

Préparer la transition environnementale des plages en érosion de Provence-Côte d'Azur, retour d'expériences sur quelques sites tests

- Rapport non technique -



Auteurs :

Sabatier, F., Puigserver, C., Hurtrez, L., Chatagno, G., Voisin-Henriot, M., Fleury, J., S. Meulé, O.
Boutron, P. Pentch

Avril 2023

Table des matières

1	<i>Introduction générale</i> _____	3
2	<i>Le laissé faire par la mer d'une plage endiguée (exemple de Véran, Camargue)</i> _____	5
3	<i>Le désenrochement (exemple des Vieux Salins, Hyères, Var)</i> _____	8
4	<i>Les brise-lames immergés en géotextiles</i> _____	10
5	<i>Le rechargement en galets des plages sableuses</i> _____	12
6	<i>Conclusion générale</i> _____	15

1 Introduction générale

Ce rapport constitue la version simplifiée non technique de l'étude **Préparer la transition environnementale des plages en érosion de Provence-Côte d'Azur** réalisée par le CEREGE pour Monlittoral dont nous reprenons l'introduction générale.

Dans le cadre de la Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte, adoptée par la France en 2012, un réseau national des observatoires du trait de côte a été mis en place pour favoriser le développement d'observatoires sur l'ensemble du territoire national et les bonnes pratiques d'acquisition de données. A l'échelle régionale, la DREAL PACA a initié le projet de plateforme « Mon Littoral Provence-Côte d'Azur »¹ et soutient des actions de recherche pour (notamment) alimenter les connaissances scientifiques transposables à terme à la gestion des territoires. Ce rapport participe directement à cet observatoire car il constitue un retour d'expérience sur les connaissances universitaires du CEREGE concernant différentes méthodes de « protection » côtière dans une perspective de diffusion large à travers le site monlittoral.fr. Le public visé concerne les citoyens, les techniciens, ingénieurs de bureaux d'étude, de collectivités, d'associations, les élus intéressés par l'évolution et le devenir du littoral de PACA

Dans le contexte d'une gestion historique en enrochements du littoral, de l'épuisement sédimentaire des fleuves et des côtes et de l'accélération de la montée de la mer avec des conséquences géomorphologiques mal quantifiées, la philosophie de la « protection » côtière par l'ingénierie et les collectivités évolue. En effet, les solutions basées sur la Nature émergent mais elles doivent s'appuyer sur : (1) un bilan objectif des méthodes antérieures (enrochements, renforcement dunaire, rechargement artificiel, laissé faire...), (2) une connaissance approfondie des processus physiques, souvent par le biais d'une analyse des données déjà acquises et (3) une expertise scientifique pouvant se baser sur une approche empirique et/ou modélisante. Ces approches

¹ La plateforme monlittoral.fr est copilotée par la DREAL et la Région depuis janvier 2022 et la signature d'une convention-cadre 2022-2027 relative au développement et à la gestion de monlittoral.fr

contribuent à la transition environnementale des plages de Provence-Côte d'Azur .

Les rivages de Provence-Côte d'Azur, qui présentent une diversité de formes littorales et de pratiques de gestion sédimentaires, dans un environnement aux forts enjeux socio-économiques, subissent particulièrement l'érosion et les submersions marines et des solutions basées sur la Nature seraient sans doute adaptées à une gestion durable de l'environnement littoral. Pour ce faire nous proposons une recherche applicable sur la base de 3 thèmes :

1-Renaturation du littoral par l'abandon d'une digue à la mer ou par le désenrochement

Abandonner des enrochements à la mer ou les supprimer afin de renaturer le rivage permet aux forçages (principalement la houle et ses courants) de retrouver un fonctionnement naturel. Toutefois l'ampleur des modifications géomorphologiques et leur évolution dans le temps restent inconnues. Depuis une décennie, en PACA, les sites de la digue de Véran (Arles, Camargue) et celui des Vieux Salins (Hyères) connaissent respectivement un abandon des enrochements à la mer ainsi qu'un désenrochement. L'analyse des données historiques permettra un retour d'expérience de ces pratiques. Ce thème est présenté à travers les parties : 2- *le laissé faire par la mer d'une plage endiguée* et 3- *le désenrochement*.

2-Les brise-lames en géotextiles immergés pour limiter l'érosion des plages

Afin de proposer une alternative aux enrochements, plusieurs communes ont misé sur la protection du rivage en tentant de diminuer la force de la houle par le biais de boudins de géotextiles remplis de sable déposés dans la zone du déferlement. Si en théorie cette approche semble séduisante, puisqu'il s'agit d'agir directement sur le forçage naturel responsable de l'érosion, les retours d'expérience sont faibles et souvent incomplets du fait d'analyses superficielles et/ou d'un manque de données replacées dans une perspective pluri-annuelle. Il s'agit donc d'apporter un regard rénové sur ces pratiques

des sites de méditerranée française. Ce thème est présenté à travers la partie 4- *Les brises-lames en géotextiles*

