



Hyerès
LES PALMIERS

Etude de définition de travaux pour la protection du Tombolo Ouest et de la Route du sel

Synthèse des études

29 / 10 / 2018





4

SECTEURS

BATIMENT &
INDUSTRIE

EAU &
ENVIRONNEMENT

VILLE & TRANSPORT

ARTELIA
INTERNATIONAL

4 domaines d'activité

Maritime & Portuaire



Ressources en Eau et Risques



Barrages Hydroélectricité et Infrastructure



Energie and Industrie



ACTIVITE MARITIME

(Chiffres 2017)

CHIFFRES CLÉS

- 3 sites principaux : Grenoble – Nantes – Dubai
- ~100 collaborateurs
- ~200 projets/an
- ~2/3 projet international (1/3 France)
- ~1/3 clients publics (2/3 clients privés)

LITTORAUX – ESTUAIRES – PORTS – TERMINAUX SPÉCIALISÉS
REJETS & ÉMISSIONS – ÉNERGIES MARINES – NAVIGATION –
...



PROTECTION DE LA PLAGE DE LA CROISSETTE À CANNES - Villes de Cannes (2007)

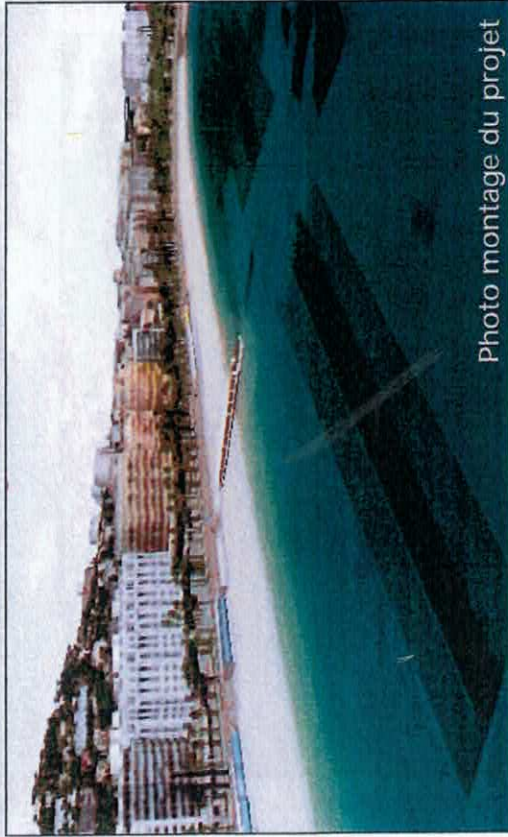
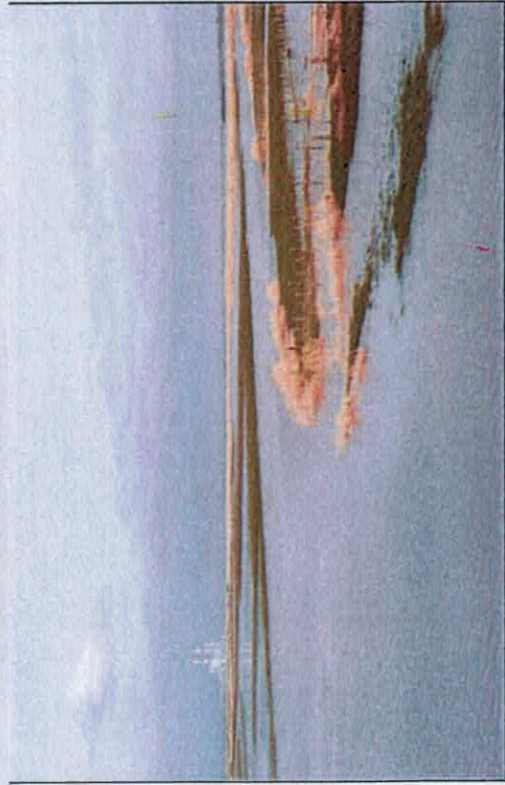


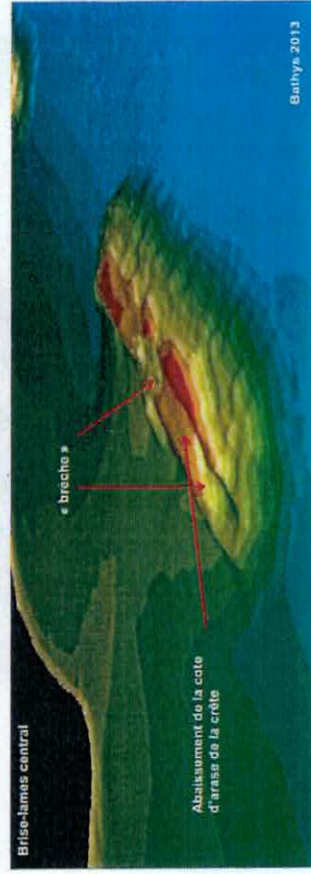
Photo montage du projet

RESTAURATION DE LA LOIRE ESTUARIE EN AVAL DE NANTES - GIP Loire - (2008 - 2010)



DIAGNOSTIC DES OUVRAGES EN ENROCHEMENTS DES PLAGES DU BARCARES ET DE SAINTE-MARIE-LA-MER
 Communauté d'Agglomération Hérault Méditerranée (2014)

Les ouvrages existants sur les plages du Barcarès et de Sainte-Marie la Mer sont anciens et ont pour certains subi des désordres au cours des différentes tempêtes hivernales. ARTELIA Eau & Environnement s'est vu confier la réalisation d'un diagnostic précis de ces ouvrages de manière à élaborer des actions de remises à niveau, ainsi qu'un programme de suivi.



Commune d'Hyères-les-Palmiers – Protection du tombolo Ouest et de la Route du sel

LITTORAL ENTRE ANTIBES ET CAP D'AIL – BILAN, ANALYSE ET PRECONISATIONS SUR LES ASPECTS EROSIIFS
Communauté d'Agglomération de Nice Côte d'Azur (2008-2009)
– Alpes Maritimes



AMÉNAGEMENT DE LA VALLÉE DU BOUREGREG
Agence pour le Développement de la Vallée du Bouregreg
– Maroc (2004 – 2008)

