



## Recomposition spatiale : un enjeu majeur pour la préservation des littoraux

Pierre FARNOLE<sup>1</sup>, Laurent SGARD<sup>2</sup>

1. Ingénieur Conseil, 137 avenue de la Lanterne, 06200 Nice, France.  
*pierre.farnole@gmail.com*
2. Médiaterre Conseil, Etudes et Conseils en Environnement, Agence de Marseille, 352 avenue du Prado, 13008 Marseille, France.  
*laurent.sgard@mediaterreconseil.fr*

### Résumé :

Les côtes basses et sableuses de la Région Occitanie entre la frontière espagnole et la limite Ouest de la Camargue sont composées de lidos et de lagunes dont la plus importante est l'étang de Thau. Ce sont des lieux privilégiés d'échange entre eaux douces et eaux salées favorables aux activités conchylicoles. Les enjeux sont donc très importants sur ces littoraux qui sont, par endroit, fortement urbanisés comme le Lido de Frontignan. Les apports sédimentaires des fleuves côtiers ont été considérablement diminués du fait des aménagements et le phénomène d'érosion s'est généralisé sur l'ensemble du littoral de la région. Le réchauffement climatique favorise une élévation du niveau moyen des mers auquel s'ajoute une recrudescence des événements tempétueux qui provoquent submersions et inondations. Devant ce constat, il convient en premier lieu de bien comprendre le contexte hydrosédimentaire ; les causes des érosions, et les moyens d'y remédier. Par le passé, des ouvrages de défense lourds et impactants ont été mis en place afin de figer le trait de côte et préserver les zones urbanisées. Aujourd'hui, il est nécessaire d'ouvrir la réflexion et de privilégier, dans la mesure des possibilités, des techniques douces compatibles avec le fonctionnement naturel des échanges sédimentaires. Cette démarche doit s'envisager dans le cadre d'une recomposition spatiale des littoraux qui intègre une nouvelle culture de l'aménagement littoral dans laquelle le risque et la notion de relocalisation soient intégrés dans les réflexions.

### Mots-clés :

Schéma de Cohérence Territoriale, Érosion, Submersion, Inondation, Travaux maritimes, Urbanisation, Recomposition spatiale du littoral.

## Thème 6 – Gestion durable des zones littorales et estuariennes

### 1. Introduction

La révision du SCoT - Schéma de Cohérence Territoriale, du bassin de Thau engagé par le Syndicat Mixte du Bassin de Thau doit définir les enjeux et les actions à mettre en œuvre pour les vingt prochaines décennies (figure 1). Parmi celles-ci, l'avenir du territoire constitue un des principaux enjeux face aux risques littoraux que sont les inondations et submersions marines. La vulnérabilité de ce territoire est réelle, car il est constitué de côtes basses sableuses, parcouru par des étangs et des lidos dont certains sont très urbanisés. La révision du SCoT doit permettre d'aller vers une stratégie de prévention et de maîtrise de ces risques pour améliorer l'adaptation de ce territoire.



Figure 1. Le territoire du Bassin de Thau.

### 2. Le contexte hydrodynamique et sédimentologique

Les côtes basses sableuses de Thau à Frontignan sont exposées aux tempêtes de secteur Sud à Sud-Est pouvant être intenses et persistantes. L'origine lointaine des houles génère des périodes élevées ayant pour conséquence des houles très énergétiques au déferlement. Accompagnées de dépression barométrique, les tempêtes atteignent des niveaux de surcotes élevés qui peuvent dépasser 1m ce qui augmente les probabilités de submersion et d'inondation. D'autre part, le contexte sédimentologique de ce littoral est caractérisé par peu ou pas d'apports sédimentaires par les bassins versants ce qui ne contribue pas à la stabilité des plages. Les transports sédimentaires ne sont pas unidirectionnels, mais

variables en fonction de l'orientation des houles au large. Une faible obliquité vers le nord ou vers le sud des houles à la côte conduit donc à des transits sédimentaires dans des directions opposées.

L'analyse de situations de tempêtes indique que sur 63 événements, 14 tempêtes ont atteint le niveau 2 ( $H_s > 4$  m), et 3 tempêtes ont dépassé le niveau 3 ( $H_s > 5$  m). La durée moyenne d'un événement est relativement courte (de l'ordre de 12 heures).