3-Le rechargement en galets de plages sableuses

Le rechargement artificiel en sable dont la granulométrie de dépôt est proche de celle naturelle est une technique d'ingénierie bien documentée, mais l'utilisation de galets de rechargements dans un environnement sableux demeure peu pratiquée. En utilisant ce type de sédiments on établit l'hypothèse qu'une taille plus importante des sédiments déposés artificiellement limitera le recul du rivage. Néanmoins cette approche néglige les réadaptations morphodynamiques du profil (interactions entre la houle, la granulométrie et la morphologie) et les premières observations sur deux sites de la région, aux Saintes-Maries-

de-la-Mer (Camargue) et sur la plage du Jai (commune de Martigues), indiquent des résultats contradictoires. L'analyse des données historiques permettra un retour d'expérience de ces pratiques. Ce thème est présenté à travers la partie 5- Le rechargement en galets des plages sableuses

Ce rapport repose sur des mémoires de recherche d'étudiants du master COAST de l'Université d'Aix Marseille encadrés par des scientifiques de l'Université. Les travaux ont utilisé dans la mesure du possible, les jeux de données disponibles sur la plateforme « [Mon littoral](#) Provence-Côte d'Azur » qu'ils contribuent aussi à enrichir afin d'apporter des éclairages sur des questions concrètes partagées avec la communauté des acteurs du littoral (administrations, organismes, associations, collectivités, citoyens).

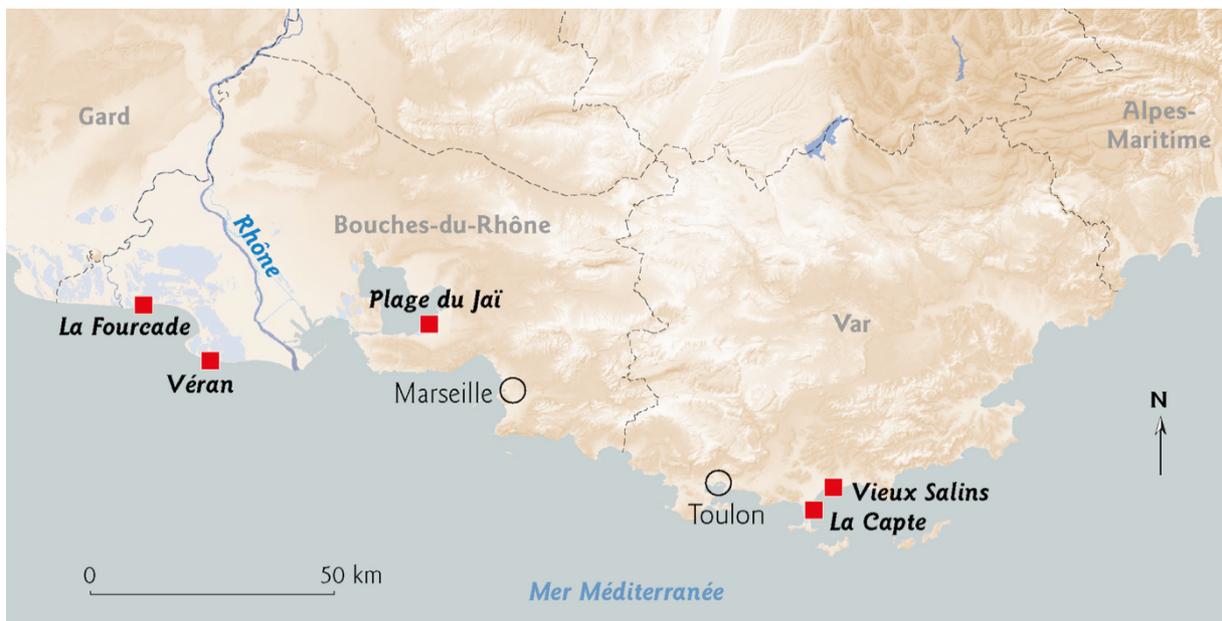


Fig. 1. Localisation des sites d'études

François Sabatier remercie chaleureusement la Tour du Valat, le Conservatoire du Littoral et le SYMADREM pour avoir transmis des données utiles à cette étude (Lidar 2016 sur le site de Véran, Topobathymétrie 2017 sur le site des Vieux Salins et plans topographiques sur le site de la Fourcade.)

2 Le laissé faire par la mer d'une plage endiguée (exemple de Véran, Camargue)

De nombreux travaux ont mis en évidence les effets secondaires des digues frontales (enrochements le long du rivage, les pieds dans l'eau) sur l'érosion sous-marine. En effet, si ces dernières parviennent à stabiliser le rivage, leur présence ne stoppe pas l'érosion sous-marine et peut y contribuer en accentuant les processus de réflexion de la houle contre l'ouvrage. En Camargue, la digue de Véran, qui date de 1972, se situait à l'origine à plusieurs dizaines de mètres du rivage et constituait une limite efficace contre les submersions marines.

