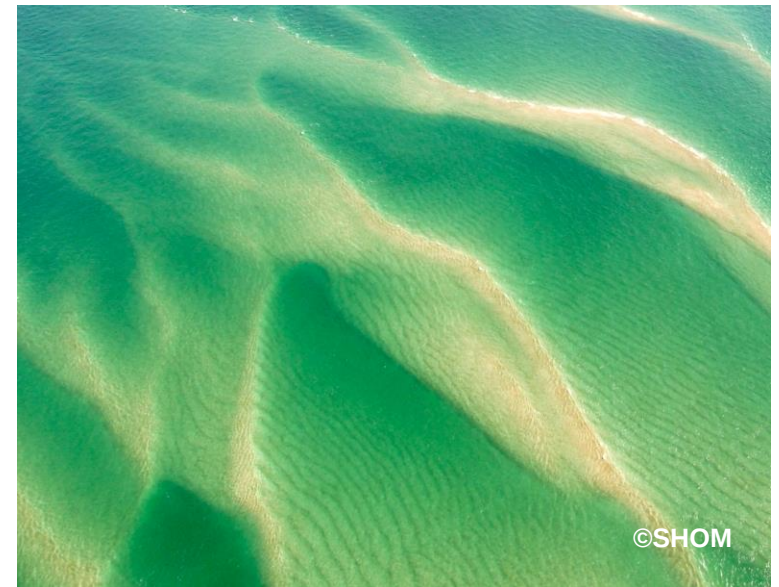
7m







*Ne pas oublier les structures sédimentaires*



## *Apports des modèles physiques*

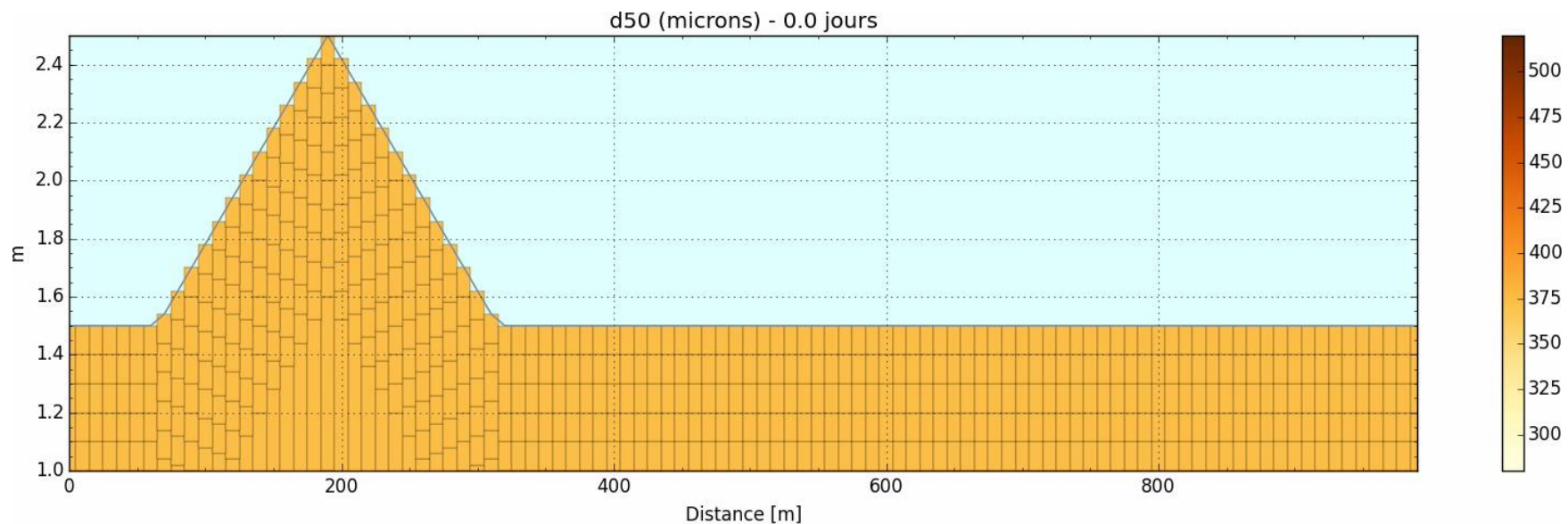