Toutefois, cette durée est généralement proportionnelle à l'intensité de l'événement avec des tempêtes (tableau 1) :

- Une tempête de niveau 2 dure en moyenne 25 h,
- Une tempête de niveau 3 dure 35 h.

*Tableau 1. Caractéristique des trois tempêtes majeures entre 2010 et 2018.*

<i>Date pic</i>	<i>Durée(h)</i>	<i>Intervalle(j)</i>	<i>Hs_pic</i>	<i>Hs_moy</i>	<i>Tp_pic</i>	<i>Dir_pic</i>	<i>Dir_moy</i>
<i>05/03/2013(11 :00)</i>	<i>42.00</i>	<i>44.17</i>	<i>4.53</i>	<i>3.85</i>	<i>8.93</i>	<i>125.00</i>	<i>126.84</i>
<i>13/10/2016(13 :00)</i>	<i>26.00</i>	<i>156.13</i>	<i>5.33</i>	<i>4.18</i>	<i>9.17</i>	<i>124.53</i>	<i>121.54</i>
<i>01/03/2018(01 :00)</i>	<i>36.00</i>	<i>52.29</i>	<i>5.70</i>	<i>4.37</i>	<i>9.37</i>	<i>123.60</i>	<i>119.55</i>

*Note : Dir\_Pic : Direction de la houle pic ; Tp : \_pic : Période de la houle pic ; Hs : Houle significative.*

Ces trois tempêtes se distinguent par la durée et l'intensité des événements, mais pas par la direction des houles qui sont toujours Sud-Est au large ( $120^\circ\text{N}$  à  $126^\circ\text{N}$ ). L'épisode le plus long est la tempête du 5 mars 2013 (42h00), mais ce n'est pas celui qui relève la plus forte houle ( $H_s = 4,5\text{m}$ ). Ce sont les tempêtes du 13 octobre 2016 et du 1<sup>er</sup> mars 2018 qui ont généré les houles les plus fortes dépassant 5m au large, associées à des périodes de pic supérieures à 9s. Les houles arrivent pratiquement frontalement à la côte ou avec une légère obliquité vers le Sud. Les tempêtes d'octobre 2016 et mars 2018 font partie des 3 tempêtes majeures de ces 10 dernières années. Elles ont eu des impacts relativement similaires en termes d'érosion et de franchissements.

### **3. Recomposition spatiale du Lido de Thau**

En raison d'un fort recul du trait de côte (1,1 m /an), le lido a été identifié par la Mission "Littoral" comme étant un secteur d'intervention prioritaire (priorité 1) en Languedoc Roussillon dans la lutte contre l'érosion en 2005. Les enjeux du projet dépassent largement les seules communes de Sète et de Marseillan, il est un véritable élément structurant pour le territoire du bassin de Thau et plus largement pour les territoires voisins. Cette érosion étant une menace pour la pérennité de l'ensemble des usages exercés sur le lido, le choix du parti d'aménagement fut basé, dans un premier temps, sur le recul stratégique de la route littorale afin de rétablir un fonctionnement normal du

## *Thème 6 – Gestion durable des zones littorales et estuariennes*

système plage/dune et d'assurer ainsi une protection durable contre l'érosion. À l'origine, le projet consistait à :

- Maintenir une largeur de plage suffisante par restauration et reconstitution du cordon dunaire,
- Aménager durablement le site.

L'opération de protection d'aménagement durable du lido a ensuite évolué en 2007 avec de nouveaux enjeux :

- Reconstituer une plage d'au moins 70 m,
- Protéger durablement la plage (environ 10 ans) en utilisant une (ou des) solution(s) innovante(s) et douce(s),
- Expérimenter des solutions innovantes de protection.

Deux expérimentations ont été mises en œuvre :

- Le procédé de drainage de plage « Ecoplage® »,
- Les tubes en géotextile remplis de sable ci-après nommés géotubes sont utilisés pour réduire l'intensité de la houle dans l'avant-côte.