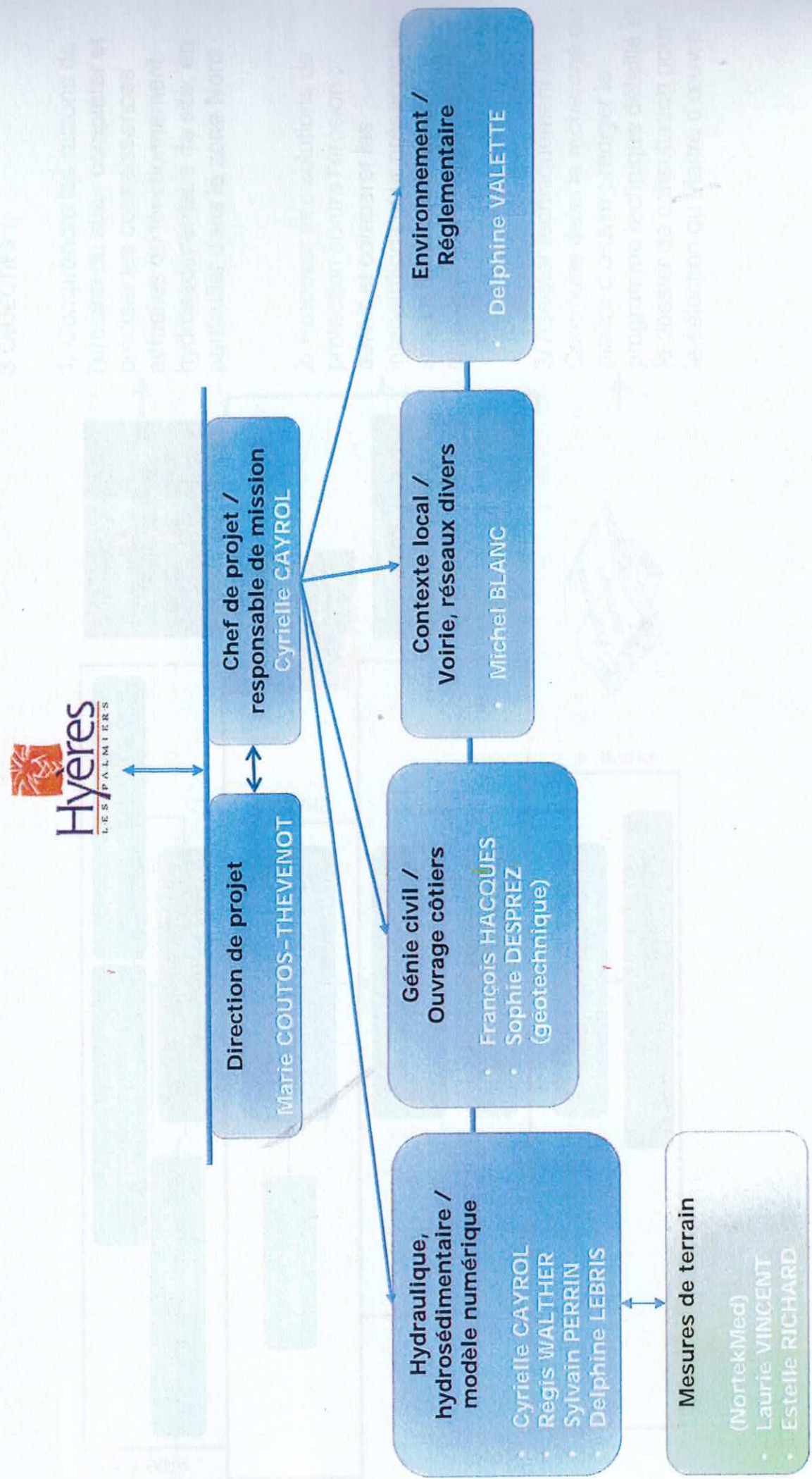


EXTENSION EN MER DE MONACO
Principauté de Monaco (2006 – 2009)



Marina de LIMASSOL – Chypre (2002 – 2012)





Commune d'Hyères-les-Palmiers – Protection du tombolo Ouest et de la Route du sel