Giri and Shimizu, MARID 2008

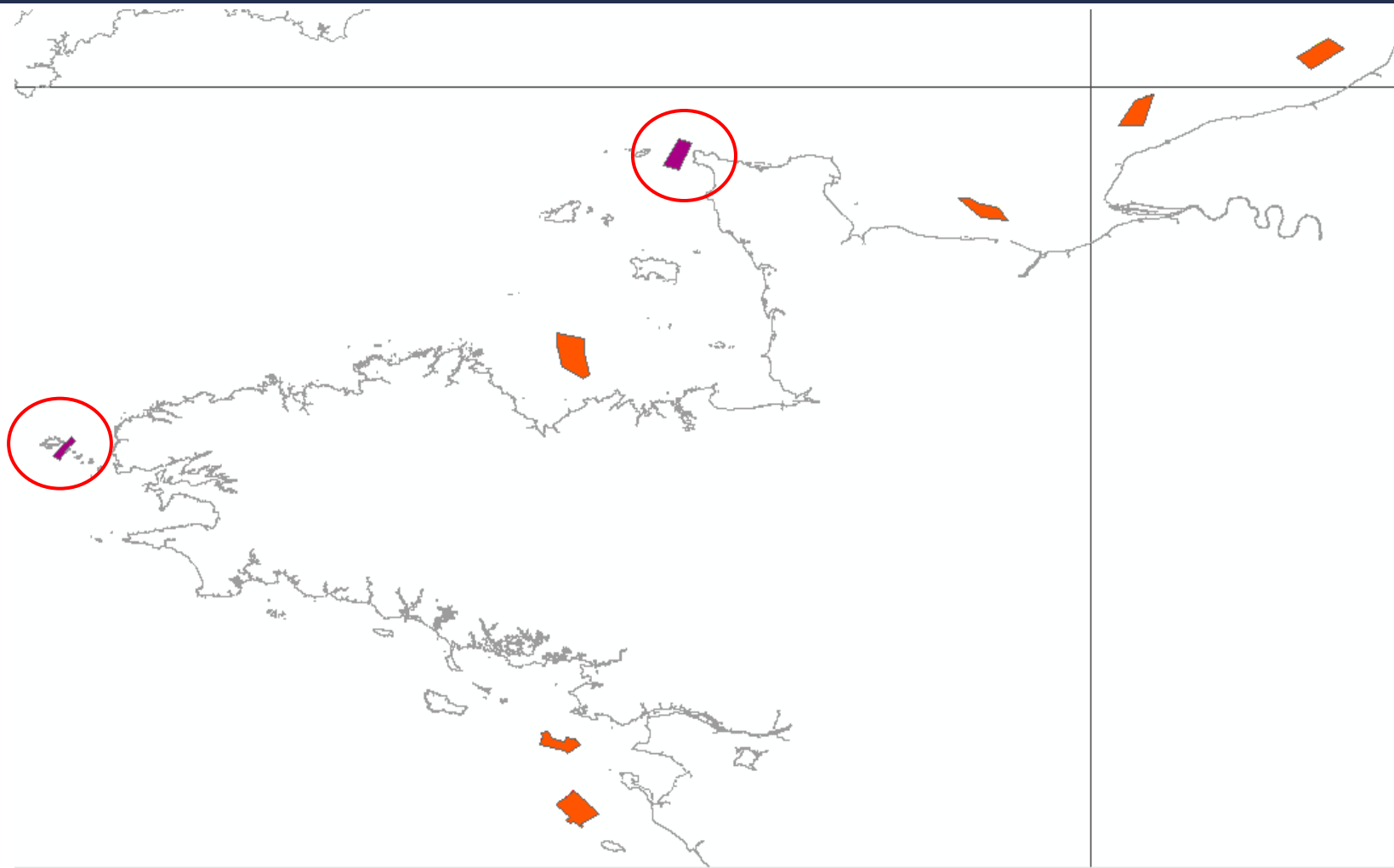


P Hersen & S Mouadi  
MARID 2004

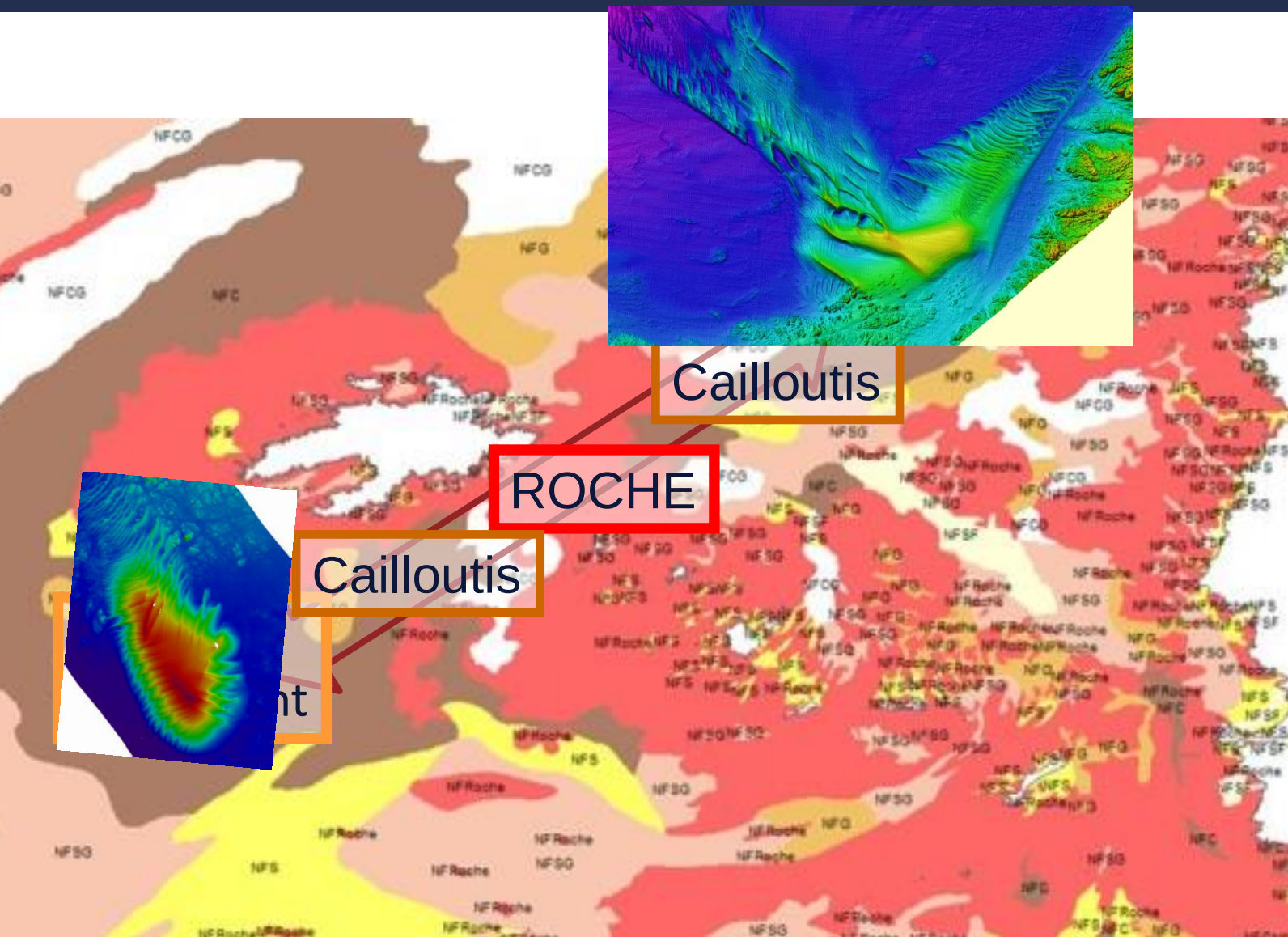




***Apports des modèles