La figure 2 montre un dispositif d'implantation classique avec un géotube immergé par faible profondeur. S'agissant du lido de Sète à Marseillan le dispositif est plus conséquent avec 2 rangées de géotubes ayant une emprise sur le fond de 12m et une hauteur de 3m sur 1400m/l (ARTELIA 2017a, 2017b). A l'issue du suivi, en 2017, le choix s'est porté sur la solution jugée la plus pertinente : les géotubes, accompagné par un rechargement massif en sable issu de la Pointe de l'Espiguette. Cependant des incertitudes demeurent sur l'efficacité des géotubes seuls. Deux avis divergent :

- ARTELIA (2015) met en évidence une nette régression aussi bien des petits fonds entre la côte et l'atténuateur qu'au niveau du trait de côte. Ce phénomène pourrait être dû au « blocage » par le géotube des transports sédimentaires offshore-onshore.
- BRGM (2016) constate un gain de 15m sur un an entre l'année 2013 et 2014 du fait de la seule présence des géotubes.

Le suivi s'est prolongé jusqu'en 2020 (BRGM, 2020). Il a été mis en évidence une modification morphodynamique des barres sableuses qui à l'origine étaient festonnées puis sont devenues par la suite linéaires. Un recul temporaire du trait de côte est constaté sans toutefois remettre en cause la stabilité de la plage. Il en ressort une mobilité réduite du trait de côte dans la zone protégée (10m) sans que l'on puisse distinguer la contribution des géotubes par rapport au rechargement en sable (350 000m<sup>3</sup>).

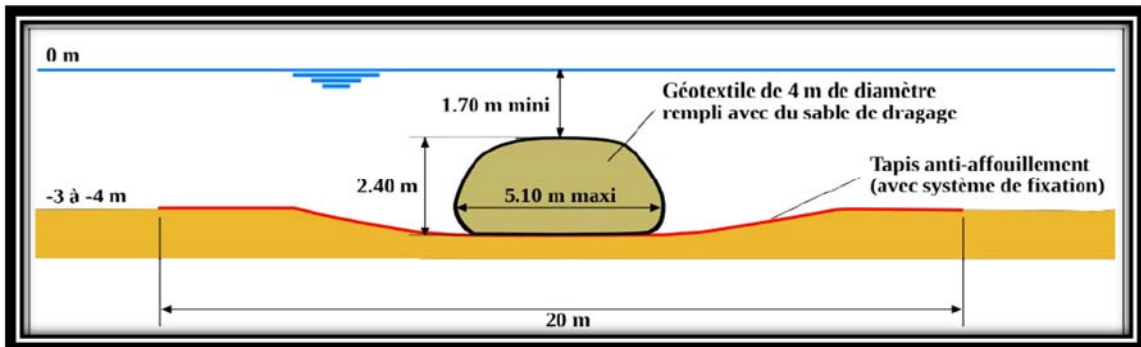


Figure 2. Exemple d'implantation d'une rangée de géotubes (Vendres–Hérault).

#### 4. Lido de Frontignan

Le lido de Frontignan qui s'étend sur environ 8 km est très urbanisé sur 6 km depuis le port de pêche jusqu'à la « Dent creuse » qui est une zone plus naturelle de 2 km sur le secteur des Aresquiers (figure 3). Pour protéger les zones urbaines des tempêtes, des épis en « T » ont été installés sur tout le linéaire pour figer le trait de côte et diminuer le risque de submersion. Les tempêtes exceptionnelles de 1982, 1997, 1999... ont été révélatrices de sa fragilité et des conséquences à long terme d'une érosion grandissante.

Les travaux se sont déroulés en plusieurs tranches (figure 3) :



Figure 3. Travaux effectués sur lido de Frontignan (SMBT).

## *Thème 6 – Gestion durable des zones littorales et estuariennes*

### a) Tranche 1 :

- Secteur de la Dent creuse : allongement de l'épi Est et rechargement en sable
- Secteur des Aresquiers : rechargement en galets et sable, raccourcissement de 3 épis et création de 3 nouveaux ouvrages dans le secteur non protégé, cordon dunaire en galets.
- Secteur Est du port de pêche : restauration des 5 épis.