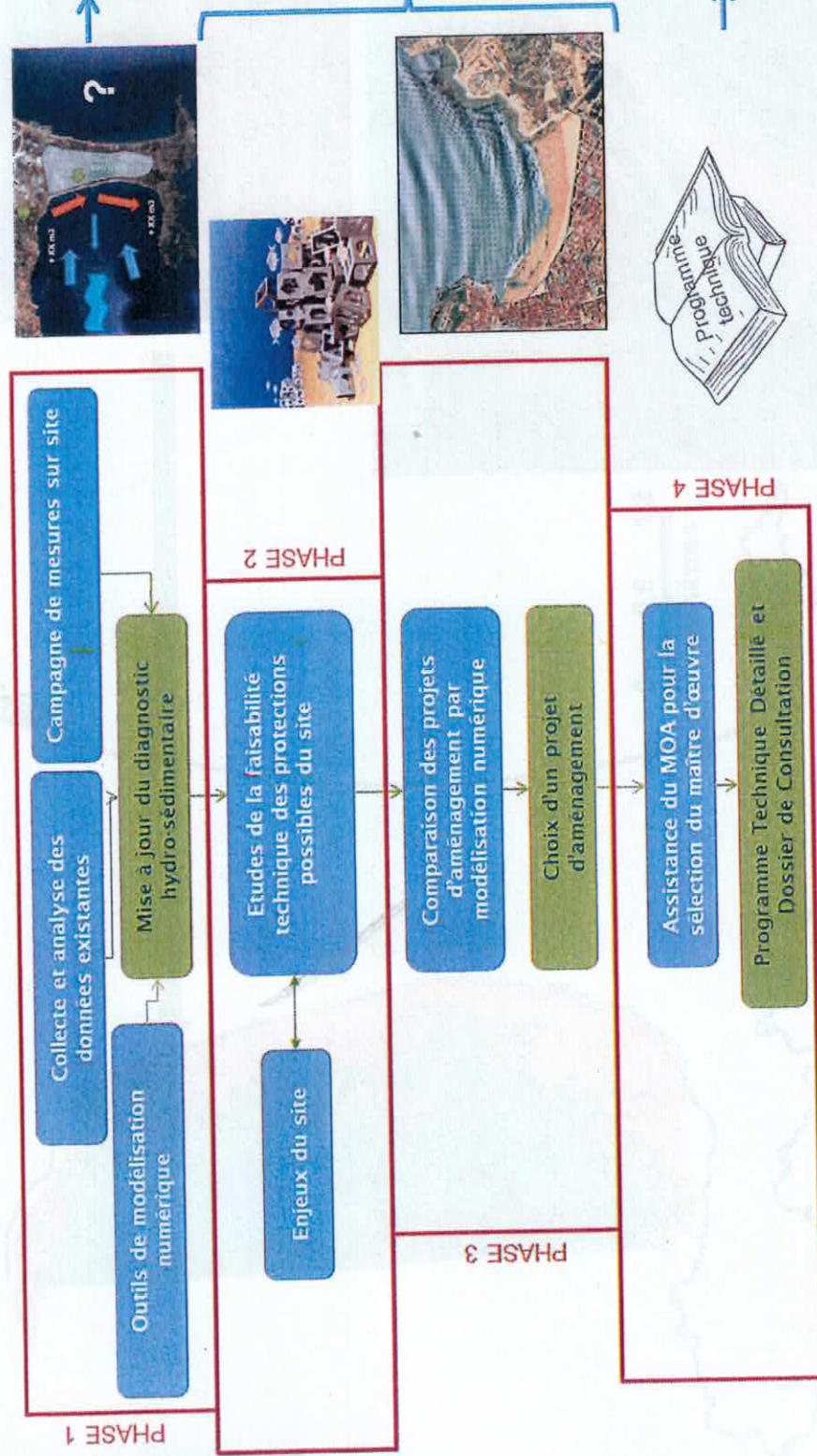
Organisation générale de l'étude

3 OBJECTIFS :

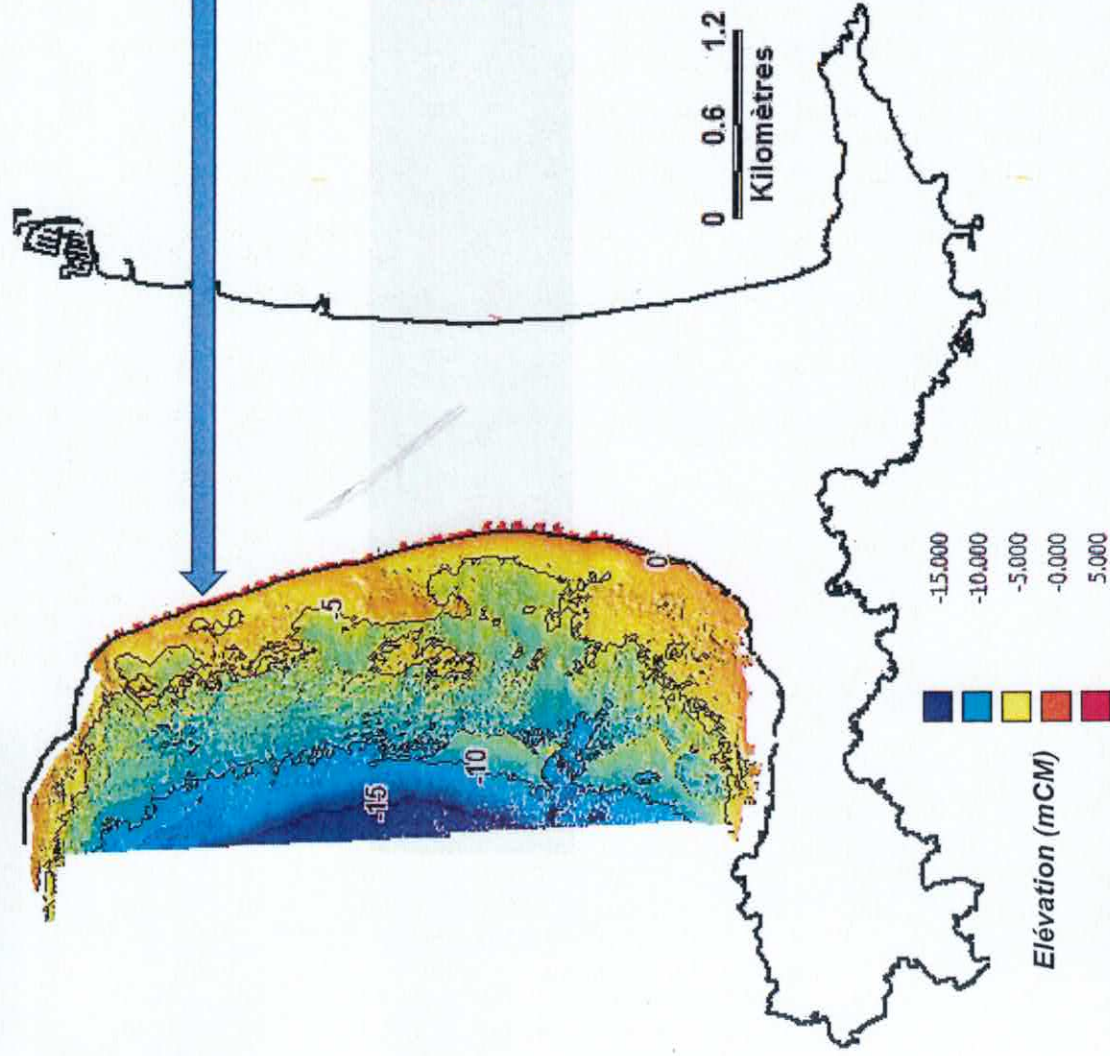
1/ Comprendre les raisons de l'érosion du site : compléter et préciser les connaissances actuelles du fonctionnement hydrosédimentaire du site, en particulier dans la zone Nord

2/ Proposer des solutions de protection contre l'érosion : définir et comparer les interventions pour préserver le site en tenant compte de différents enjeux adjacents

3/ Assister techniquement la Commune dans la recherche du maître d'œuvre : rédiger le programme technique détaillé et le dossier de consultation pour la sélection du Maître d'œuvre



CONTEXTE



PHASE 1 : COMPRÉHENSION DU FONCTIONNEMENT HYDROSÉDIMENTAIRE

Les équilibres hydro-sédimentaires conduisent à un état d'équilibre par les lampes lumineuses. La proportion des sédiments dans la partie Nord (côté est) des rivières permet de caractériser les conditions d'équilibre.



+

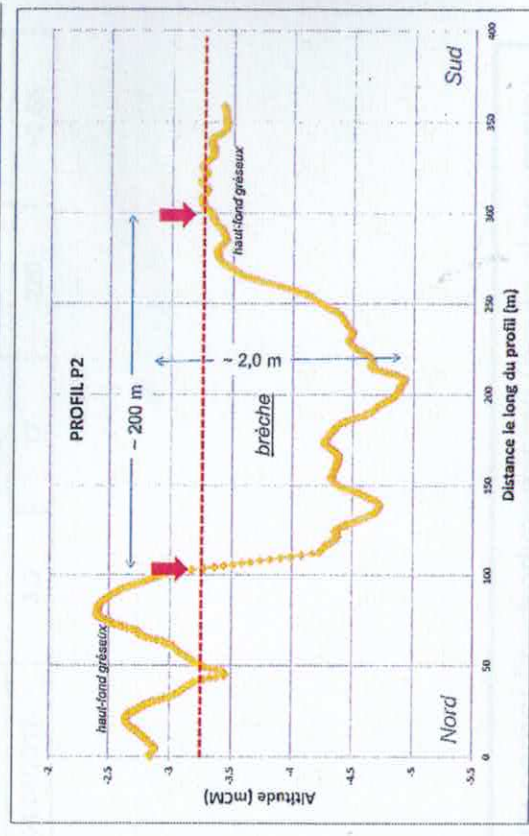
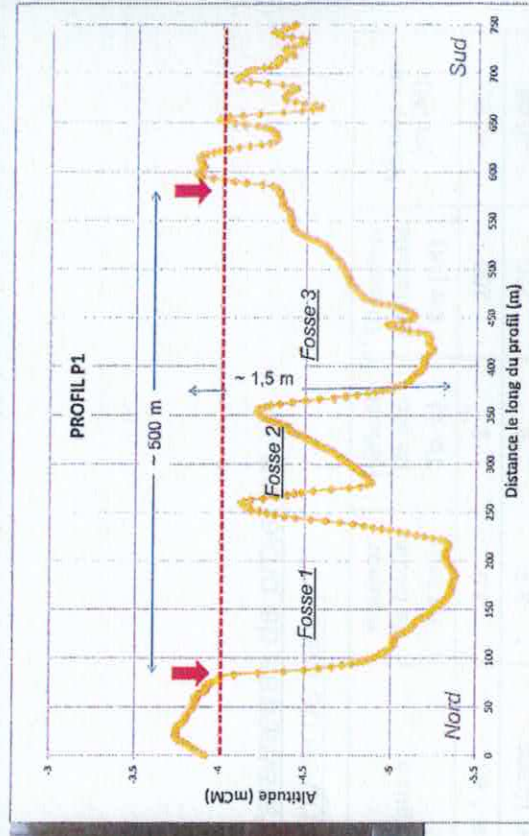
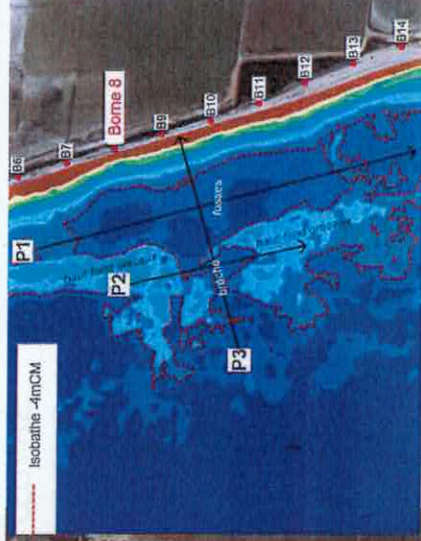
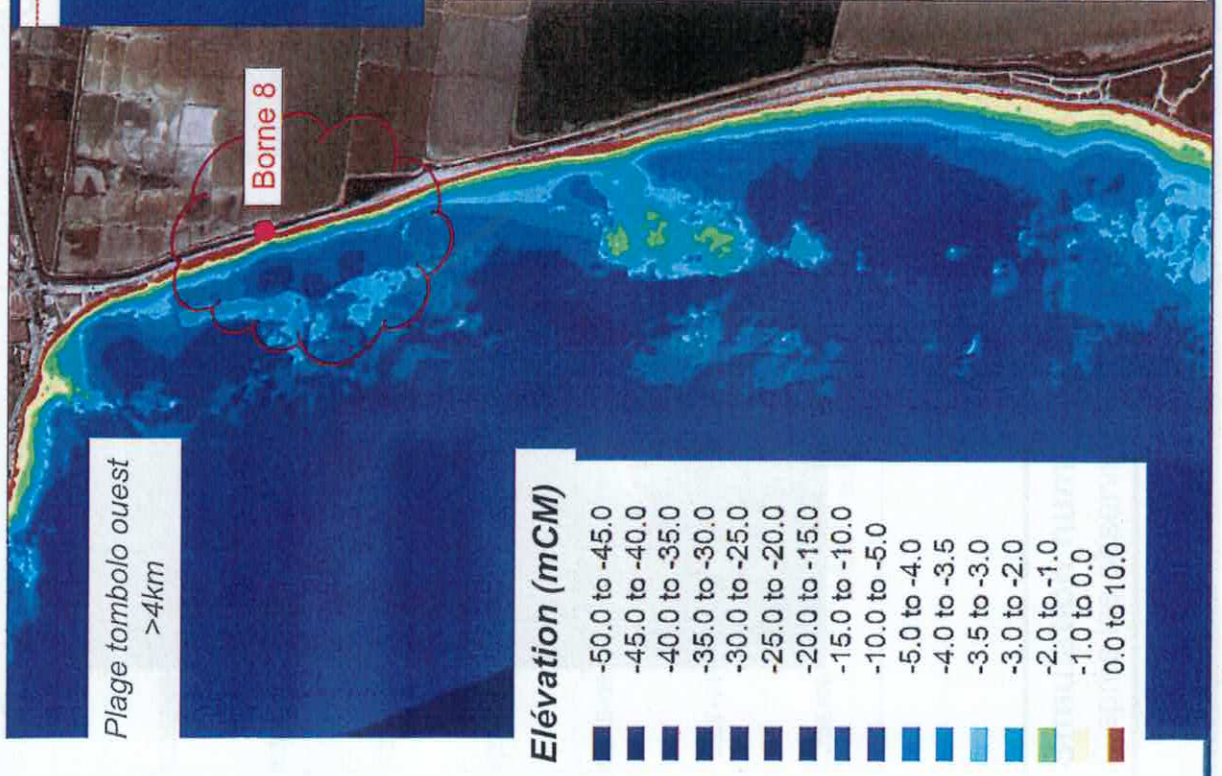