physiques pour la validation des modèles numériques***  
*Résultats Hycom Sedim (Shom 2016)*



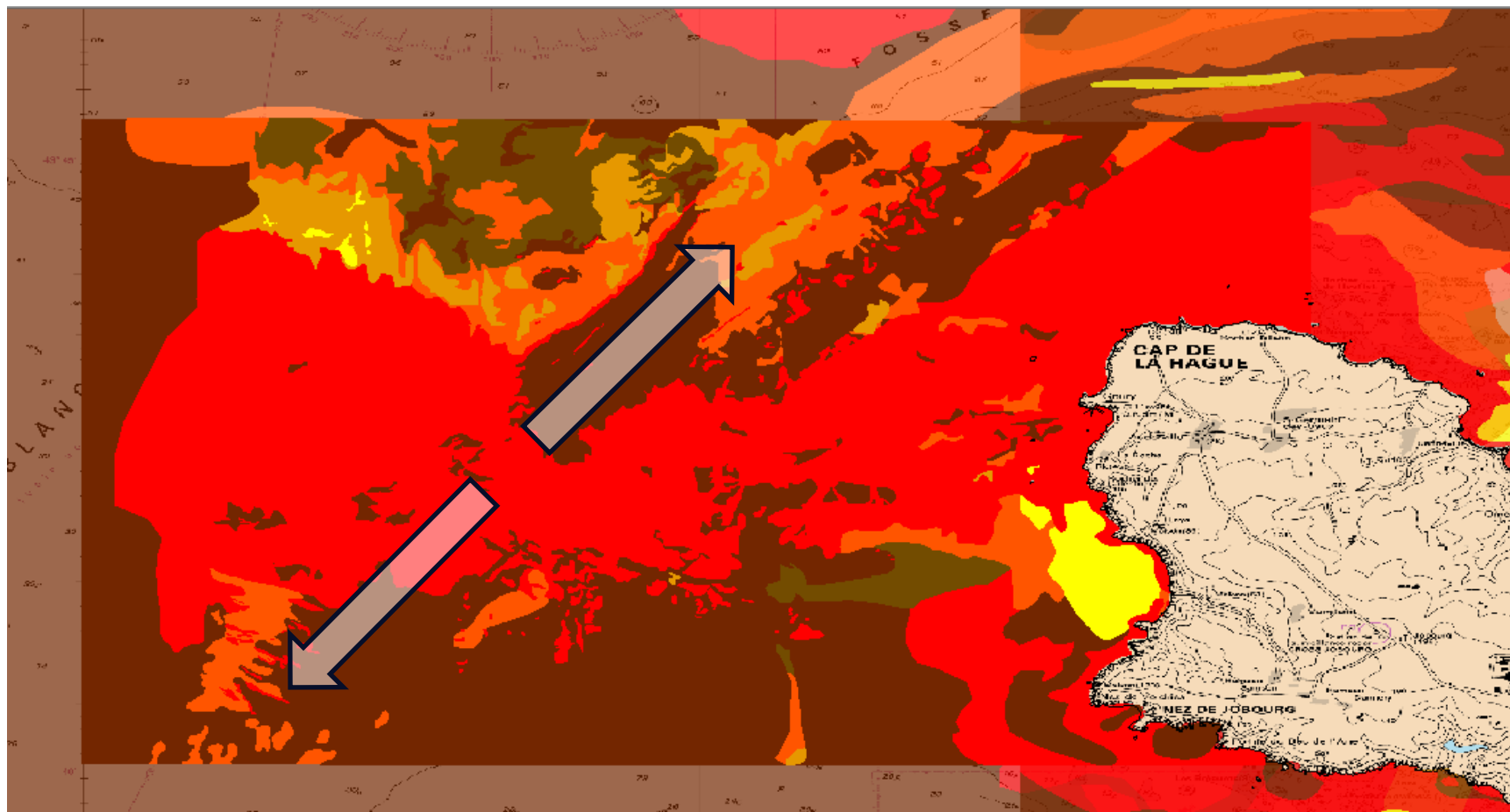
# Hydroliennes : Abords d'Ouessant (Fromveur)