Progressivement le recul du rivage a menacé la stabilité de l'ouvrage qui était régulièrement entretenu jusqu'au début des années 2010. Depuis cette période, la digue de Véran évolue librement, sous l'effet des tempêtes qui la détruisent peu à peu. A travers cet exemple, nous assistons à l'évolution d'une plage suite à l'abandon d'un ouvrage en enrochements ce qui constitue une expérience rare en France de « laissé faire par la mer »

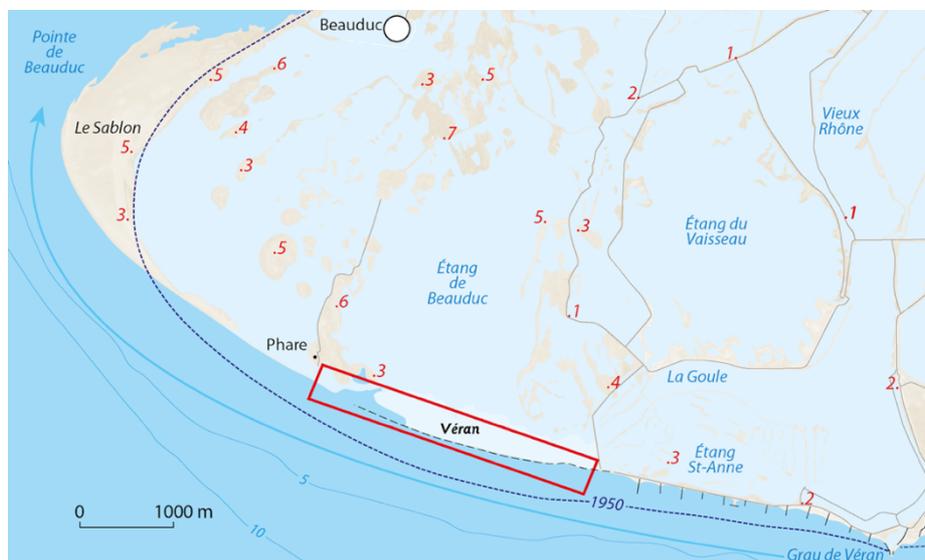


Fig. 2. Localisation du site de Véran (commune d'Arles). Les points en rouge représentent des altitudes (NGF) et la flèche bleue en mer la dérive littorale dominante

Depuis près de 15 ans, le rivage recule sur le littoral de Véran en fonction de la résistance et de l'effondrement de la digue : rapidement là où elle a disparu et plus lentement là où elle est encore « haute ». A ce recul s'associe des submersions marines qui apportent des sables vers l'étang dont les accumulations (dépôts d'*overwash*) créent une nouvelle plage mise en évidence par des relevés de terrains et des photographies aériennes. Aujourd'hui une plage de presque 3km de long et large de 300 à 400 m existe car le fond de l'étang s'est élevé en moyenne de 0,6 m depuis la ligne du rivage. Ce mécanisme de création de place se met en place dans un contexte général érosif car la partie sous-marine de la plage montrent d'importantes pertes de sables depuis des décennies. Dans l'étang, les apports de sables par les submersions marines sont estimés à 20.000

m³/an environ mais cette valeur ne peut pas être considérée comme un apport constant ou régulier. En effet, la quantité des dépôts dépend d'abord de la force et de la fréquence des tempêtes dont les valeurs restent difficiles à estimer et presque impossible à prévoir. Ensuite, ces dépôts sont aussi liés à la présence de sable disponible sous l'eau, or leur quantité demeure inconnue. Enfin, la morphologie ante dépôt de tempête est primordiale car les accumulations sont plus importantes lorsque l'étang n'est pas encore comblé, puis elles diminuent sensiblement. Autrement dit, une même tempête ne déposera pas la même quantité de sables si elle se produit sur un secteur ayant déjà reçu des sédiments ou pas.

Le comblement progressif de l'étang de Beauduc se traduit par une élévation naturelle de son altitude ce qui compense donc l'élévation lente de la montée de la mer. Ce mécanisme pourrait être perçu comme une défense naturelle de la plage face à la montée des eaux dont on sait qu'elle augmentera durant le 21^{ème} siècle. Laisser entrer les submersions marines pour favoriser les dépôts de sables présente alors une véritable Solution Fondée sur la Nature pour résister à l'érosion côtière. Il nécessite néanmoins l'acceptation d'un recul du rivage et suffisamment d'espace pour laisser les processus naturels de submersions marines se développer. Sur le site de Véran, ce mécanisme est aussi réalisé grâce à la présence de la digue qui s'enfonce dans le sable peu à peu car elle brise les houles avant qu'elles ne s'abattent sur le rivage.

De manière applicable, on retiendra que le laissé faire par la mer permet aux dynamiques naturelles de retrouver progressivement leur fonctionnement. L'érosion et le recul du rivage reprend mais ces mécanismes permettent aussi la construction de nouvelles plages ainsi qu'une élévation altimétrique de celle-ci (qui permet au littoral de résister naturellement à la montée de la mer).



Photo 1. Les dépôts d'overwash qui comblent l'étang en 2021 (vue vers le nord). La plage est large de plus de 300 m pour une épaisseur de dépôts proche de 0,6 m. On distingue un chenal d'écoulement mis en évidence par la présence d'eau résiduelle ainsi que des ondulations de la topographie qui dévoilent des courants importants lorsque le site est submergé (cliché P. Larroudé, Université Joseph Fournier, Grenoble).



Photo 2. La digue de Véran en 2005, 2007 et 2020 vue vers l'ouest depuis son extrémité est. En 2005 un lambeau de plage existe encore, à l'abri du dernier épis (au dos de la photo). Sur la droite de la digue, l'étang de Beauduc, profond de quelques dizaines de centimètres est aujourd'hui comblé par près de 0,5m de sédiments. La digue s'effondre progressivement depuis la première décennie 2000. On distingue côté mer les blocs de la carapace (bloc 2 à 4 t) tandis que le ballast qui constituait une route carrossable est progressivement diffusé vers l'étang. En 2020 la position du rivage n'est plus stabilisée puisque l'on observe un recul de plusieurs mètres (F. Sabatier, Aix-Marseille Université, CEREGE).