⇨

Déséquilibre hydrosédimentaire confirmé chaque année par les tempêtes hivernales qui provoquent des dégâts conséquents dans la **partie Nord**, obligeant à des rechargements / reconstruction locales du cordon dunnaire.

Commune d'Hyères-les-Palmiers – Protection du tombolo Ouest et de la Route du sel

Phase 1 – Diagnostic hydrosédimentaire - Morphologie particulière de la zone sensible

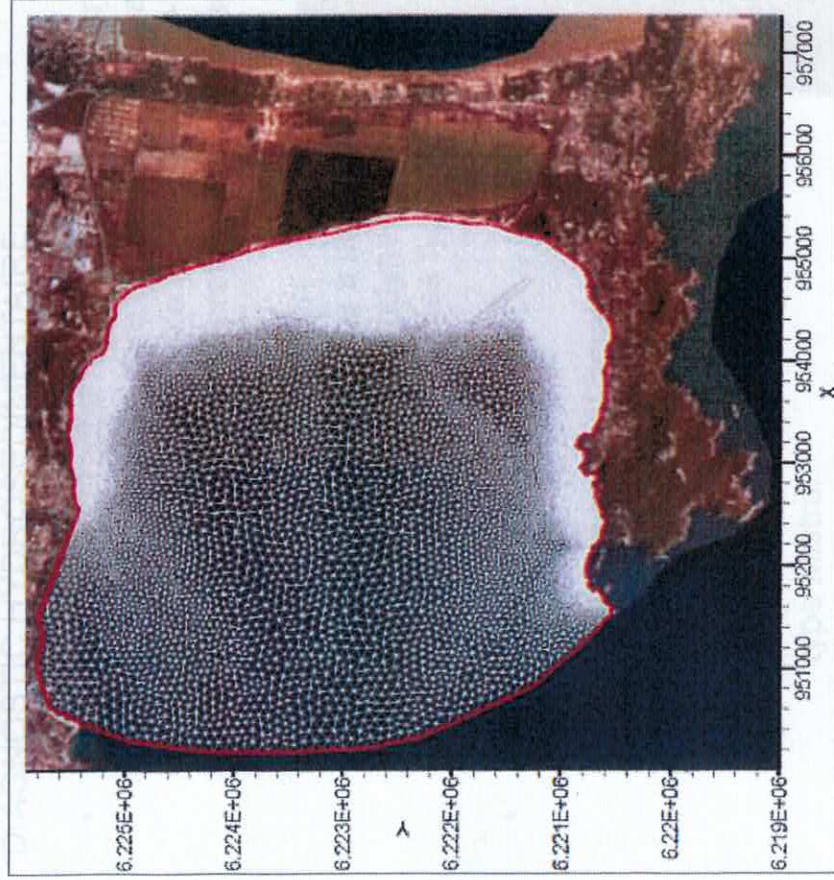


Morphologie particulière des fonds entre les bornes B7 à B12, au droit des dégâts observés les plus importants et les plus fréquents

Commune d'Hyères-les-Palmiers – Protection du tombolo Ouest et de la Route du sel

Phase 1 – Diagnostic hydrosédimentaire – Mise en œuvre d'une modélisation grande emprise

MODÉLISATION GRANDE EMPRISE MISE EN ŒUVRE



Paramètres de projet en
entrée de baie :

Evènement de projet	Description	Hauteur de houle Hs (m)	Période de pic Tp (s)	Direction principale Dir (°N)	Niveau eau (mCM)
Etat de mer 1	Mistral 1 an	3,0	9	260	+0,80
Etat de mer 2	Largade 10 ans	3,9	9	220	+0,98
Etat de mer 3	Largade 04/03/2017	3,0	12	220	+0,65

Simulation numérique de 3 tempêtes dans le golfe de Giens afin de mieux cerner l'hydrodynamisme (houle et courants). D'après les observations, les tempêtes de type **Largade** (SW) conduisent à d'importants dégâts dans la zone sensible.