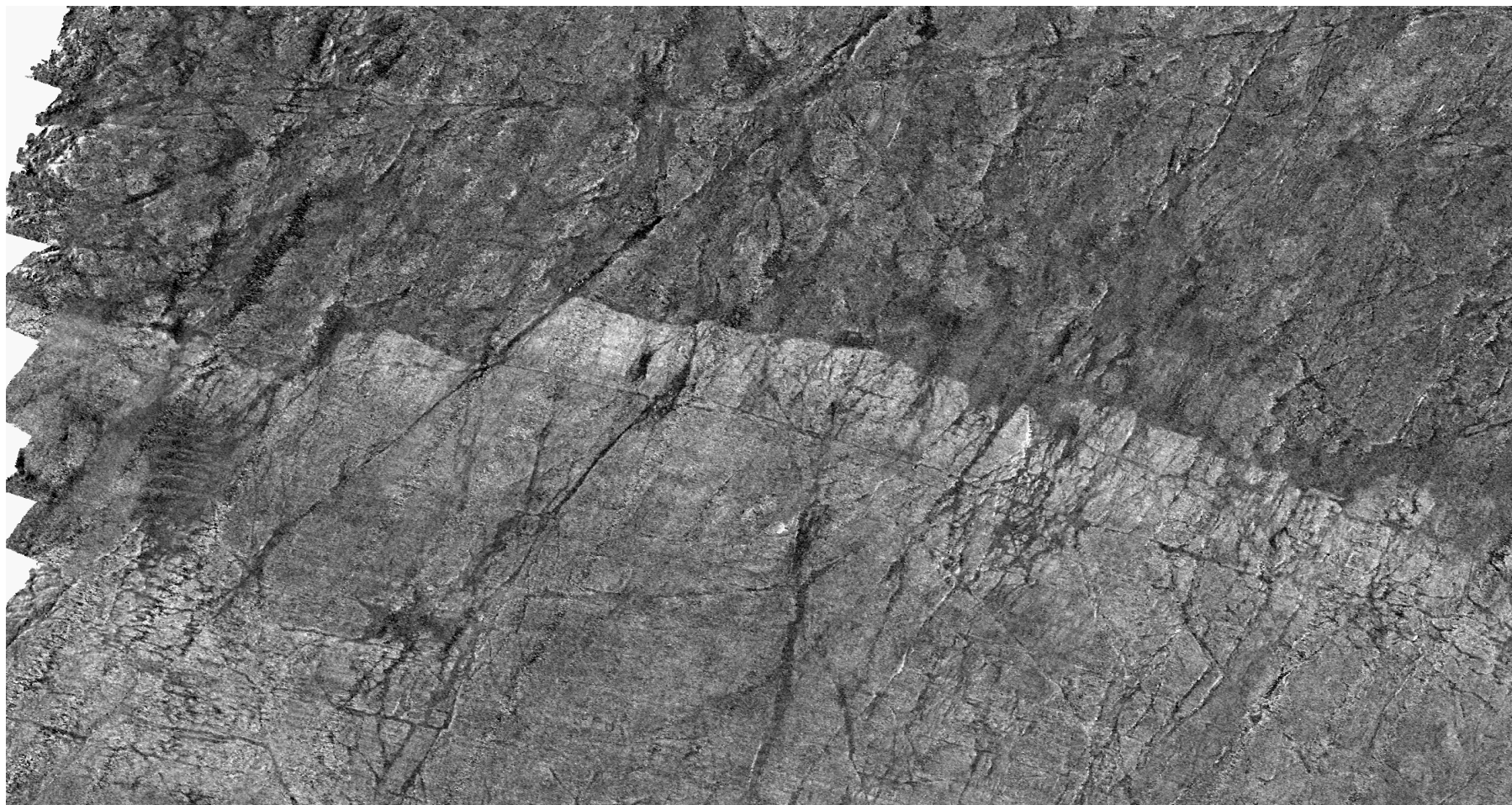






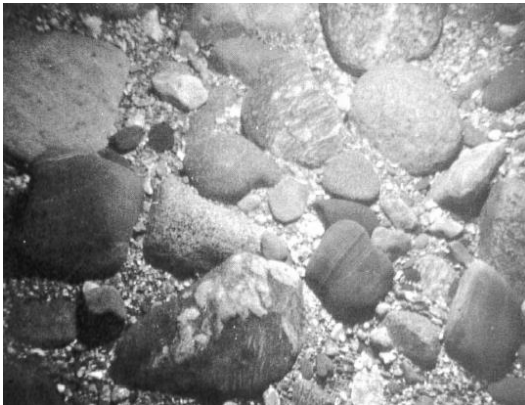
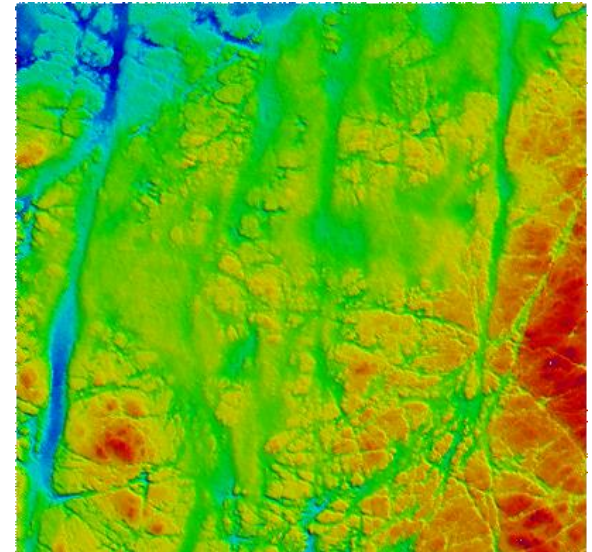
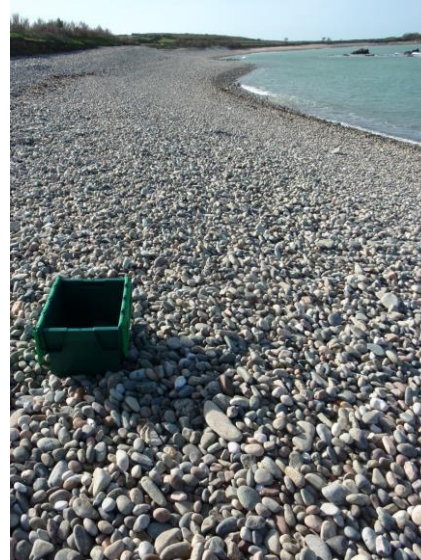
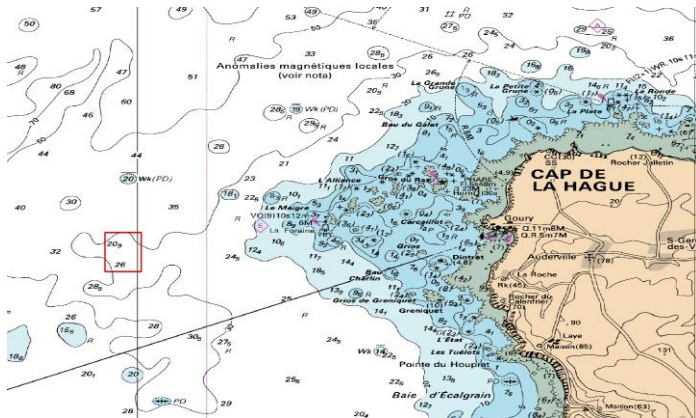