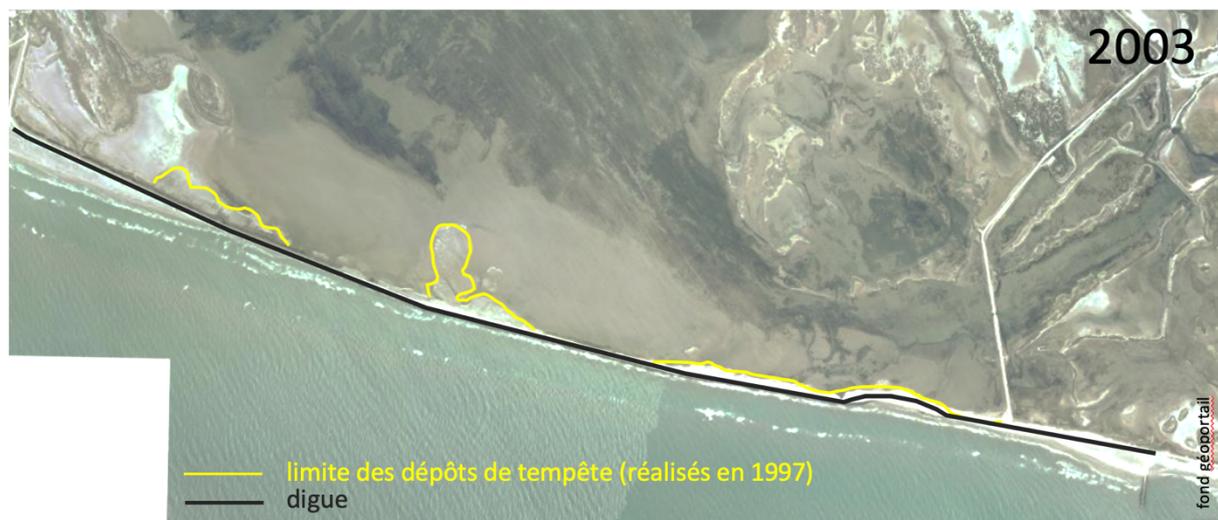
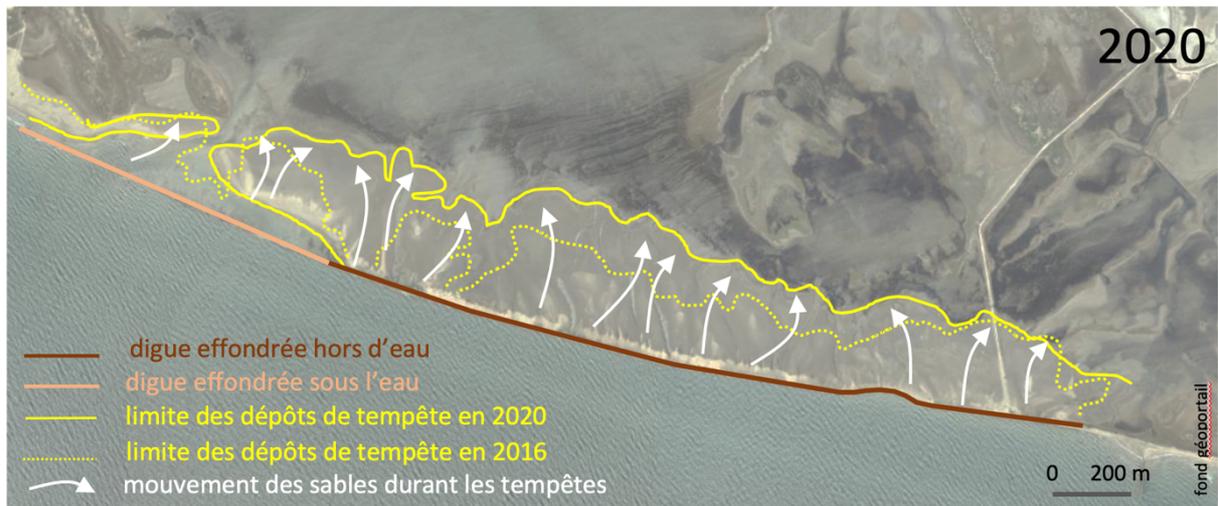


Photo 3. Dépôts d'overwash dans l'étang de Beauduc suite à la destruction de la digue de Véran (données [Géoportail](#)).

3 Le désenrochement (exemple des Vieux Salins, Hyères, Var)

En plus d'induire une érosion en pied d'ouvrage (comme à Véran), les enrochements peuvent accélérer l'érosion du rivage des plages limitrophes situées à leur extrémité, dans le sens de la dérive littorale, créant ainsi une encoche d'érosion. Cet effet secondaire des ouvrages en enrochements est souvent combattu... en rajoutant d'autres ouvrages. Sur le littoral des Vieux Salins (commune de Hyères, Var), entre l'étang de l'Anglais et la

plage de Miramar, où une digue de 1 km environ remplaçait la plage depuis 1989, une nouvelle pratique a été testée. En effet, l'extrémité ouest de la digue a été supprimée sur 150 m environ (Fig. 3) durant l'automne 2010 afin de restituer un fonctionnement naturel à la zone désenrochée et en espérant réduire le recul du rivage de la plage limitrophe



Photo 4. La plage au droit de l'étang de l'anglais en septembre 2011. On distingue au fond, derrière le bateau, l'extrémité de la digue qui va être supprimée quelques semaines plus tard. Le trait de côte de la plage est très en recul par rapport à celui de la digue qui crée une encoche d'érosion La plage est toujours équipée de ganivelles qui seront progressivement détruites par les tempêtes et reconstruites, en arrière, en 2016-2017. (F. Sabatier, Aix Marseille Université, CEREGE).