DIAGNOSTIC HYDROSEDIMENTAIRE

- Complexité et interaction des 3 types de mouvements sédimentaires :
 - Courants de déchirure (à l'échelle de la baie); \dashrightarrow
 - Transit littoral (parallèle à la côte) \dashrightarrow
 - Mouvements dans le profil (caractère saisonnier) \leftrightarrow

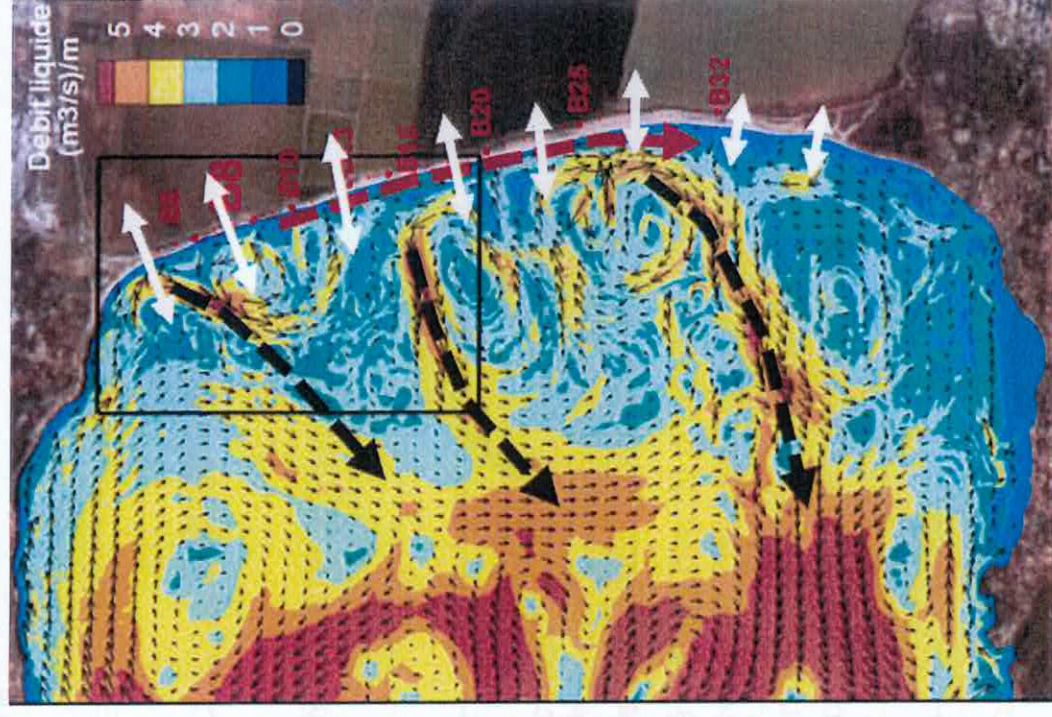
- Courants appréhendés grâce à la mise en oeuvre d'un modèle hydrodynamique et la simulation des 3 tempêtes types.

- Principales observations :

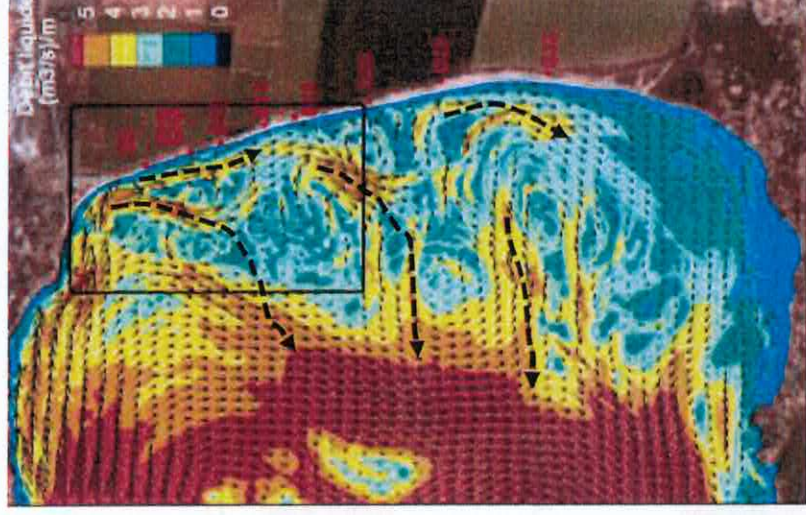
- Veine de courant parallèle au littoral pendant les tempêtes de type Largade (SW),
- Cellules de recirculation, fuites par la brèche pour les tempêtes de type Mistral

Les courants sont importants et complexes en particulier au droit de la zone sensible. Ces courants sont générés par la houle et par les masses d'eau importantes qui s'accumulent à la côte.

Figure 10 : Conditionnement de la zone sensible de la plage de Palmiers



Tempête type Mistral

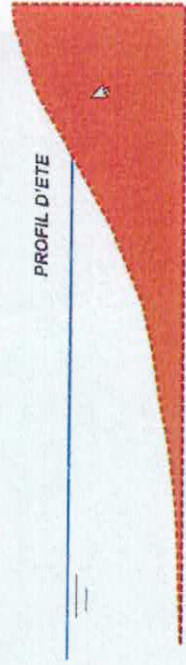


Tempête type Largade

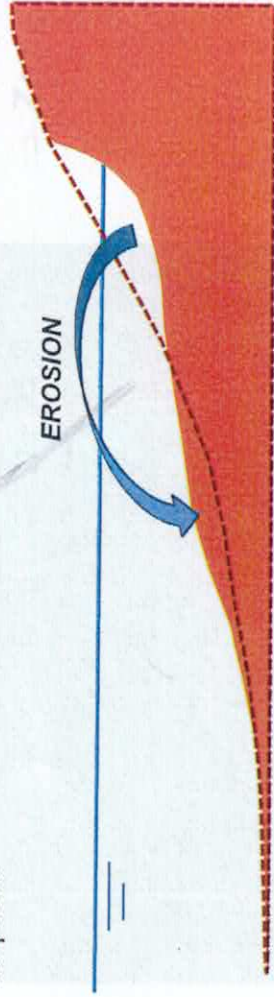
Commune d'Hyères-Palmiers – Protection du tombolo Ouest et de la Route du sel

Phase 1 – Diagnostic hydrosédimentaire – Rappel des principales conclusions

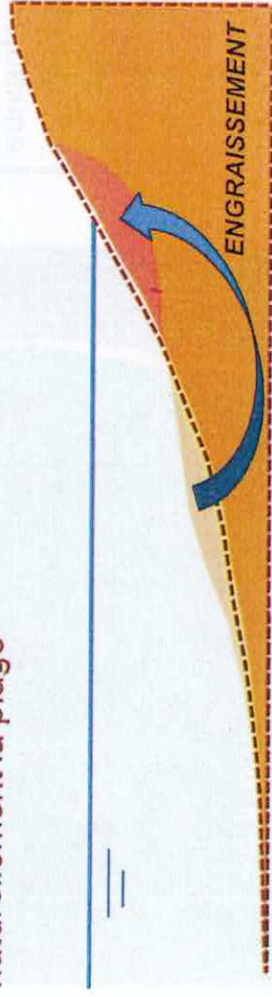
- Fonctionnement « classique » de plage



Hiver : sous l'action des tempêtes, le sable descend dans le bas du profil



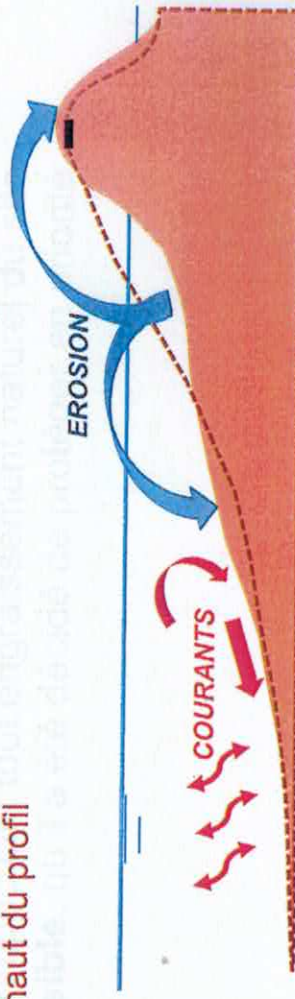
Été : sous l'action des faibles houles, le sable remonte recharger naturellement la plage