### b) Tranche 2 (2019-2021) :

- Secteur Port de pêche au Port de Plaisance : allongement de 4 musoirs des épis, rechargement des plages en sable, aménagement du cordon d'arrière-plage et création d'un stock de sable pour les entretiens futurs.
- Secteur Port de plaisance à la Dent creuse : rechargement des plages en sable et aménagement du cordon d'arrière-plage.

Le lido de Frontignan-les Aresquiers a nécessité une approche différenciée entre la partie urbanisée et celle qui ne l'est pas, dite « naturelle ». Après une analyse multicritère des scénarios de protection envisageables, les travaux ont consisté à créer une plage de galets de 20 m protégée par un cordon d'arrière-plage en galets à 3m NGF (Nivellement Général de France). Trois épis de longueur dégressive pour atténuer l'effet de report de l'érosion sont venus conforter la plage de galets. Le rechargement de 200 000 m<sup>3</sup> de sable a permis de ré-engraisser les plages et les petits fonds. Les sables de rechargement ont été prélevés dans les bancs de sable de la Pointe de l'Espiguette.

Le choix d'augmenter la granulométrie du sédiment en passant de sable à galets est une alternative intéressante qui aurait justifié un suivi. Ce choix permet localement d'assurer une meilleure stabilité mais il modifie le contexte hydrodynamique et sédimentologique de la plage.

### **5. La vulnérabilité du littoral urbanisé de Frontignan**

La vulnérabilité du littoral a été traitée par EGIS (2021a, 2021b, 2021c). On peut observer sur le Modèle Numérique de Terrain - MNT (figure 4) que le niveau altimétrique en limite de la zone urbanisée se situe entre +2 m NGF et +2,5m NGF pour une largeur de plage qui oscille entre 20 m et 30 m. Bien que protégée par des épis en « T » très denses avec un entretien régulier des plages, le risque de submersion est réel. La plupart des constructions situées sur cet espace fragile immédiatement à l'arrière du cordon dunaire peuvent être affectées par la submersion. La première ligne du front bâti peut être directement soumise à l'action des vagues alors qu'au niveau de la partie arrière de cette ligne, les bâtiments sont soumis à l'inondation puisque les niveaux des terrains naturels sont bas (figure 4). Après vérification sur le lidar 2009, on constate que la différence d'altitude entre le haut de plage et l'arrière-dune urbanisée est située par endroit à 1m plus bas que le haut de la plage, favorisant ainsi la rétention d'eau lors des submersions.

## 6. Choix stratégiques

Les choix stratégiques au niveau des zones urbanisées peuvent se décomposer comme suit :

- *Stratégie d'adaptation de l'existant* => implication sur les formes des espaces publics, enjeu d'acquisition de terrain, transparence hydraulique, continuité des efforts de protection (recharge en sable, protection et réalignement contrôlé),
- *Stratégie du recul des enjeux humains vers l'arrière-pays* => expropriation, délocalisation, etc.),
- *Stratégie de recomposition spatiale* des fonctions ou sites stratégiques à réorganiser plus en retrait du cordon littoral,
- *Stratégie d'abandon progressif* => Non intervention, réalignement passif et départ progressif des habitants et activités).