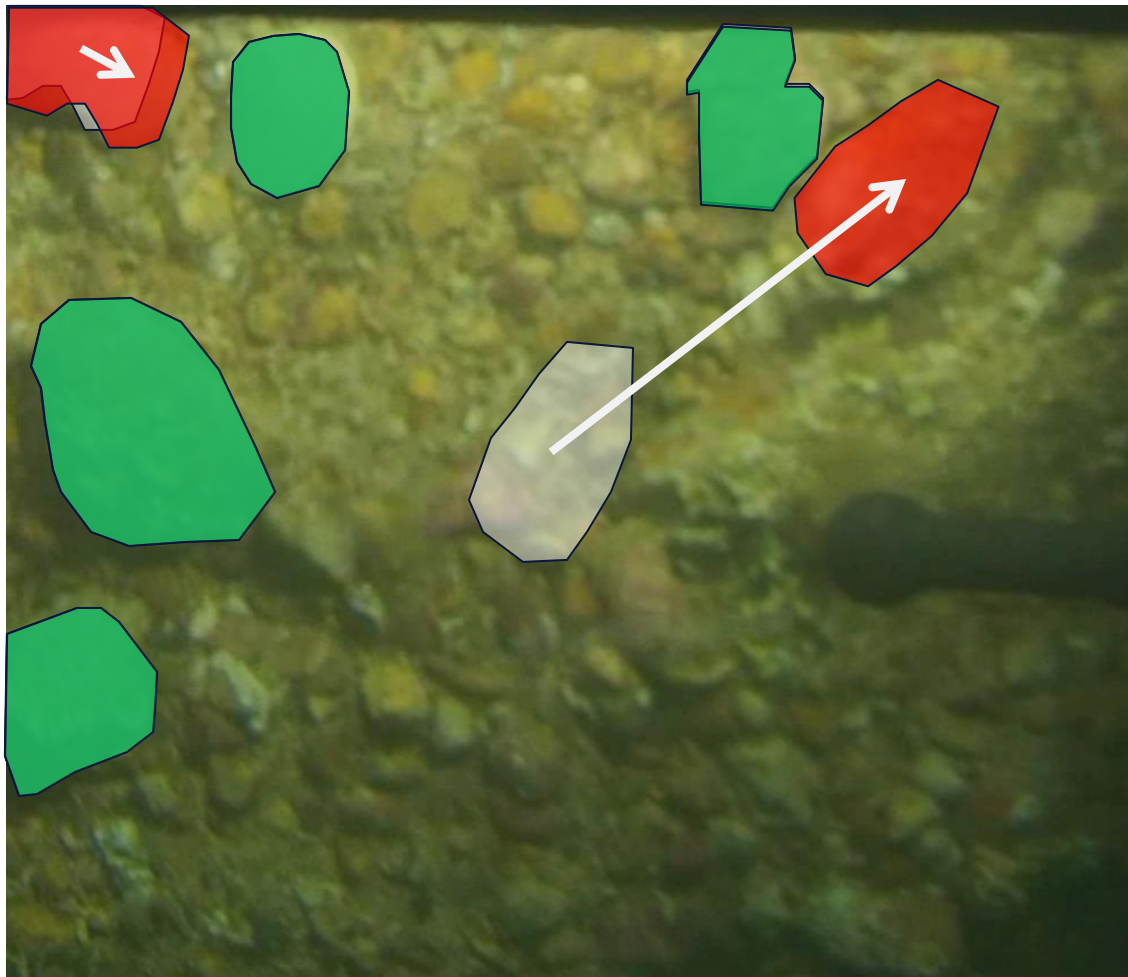




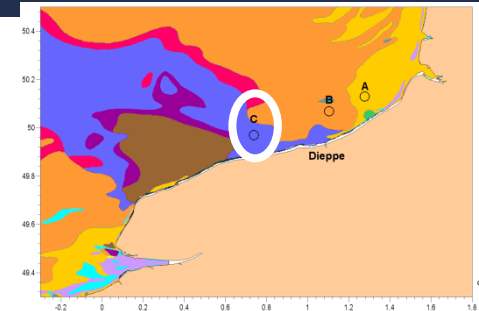
## La dynamique des galets => ANR PHYSIC



Fosse de la Hague : “Cailloutis de granites, gneiss, quartzites, grès, quartz sur des graviers siliceux” (Larsonneur, 1971)

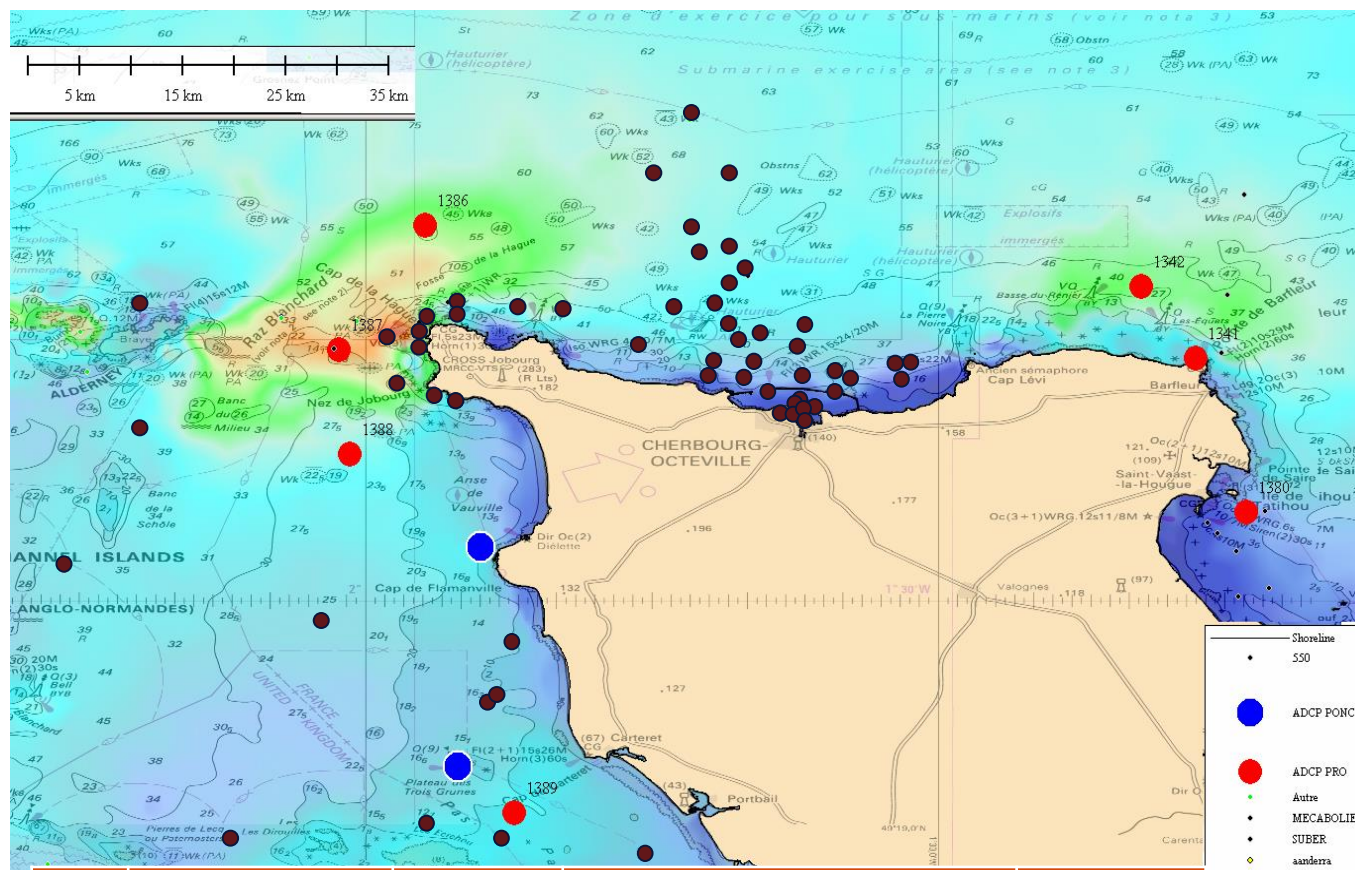


(images O. Blanpain, 2007)