- Fonctionnement de la zone sensible de la plage de l'Almanarre



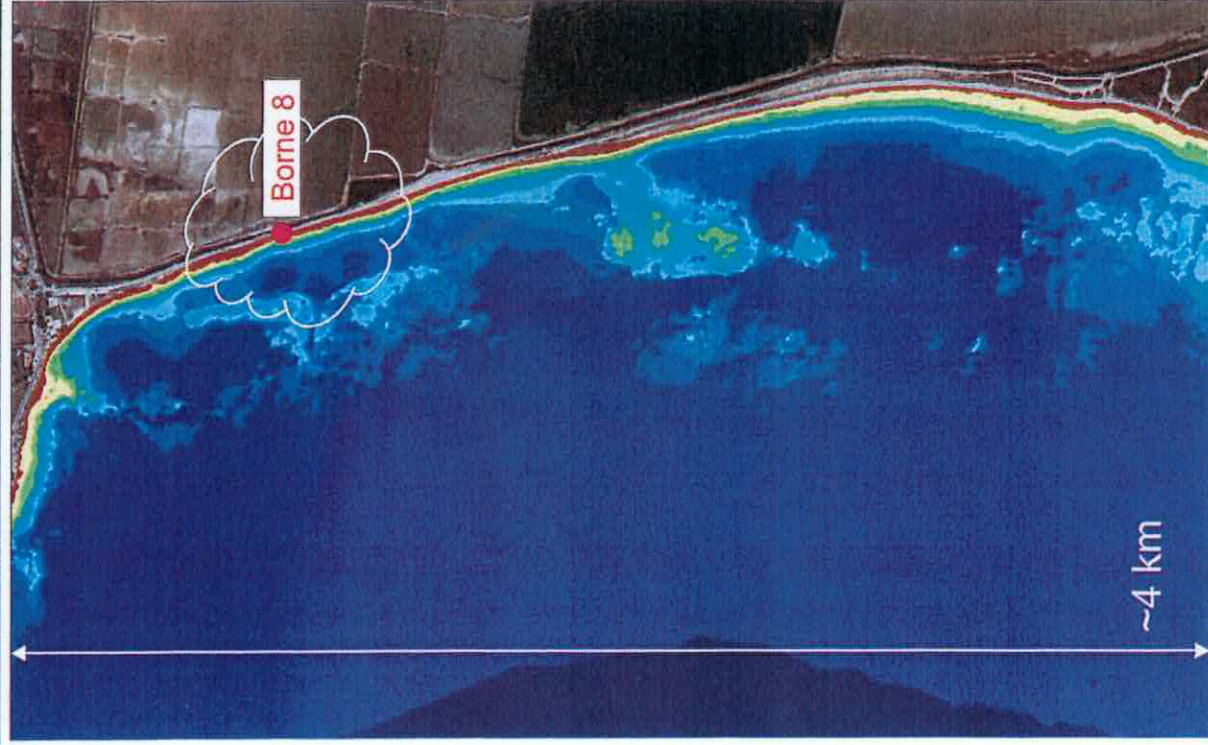
Hiver : sous l'action des tempêtes, le sable part dans le bas et le haut du profil



Le sable tombé dans le bas du profil est entraîné par les courants forts vers le large ou le Sud

Été : pas d'engraissement naturel de la plage ; seul le sable tombé dans le canal de ceinture est restitué à la plage





- Moitié Nord :
 - zone attaquée par les houles
 - aucun apport naturel de sable
- Au droit des bornes **B7 à B12**, courants multiples et de forte intensité, empêchant tout engraissement naturel du site
⇒ **Zone sensible**, qu'il a été décidé de protéger en priorité

Le maintien sur le long terme de l'ensemble des activités socio-économiques du site rend indispensable la mise en place de solutions visant à rééquilibrer le fonctionnement hydrosédimentaire du site. Le déséquilibre pourra être compensé en intervenant sur les deux leviers suivants :

- ⇒ **Diminuer les sollicitations hydrodynamiques pesant sur le site ;**
- ⇒ **Augmenter durablement le stock sédimentaire du site en adéquation avec l'hydrodynamisme local.**

TROIS GRANDS TYPES DE SOLUTIONS

1. Rechargements

→ Indispensable sur le site car aucun autre sédimentaire

→ Dû à être accompagné d'une autre solution pour réduire les coûts

ANALYSE DES SOLUTIONS ENVISAGEABLES ET CALCULS
SUR MODÈLE NUMÉRIQUE

2. Dunes

3. Ouvrages de fixation du trait de mer

→ Protection transverse des enjeux, en amont du littoral et jusque au défilé de la plage

TROIS GRANDS TYPES DE SOLUTIONS :

1. **Rechargements,**

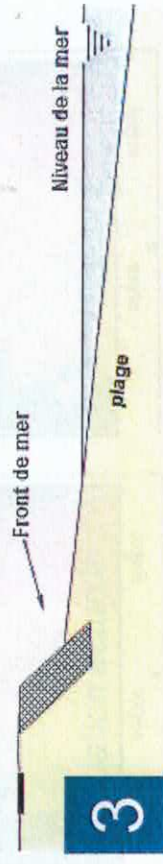
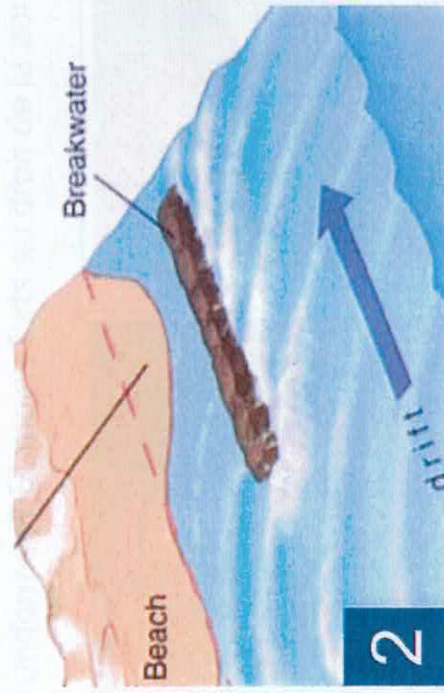
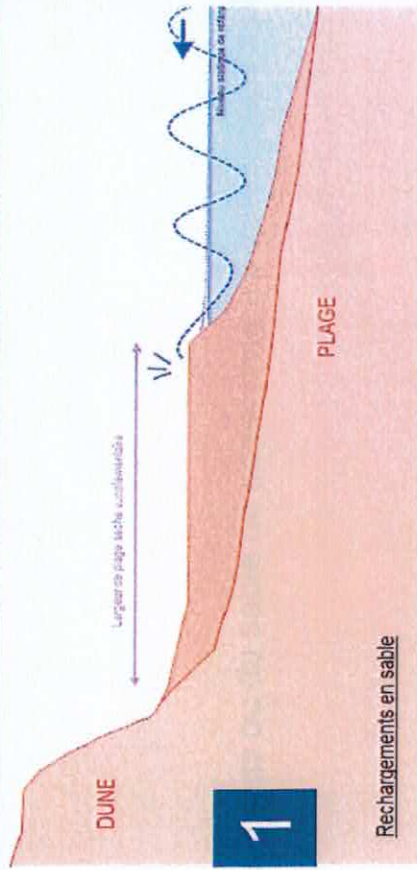
- ⇒ Indispensable sur le site car aucun apport sédimentaire
- ⇒ Doit être accompagné d'une autre solution pour réduire les pertes