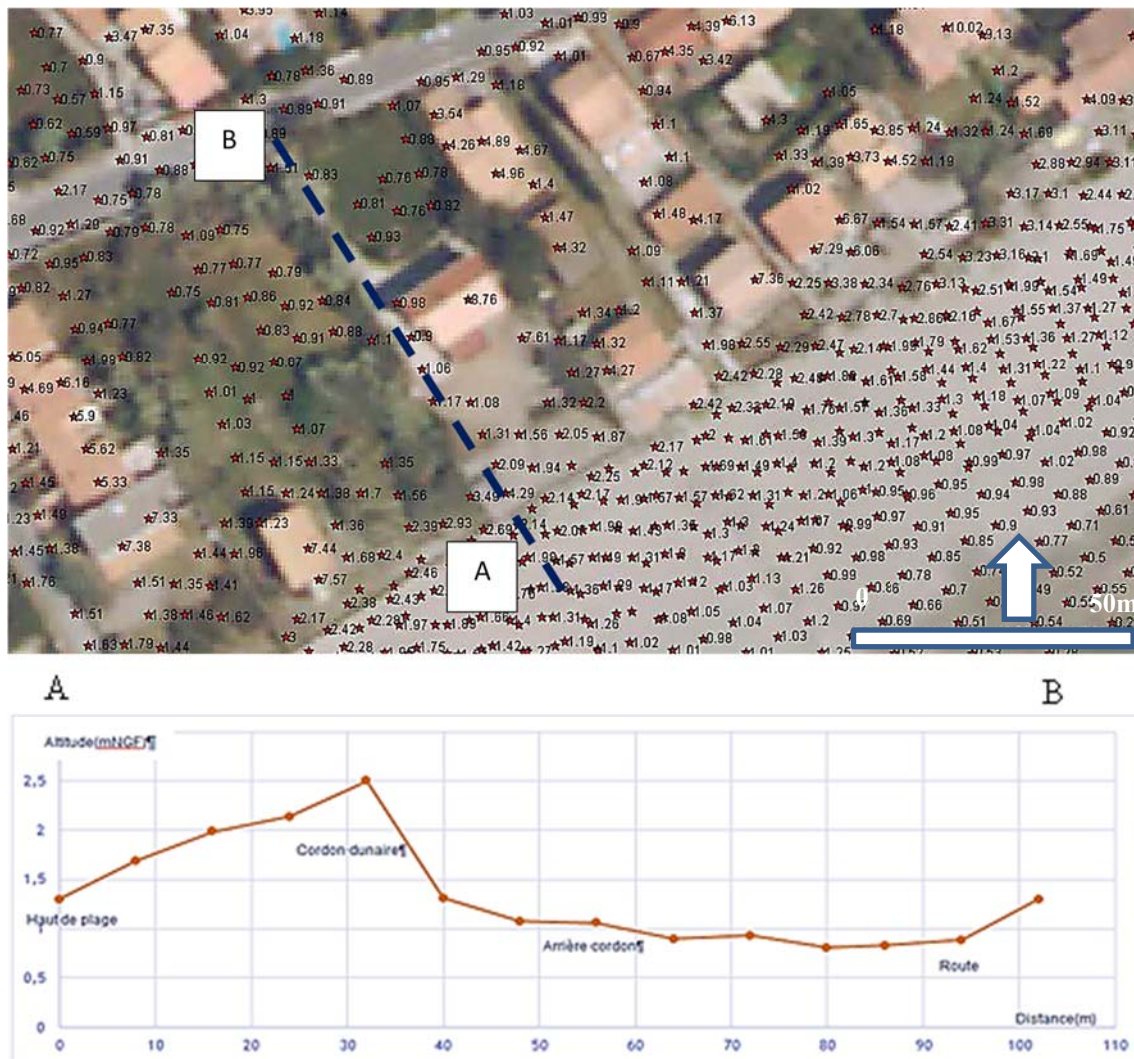


Figure 4. Profil topo bathymétrique en limite de haut de plage - Zone de franchissement de Frontignan-plage, (MNT issu du Lidar 2009 d'après EID2012).

## *Thème 6 – Gestion durable des zones littorales et estuariennes*

L'approche méthodologique se décompose comme suit :

- Le premier élément à envisager est le périmètre pertinent de la réflexion qui ne peut se mener à la simple échelle du bord de mer, ni même de la commune, mais en intégrant l'intercommunalité impactée, soit par les conséquences du projet, soit par l'appartenance à la même cellule sédimentaire.
- Le second élément est l'analyse de la vulnérabilité aux différents risques (débordement de cours d'eau ou d'étangs littoraux, érosion du trait de côte ou submersion marine) en fonction de la topographie et des enjeux. Un historique de l'occupation du littoral peut aider à mieux cerner les enjeux.
- Le troisième élément est une phase de projection dans l'avenir par rapport à un projet de territoire.

Enfin c'est l'analyse croisée entre les objectifs poursuivis par le projet et l'angle des risques naturels qui doit orienter les choix possibles à analyser, tant spatialement que temporellement. Il y a donc un phasage à mettre en place pour les actions à court ou long terme avec un financement associé.