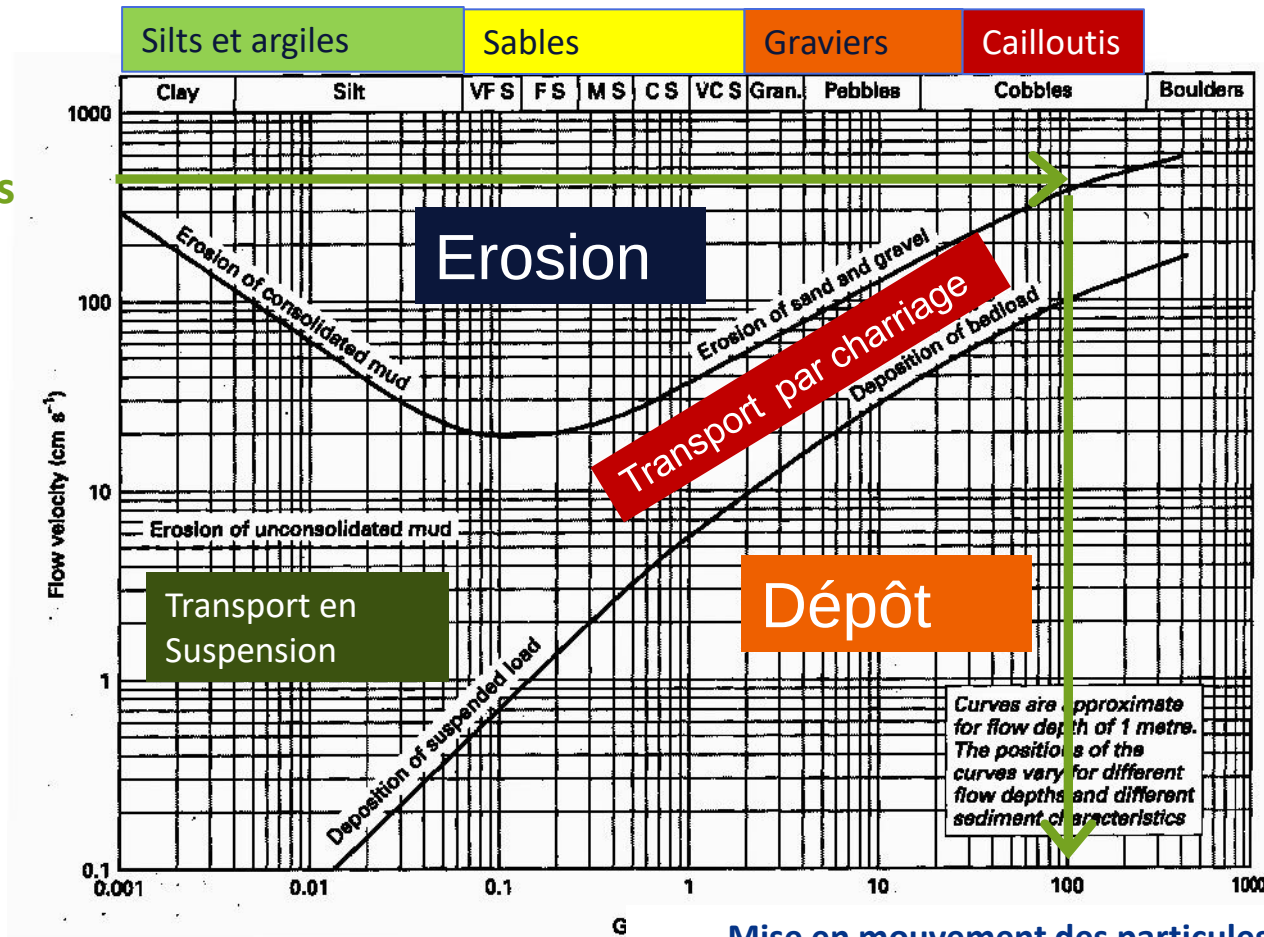
Un galet de 3,5 cm  
déplacé de 6 cm par  
un courant de 0,9 m/s  
Cas de conformité du  
diagramme de  
Hjulström





|      | Lieu              | Profondeur | Période couverte                | V Max près du fond |
|------|-------------------|------------|---------------------------------|--------------------|
| 1386 | N Cap de la Hague | 55,16 m    | 86j du 25/07/2012 au 21/09/2012 | 2.87 m/s           |
| 1387 | Raz Blanchard     | 26 m       | 36j du 17/09/2012 au 23/10/2012 | 4.47 m/s           |
| 1388 | Sud Raz Blanchard | 26,6 m     | 88j du 26/07/2012 au 22/10/2012 | 2.11 m/s           |

4,47 m/s



Hjulström (1935)

Mise en mouvement des particules de 10 cm,  
et transport en suspension des particules plus petites

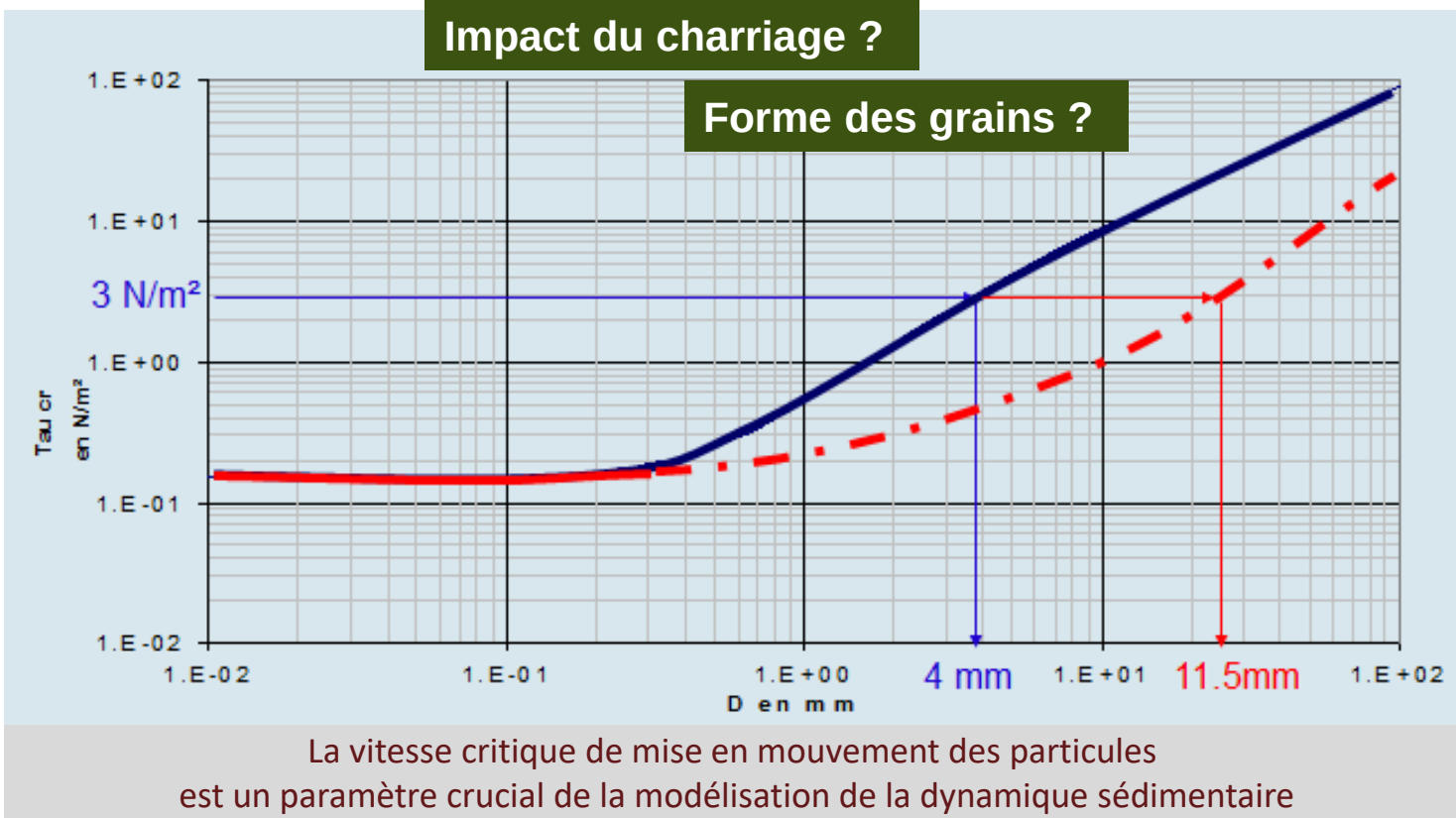
Fluctuation du frottement ?