2. **Ouvrages brise-lames / atténuateurs de houle,**

- ⇒ Indispensable sur le site pour diminuer l'hydrodynamisme atteignant la zone Nord

3. **Ouvrages de fixation du front de mer**

- ⇒ Protection maximale des enjeux en arrière du littorale (mais au détriment de la plage)



SOLUTIONS RETENUES POUR LA MODÉLISATION :

1. Comblement de la brèche et / ou des larges fosses

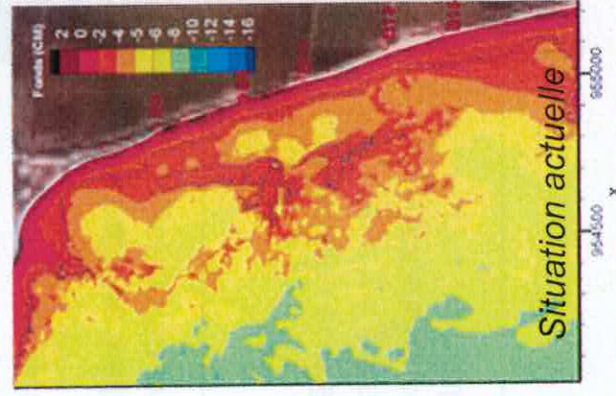
- ⇒ Comblement de la brèche et / ou des larges fosses (avec des enrochements ou du sable ou autre) pour avoir des fonds moins chahutés au droit de la zone sensible
- ⇒ Objectifs / points forts de ces solutions :
 - Assez faciles à mettre en œuvre (« remplir des trous »)
 - Peu d'impact sur l'environnement (pas d'impact visuel, pas de posidonies écrasées...)
 - Est-ce qu'avec des fonds plus réguliers, les courants sont plus uniformes? Et moins forts au droit de la zone sensible ?

⇒ Résultats :

- **Possible amélioration** (= réduction ou uniformisation) des courants mais semble peu efficace
- Beaucoup de matériaux nécessaire (coûts élevés) pour une **efficacité moyenne** et peu sûre

⇒ Conclusion :

- Type d'ouvrage non retenu
- Les réarrangements de sol nécessaires pour uniformiser les fonds (et donc les courants) sont trop importants pour être réalisable et en même temps peu impactant sur l'environnement



SOLUTIONS RETENUES POUR LA MODÉLISATION :

2. Digue sous-marine

⇒ Implantation d'une digue sous-marine de 450 m de long environ, large de 10 m en crête implantée parallèlement à la côte dans les fosses

⇒ Objectifs / points forts de ces solutions :

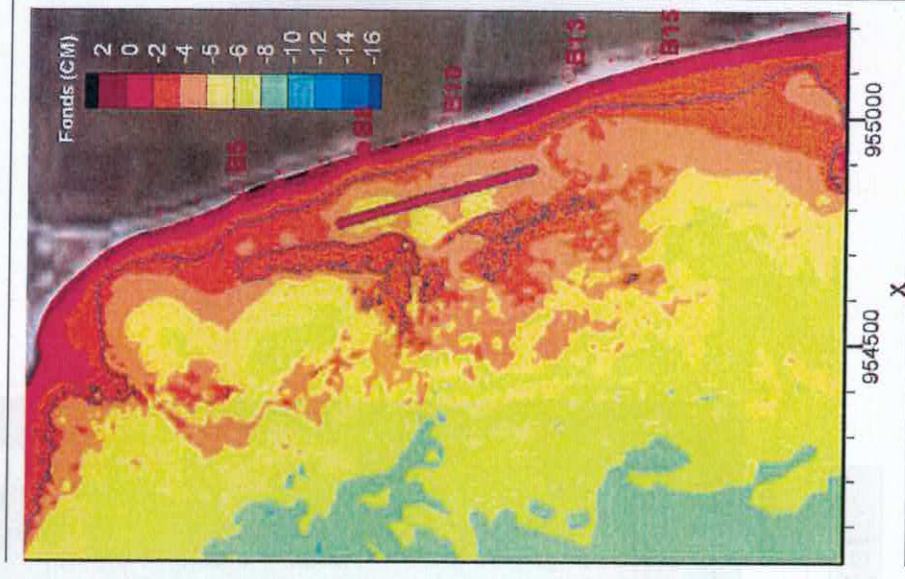
- Diminuer la houle qui atteint la zone sensible
- Réduire les courants au droit de la zone sensible

⇒ Résultats :

- **Bonne efficacité** à réduire la houle et les courants atteignant le site et en particulier la zone sensible (voir diapo 18)
- Diminution ou suppression de la large veine de courants parallèle au littoral et des zones de recirculation, empêchant le rechargement naturel de la plage

⇒ **Conclusion :**

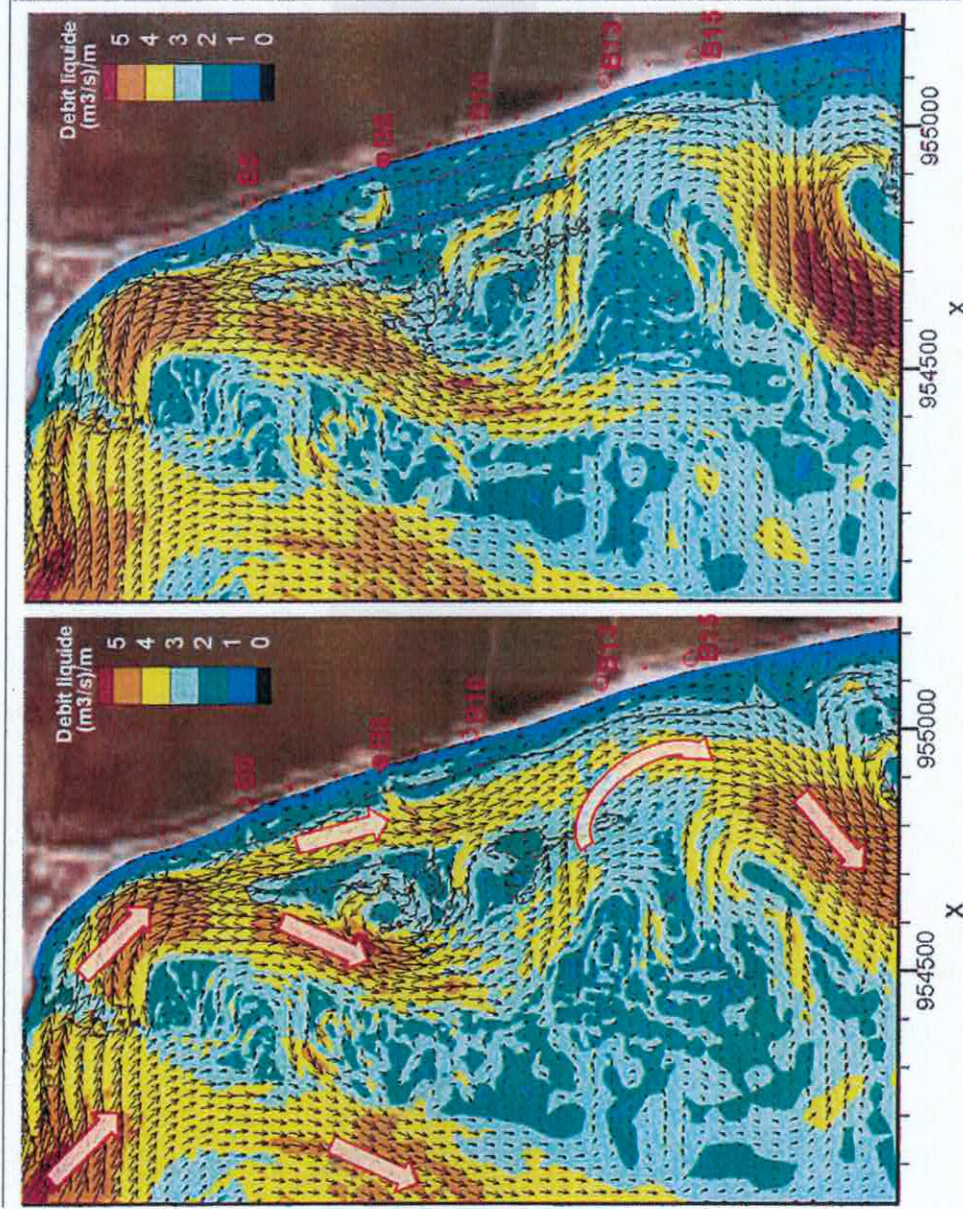
- Ouvrage de type digue sous-marine retenu comme solution
- La modification de certaines caractéristiques de l'ouvrage (crête de l'ouvrage, longueur, largeur...) pourront améliorer encore son efficacité mais il y a un compromis à trouver entre l'efficacité à réduire l'agitation et les courants, la faisabilité technique de construction et les impacts sur le site.