Fig. 3. Localisation de la zone désenrochée et du suivi topographique (fond Géoportail, 2017)

Avant la construction de la digue (1896 à 1989), l'ensemble du cordon littoral fonctionne naturellement sans différences significatives. À partir de la fin des années 90, la plage en aval dérive de la digue connaît une accélération significative du recul du rivage (-2 à -5 m/an) certainement en lien avec la présence de l'ouvrage. Après le désenrochement (2011), la zone désenrochée recule rapidement tandis que le rivage de la zone en aval dérive continue son recul malgré une courte période d'avancée. Entre 2010 et 2017, les mesures topographiques confirment le recul du rivage précédent mais montrent aussi des dépôts d'accumulation de tempêtes sur la plage. Les accumulations proviennent principalement de l'érosion du rivage mais il est possible que l'érosion du secteur désenroché fournisse aussi des sédiments à cette zone (en quantité réduite néanmoins). Ces accumulations participent ainsi à l'élévation altimétrique de celle-ci, localement jusqu'à 80 cm, ce qui constitue une protection naturelle contre la montée de la mer.

La reconstruction des ganivelles en 2016-2017 (et antérieur) perturbe ce mécanisme car les sédiments restent bloqués par celles-ci et ne s'étendent pas sur toute la zone. A long terme il faudra donc s'interroger sur l'opportunité ou non de laisser se produire les dépôts de sédiments durant les submersions marines.

Le désenrochement ne s'est pas traduit par une réduction évidente de l'érosion sur la plage naturelle en aval dérive. Néanmoins, ce résultat n'est pas surprenant car les volumes érodés de la plage désenrochée sont finalement faibles (environ 2.000 à 1.000 m³/an entre 2010-2012-2015) au regard de ceux de la plage naturelle.

De manière pratique, le désenrochement permet d'injecter des sédiments dans le système littoral mais l'érosion générale, plus importante, ne rend pas visible ces apports sur la zone d'étude. En revanche, il permet au littoral de retrouver ses dynamiques naturelles comme le transfert de sédiments sur la plage durant les tempêtes. Par conséquent, la mise en place de structures trop proches du rivage, même des ganivelles, qui perturbent ce mécanisme est à proscrire si l'on désire utiliser la nature comme solution pour accompagner le recul du rivage (« solution fondée sur la nature » dite SFN).



Photo 5. La plage naturelle en aval dérive de la zone désenrochée en 2012 (*haut*, vue vers l'est) et 2013 (*bas*, vue vers l'ouest). En 2012, on observe près du rivage des troncs (coupés) qui témoignent du recul du rivage. Le trait de côte subit une érosion et ses sédiments sont déposés en arrière pendant les phases de submersions liées aux tempêtes. Entre 2012 et 2013, la végétation se développe ensuite sur les dépôts sableux précédents (clichés F. Sabatier, Aix-Marseille Université, CEREGE).



Photo 6. Après une tempête d'Est en 2020, les sables projetés depuis la mer par les tempêtes (de gauche à droite sur la photo) sont bloqués par les ganivelles (F. Sabatier, Aix-Marseille Université, CEREGE).

4 Les brise-lames immergés en géotextiles

À partir des années 90, avec les critiques de plus en plus fortes contre les structures en enrochements et sur la base de pratiques en Australie, la conception et l'installation de brise-lames immergés en géotextile a progressivement démarrée en France. L'ouvrage est constitué de boudins ou chaussettes en géotextiles, remplis de sédiments, souvent de 1 à 3 m de diamètre et long de plusieurs mètres, déposés à proximité de la zone du déferlement afin de briser la houle avant qu'elle ne parvienne au rivage. Ces structures immergées présentent un avantage

esthétique non négligeable puisqu'elles sont invisibles depuis la plage. Leur conception (largeur, longueur, profondeur, orientation et distance par rapport au rivage) demeure souvent empirique et il est légitime de s'interroger sur leur efficacité. Pour ce faire, les 9 brise-lames immergés en géotextiles (déjà installés ou en projets - Fig. 4) sur la façade méditerranéenne française sont étudiés à travers des données de terrain et des modélisations numériques des courants à proximité des ouvrages.