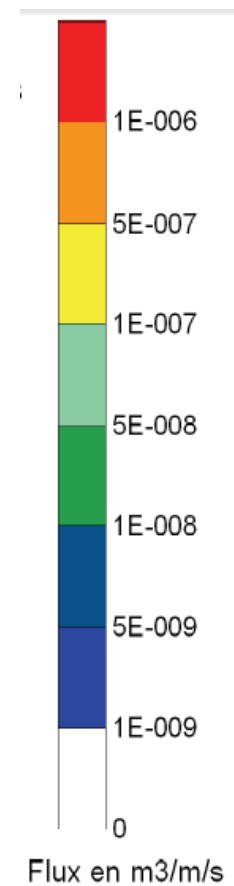
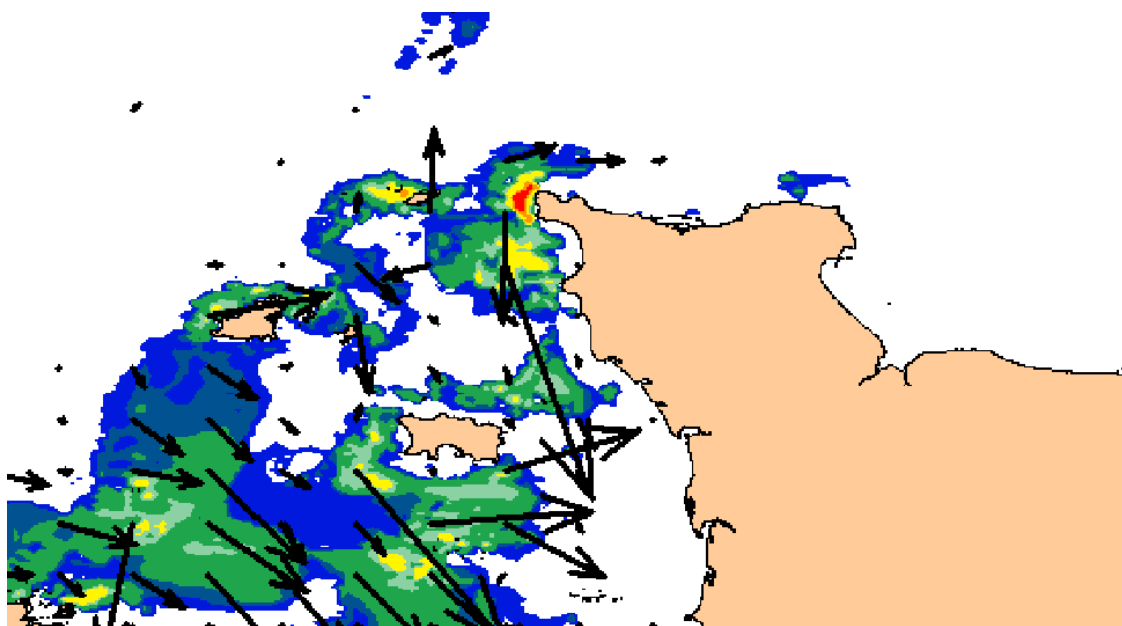
Hétérogénéité granulaire ?

Impact du charriage ?

Forme des grains ?

Remise en question de la validité de la loi de Shields pour les graviers et cailloutis (O. Blanpain, 2007)





Calcul du flux annuel : au moins **1 galet** par mètre linéaire, transit dans le Raz-Blanchard toutes les **10 minutes**

Thèse O. Blanpain (2007)



# **ANR PHYSIC : Processus HYdro-Sédimentaires en Interaction avec les Courants extrêmes** (ITE 2015, Pilotage JF Filipot FEM – T. Garlan Shom)



**Lot 1 : Projet FEM-Shom**

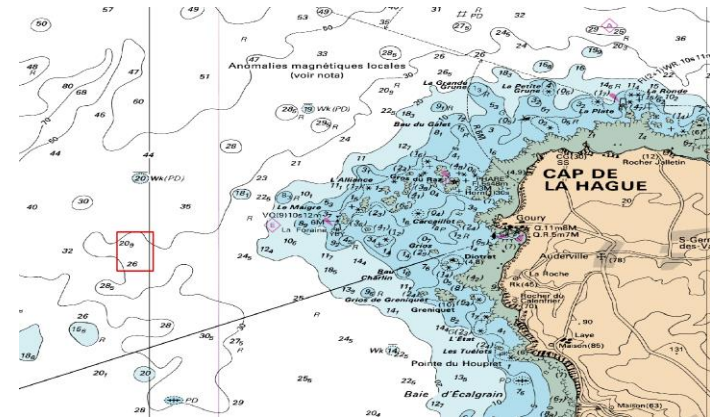
**Lot 2: Définition de la stratégie d'acquisition de données**

**Lot 3 : Conception et réalisation du support de mesure**

**Lot 4 : Campagne de mesure *in situ***

**Lot 5 : Exploitation des mesures**

**Lot 6 : Modélisation**



La dureté de ces environnements n'est pas suffisamment connue, des risques doivent être levés :

La modélisation numérique doit passer par une meilleure caractérisation du **lit sédimentaire** : granularité, forme des grains, densité, porosité, structure verticale, rugosité **et de sa dynamique**. Elle doit par exemple prendre en compte l'impact de la dynamique par bouffée venant de la grande hétérométrie et du masquage.