SOLUTIONS RETENUES POUR LA MODÉLISATION :

2. Digue sous-marine

Largade
10 ans



Situation projet

Situation actuelle

RECOMMANDATIONS SUR LE PHASAGE DES TRAVAUX A MENER

1
Protéger le site contre les
attaques de la houle ou
d'origine de la zone soumise
par une digue sous
marée de -450m environ

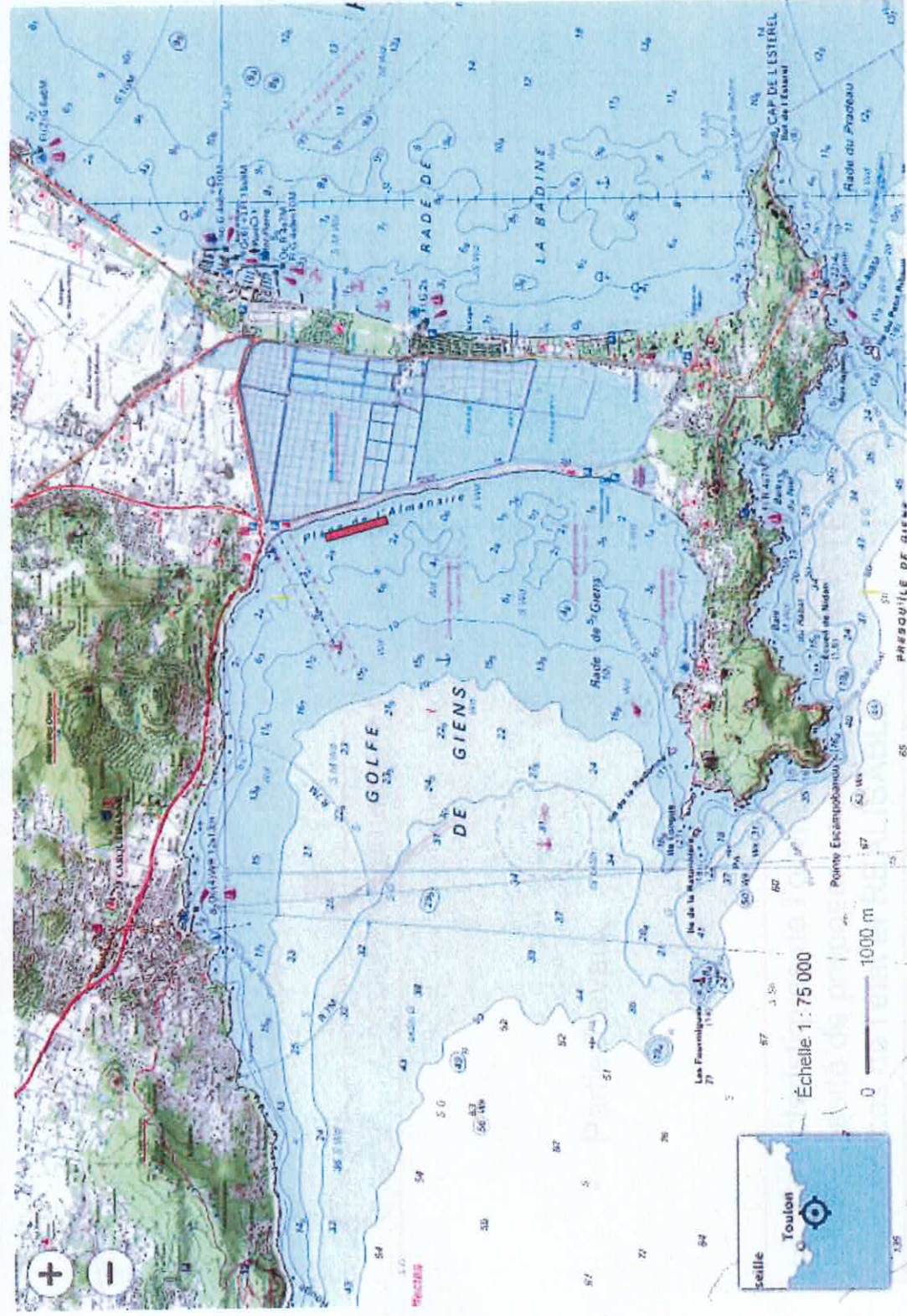
2
Apporter du sable sur le
site pour éviter un
dépassement de la zone

CONCLUSIONS ET NOS RECOMMANDATIONS

3
Suivre les évolutions au
droit de la zone sensible
et sur le voisinage

4
En attendant sur le site se
nécessaire l'installation des
dunes, l'absence de
protection sur la zone

PRÉCONISATIONS SUR LE PHASAGE DES TRAVAUX À MENER



1

Protéger le site contre les attaques de la houle au droit de la zone sensible par une **digue sous-marine** de ~450m environ +

Apporter du sable sur le littoral Nord pour avoir un stock minimal

2

Suivre les évolutions au droit de la zone sensible et sur le voisinage

3

Ré intervenir sur le site si nécessaire (fixation des dunes, rechargements, prolongation ouvrage...)

Coûts de l'ouvrage : ~ 2.5 millions d'€ HT (+ Coûts d'un rechargement de sable + coûts des suivis + coûts des études à venir)

SUITE DES ÉTUDES À MENER :

ETUDE ACTUELLE

- Etude de définition de solution

- Réalisation d'une mission de maîtrise d'œuvre complète (MOE) :

- Partie études : AVP – PRO → Définir les caractéristiques définitives de l'ouvrage (longueur, taille, lieu...)



Dossiers réglementaires / les services de l'état peuvent rejeter une solution

OK

- Partie Travaux → Construire l'ouvrage

NON

- ⇒ Caractéristiques de l'ouvrage non définitives à ce stade (longueur, taille, crête...)
- ⇒ Nécessité de proposer un ouvrage REALISTE avec les contraintes du site et ACCEPTABLE par les services de l'état et REALISABLE

Merci!

MERCI DE VOTRE ATTENTION