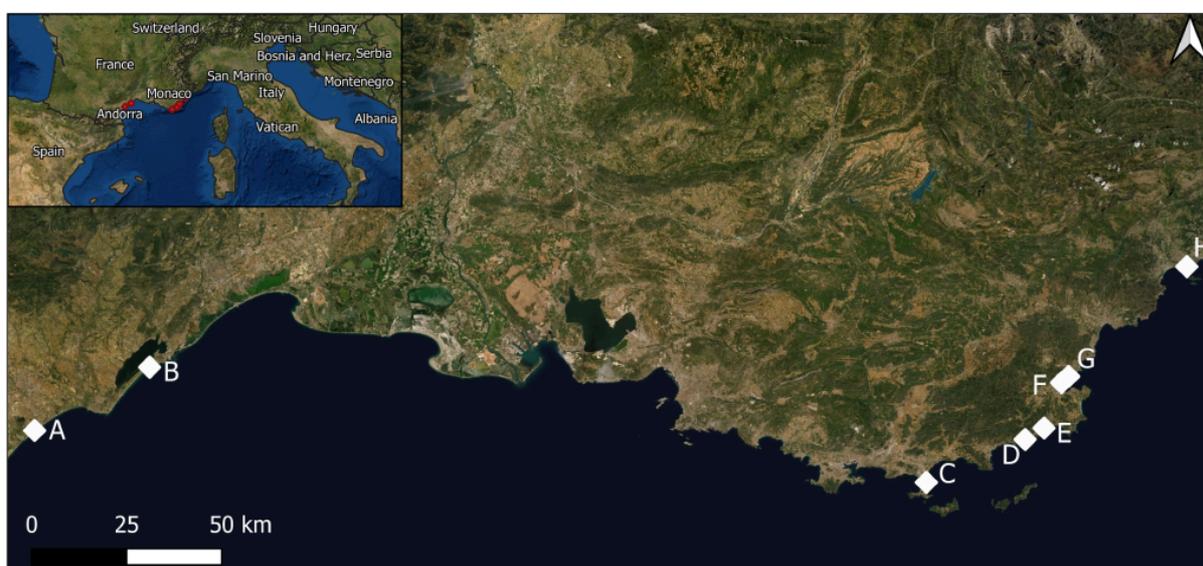


Fig. 4. Emplacement des brise-lames immergés en géotextiles sur la façade méditerranéenne française. A = Valras, B = Sète, C = La Capte, D = Rayol-Canadel-sur-Mer, E = Cavalaire-sur-Mer, F = Grimaud, G = Sainte-Maxime, H = Cannes (mémoire de M2, C. Puigserver, 2021).



Photo 7. Gauche : on distingue une ligne de déferlement au large induite par les boudins en géotextiles dans des conditions de faible énergie correspondant à Q50. Droite : les boudins en géotextiles visibles par transparence dans des conditions estivales (clichés F. Sabatier, Aix-Marseille Université, CEREGE, 2016).

Les calculs montrent d'abord que l'énergie des houles est amortie de manière plus efficace lorsque l'ouvrage est oblique par rapport à la direction de la propagation de la houle (+30°, -30°). Ensuite, les processus agissants entre les structures et le rivage varient fortement entre les sites et il n'a pas été possible de proposer une loi générale de comportement concernant l'impact de ces structures sur la houle. Cependant, dans tous les cas, la dissipation de l'énergie de la houle en relation avec le déferlement et ou la pente de la plage durant sa propagation sont les processus les plus significatifs pour atténuer la force de la houle.

De plus, avec l'accélération de la montée de la mer, la hauteur d'eau au-dessus des brise-lames immergés en géotextiles augmentera ce qui paradoxalement ne se traduira pas nécessairement par une diminution de leur efficacité. Néanmoins ces conclusions ne signifient pas que ces sites ne subiront pas d'érosion et/ou de submersions marines.

En ce qui concerne l'évolution des plages à proximité des ouvrages, il existe peu de mesures permettant de définir l'efficacité des brise-lames immergés en géotextile. L'exemple du site de la Capte (commune de Hyères) Fig. 5) montre des résultats positifs quant à la stabilité du rivage et de la plage grâce à la combinaison des boudins immergés associée à des phases de rechargements artificiels en sables. Autrement dit, les brise-lames immergés réduisent l'intensité de la houle mais l'érosion de la plage continue.

La géométrie de ces structures immergées en géotextile doit être choisie avec soins et à ce stade il apparaît qu'elles ne présentent pas une solution unique et suffisante pour répondre aux risques de recul du rivage et de submersions marines. Compte tenu de la complexité des phénomènes, des suivis topo-bathymétriques semblent indispensables pour évaluer l'efficacité et les impacts des brise-lames immergés en géotextiles.

De manière pratique, on retiendra que les brise-lames immergés en géotextiles permettent de réduire l'intensité de la houle mais leur dimensionnement reste très complexe et ils ne stoppent l'érosion que lorsque des campagnes de rechargements en sables sont réalisées.