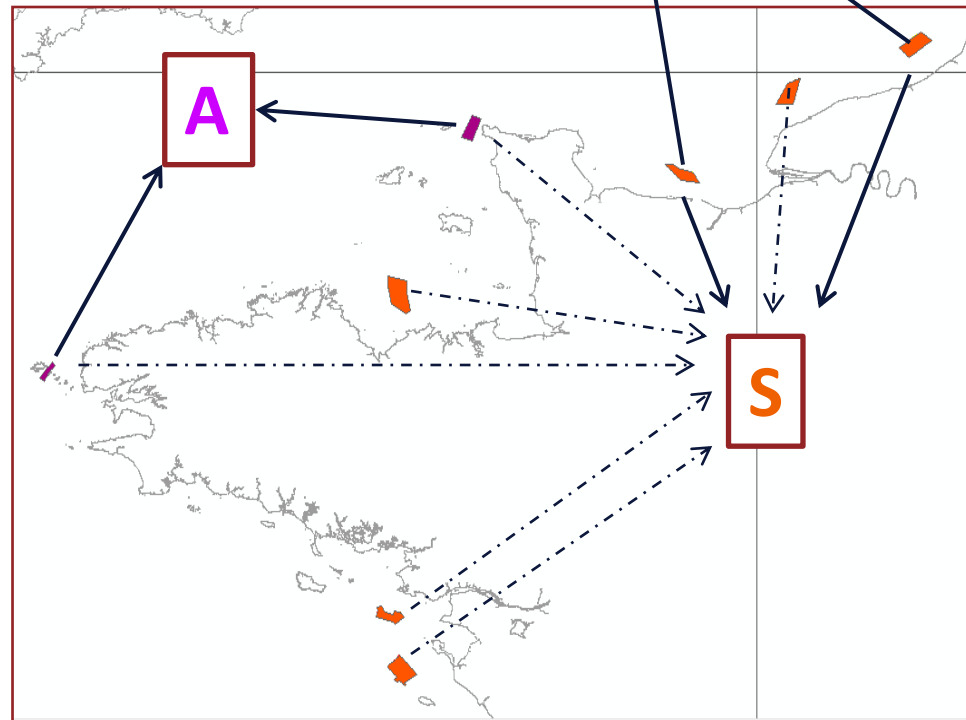
Les sédiments concernés sont trop éloignés des conditions de validité de la formulation de mise en mouvement de Shields. De manière plus générale les **données terrain manquent pour établir des formulations satisfaisantes**, calibrées et validées dans des environnements où la saltation et le sheet-flow de galets semblent probables.

### Améliorer les **modèles** de transport sédimentaire

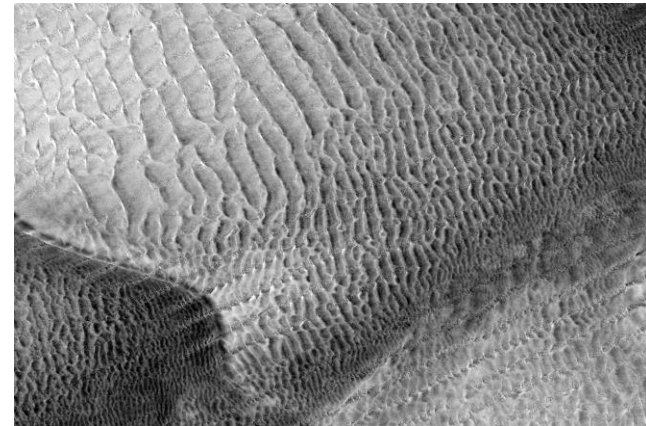
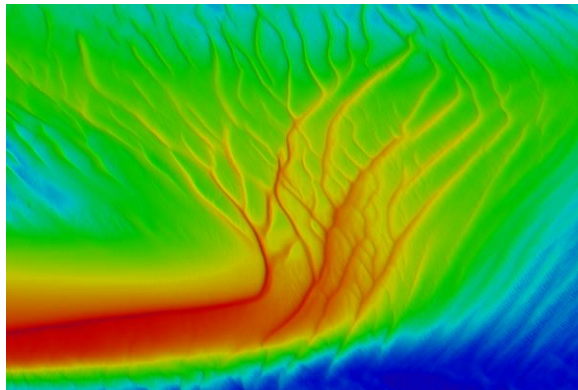
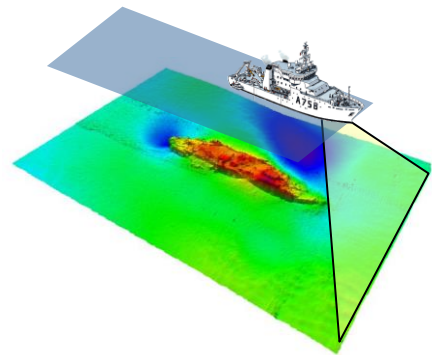
- Il est nécessaire de **quantifier le déplacement des graviers et galets** par roulement, par saltation, voir en suspension.
- **Qu'elle est la taille des particules sédimentaires pouvant atteindre** en conditions extrêmes, **les pales ou des structures sensibles** des hydroliennes ?
- **Qu'elles accumulations et affouillements** peuvent se développer au pied des systèmes et des câbles dans les milieux hétérogranulaires, de galets ou dunaires ?
- La **dynamique sédimentaire doit t-elle entraîner une surveillance** durant l'exploitation ?



- ❑ Le risque Mines (sécurité des installateurs et exploitants)
- ❑ L'affouillement autour des câbles et des éoliennes
- ❑ L'abrasion (usure des systèmes)



- ❑ La nécessité d'une connaissance environnementale au-delà du champ EMR, et de modélisations réalistes.
- ❑ La nécessité de conservation des données d'environnement initiales pour le suivi de l'évolution et l'après démantèlement



**MERCI pour votre  
attention**