La problématique concerne surtout les aménagements en « durs » comme ceux installés sur le lido de Frontignan pour protéger les zones urbaines mais qui n'apportent aucune garantie vis-à-vis de l'aléa de submersion. La question se pose d'une recomposition spatiale de ce littoral en supprimant partiellement ou totalement les enrochements avec un objectif de recréer un fonctionnement naturel de plage. C'est en enjeu important pour ce territoire qui doit mettre en œuvre une réflexion et préparer une stratégie de recul en y associant les populations.

### **7. Conclusion**

La révision du ScoT (2013a, 2013b, 2017, 2018) a été abordé sous l'angle de la résilience territoriale, privilégiant l'adaptation au risque à travers une stratégie globale de réorganisation du cadre de vie sur les espaces littoraux. Il s'agit d'orienter les actions, dans la mesure des possibilités, vers une gestion souple du littoral, combinant activités anthropiques durables et techniques douces de protection contre l'érosion marine.

Ainsi, deux risques majeurs dus aux effets de la mer sur le littoral existent sur ce territoire :

- les risques de submersion dus à la montée des eaux par surélévation de la mer durant les tempêtes. Cette surélévation influence le niveau des étangs en arrière du cordon dunaire alimentés par les écoulements des rivières (effet cumulé submersion/inondation),
- les actions dynamiques de la houle pouvant détruire les protections et les biens, mettant ainsi en danger les populations. Cette action se produit de façon différente en agissant soit directement sur les structures de protection, soit indirectement par érosion des cordons sableux protégeant naturellement celles-ci de l'affouillement.



Il est donc particulièrement important de préserver les lidos sableux du phénomène d'érosion, car une plage suffisamment large avec un cordon dunaire de protection suffisamment haut réduit le risque de submersion.

#### **8. Références bibliographiques**

ARTELIA (2015). *Analyse des données relatives au suivi du littoral dans le cadre de l'opération du Lido de Sète à Marseillan*. Rapport d'Étude, Mars 2015.

ARTELIA (2017a). *Protection et aménagement durable du Lido de Sète à Marseillan – Déploiement de l'ouvrage atténuateur de houle – Tranche 2. Pièce 2: Autorisation unique Loi sur l'Eau*, Janvier 2017.

ARTELIA (2017b). *Protection et aménagement durable du Lido de Sète à Marseillan – Déploiement de l'ouvrage atténuateur de houle – Tranche 2. Pièce 3: Déclaration d'Intérêt Général (DIG)*, Janvier 2017.

BRGM (2016). *Suivi par vidéo numérique de l'expérimentation des techniques de protection du littoral du lido de Sète à Marseillan – Volume 1 : Atténuateur de houle et rechargement*. Rapport final (BRGM/RP-65607-FR), Janvier 2016.

BRGM (2020). *Suivi par vidéo numérique de l'expérimentation des techniques de protection du littoral du lido de Sète à Marseillan – Année 2018-2020*. Rapport final (BRGM/RP-70147-FR), Septembre 2020.

EID (2012). *Action 5 – Mitigation et atténuation du risque de submersion marine*, (CPER 2007-2013).

EGIS (2021a). *Étude diagnostic de la vulnérabilité aux inondations et élaboration d'un plan de réduction sur le territoire de Thau - Phase 1 diagnostic de vulnérabilité du territoire*. Rapport d'étude pour le Syndicat mixte du bassin de Thau.

EGIS (2021b). *Étude diagnostic de la vulnérabilité aux inondations et élaboration d'un plan de réduction sur le territoire de Thau - Phase 2 : évaluation des dommages*. Rapport d'étude pour le Syndicat mixte du bassin de Thau.

EGIS (2021c). *Étude diagnostic de la vulnérabilité aux inondations et élaboration d'un plan de réduction sur le territoire de Thau - Phase 3 : Etablissement d'une stratégie et d'un plan d'action de réduction de la vulnérabilité*. Rapport d'étude pour le Syndicat mixte du bassin de Thau.

SCoT (2013a). *Document d'Orientations et d'Objectifs, Chapitre individualisé valant SMVM*.

SCoT (2013b). *Rapport de Présentation et chapitre individualisé valant SMVM, Tome 5, Annexe*.

SCoT (2017). *Modification N°1 du Scot du Bassin de Thau*.

SCoT (2018). *Modification Simplifiée du Scot du Bassin de Thau*.

*Thème 6 – Gestion durable des zones littorales et estuariennes*