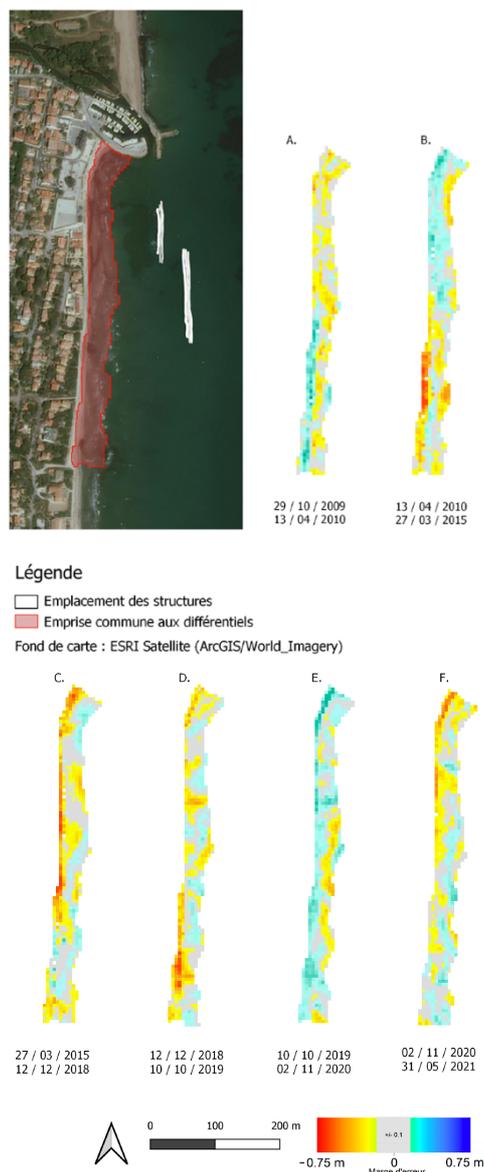


Fig. 5. Accrétion – Érosion et du bilan sédimentaire de la plage de la Capte entre 2010 et 2020. Les boudins en géotextiles ont été déposés en 2008 et ont subi un recalibrage en 2015 (données issues du mémoire de M2 C. Puigserver, 2021).

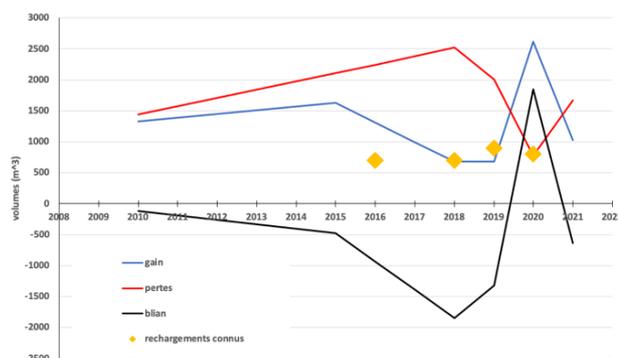


Fig. 6. Suivi morphologique de la plage de la Capte (mémoire de M2, C. Puigserver, 2021).

5 Le rechargement en galets des plages sableuses

Le rechargement artificiel en galets sur une plage sableuse est paradoxalement une pratique peu répandue. En effet, augmenter la taille des sédiments qui composent la plage permettrait, a priori, de réduire le recul du rivage puisque ces derniers sont alors plus gros et plus lourds que les sédiments d'origine. Par conséquent, on peut donc s'interroger sur l'efficacité d'un rechargement en galets sur une plage sableuse en érosion pour limiter le recul du rivage.

Au début des années 2000, deux plages sableuses des Bouches-du-Rhône (communes de Marignane, Fig. 7. et des Saintes-Maries-de-la-Mer, Fig. 8) ont été artificiellement rechargées en galets afin de lutter contre leur érosion. Ces deux sites pour lesquels des relevés morphologiques existent présentent donc une opportunité pour tester cette méthode particulière de rechargement artificiel en sédiments.

La plage de la Fourcade se situe sur la commune des Saintes-Maries-de-la-Mer, sur le flanc Est du village. Avant le rechargement, la plage est sableuse et recule depuis des décennies à des vitesses de variation de 3 à 5 m/an. Cette érosion est accentuée par les ouvrages en enrochements implantés devant le village des Saintes-Maries-de-la-Mer. Le rechargement mis en place en 2006 est censé ralentir ou stopper le recul du rivage.

La plage de la Motte Piquet, sur la commune de Marignane, se situe sur le cordon du Jaï long de 5 km (environ 250 m de large) séparant l'étang de Berre d'une lagune (l'étang de Bolmon). Avant le rechargement, la plage est sableuse et recule depuis des décennies à des vitesses proches de 0,3 m/an. Ici aussi l'érosion est accentuée par des enrochements (épis) implantés le long du cordon du Jaï. Le rechargement est mis en place en 2007 afin de ralentir le recul du rivage et limiter les submersions marines.

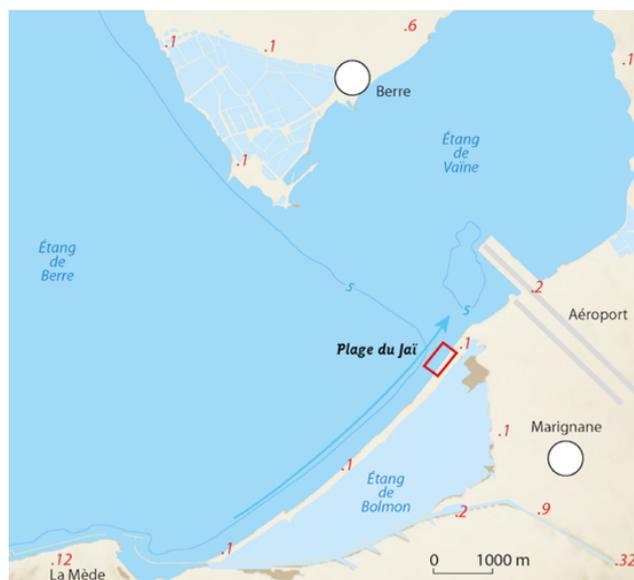


Fig. 7. Localisation de la plage du Jaï, Motte Piquet. Les chiffres en rouge représentent des altitudes NGF et la flèche en bleu foncé la dérive littorale dominante.

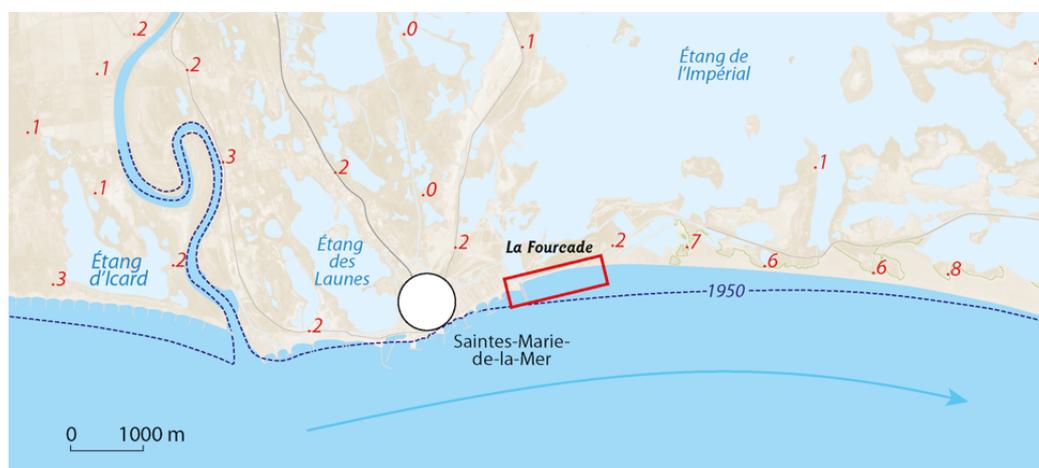


Fig. 8. Localisation de la plage de la Fourcade. Les chiffres en rouge représentent des altitudes NGF et la flèche en bleu foncé la dérive littorale dominante.

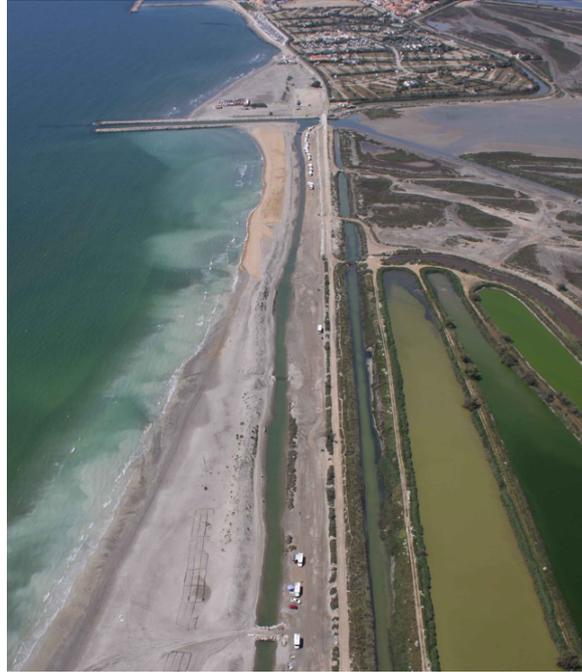


Photo 8. En haut, la vue aérienne vers l'ouest permet d'identifier les dépôts de galets en 2008 (crédit : Dreal Languedoc Roussillon, aujourd'hui Occitanie).



Photo 9. Site du Jaï. Vue dans le sens de la dérive littorale dominante (vers le NE) depuis le dernier épi avant et après le rechargement en gravillons. Ici la plage est élargie de 15 m environ (cliché F. Sabatier, Aix-Marseille Université, CEREGE, 2007).



Photo 10. Site du Jaï. Vue dans le sens de la dérive littorale dominante (vers le NE) depuis le dernier épi avant et après le rechargement en gravillons en 2015 (gauche) et 2022 (droite). Les dépôts de gravillons ont disparu (cliché F. Sabatier, Aix-Marseille Université, CEREGE, 2007).

Sur les deux sites d'étude, malgré le rechargement, le rivage continue à reculer et les galets se déplacent longitudinalement dans le sens de la dérive littorale dominante. A cause de houles plus fortes et malgré des galets de taille supérieure, le recul et le transfert longitudinal est plus important sur le site de la Fourcade. La présence des galets n'induit pas de modification significative de la pente sous-marine même si celle du jet de rive est plus prononcée. Par conséquent il n'y a pas d'évidence de l'augmentation de l'érosion et/ou de la force des vagues suite à ces rechargements en galets sur des plages sableuses. Le comportement d'un cordon en galets déposés artificiellement est similaire à un cordon de galets naturel. Plus

spécifiquement à la Fourcade, durant les tempêtes qui submergent le cordon de galets, celui-ci recule sur lui-même en roulant vers l'arrière-plage et en comblant les zones basses.

De manière pratique, on ne peut donc pas envisager le rechargement en galets comme une solution pérenne, comme tous les rechargements artificiels en sédiments, ces pratiques doivent être reconduites (à une fréquence à déterminer). De plus, on peut s'interroger sur les aspects paysagers de ces pratiques car on injecte des sédiments singulièrement différents de ceux naturellement présents sur les plages.



Fig. 9. Site de la Fourcade. Évolution du cordon de galets entre 2007 et 2020 à la Fourcade (Saintes-Maries-de-la-Mer).



Photo 11. Site de la Fourcade. Après une tempête hivernale en décembre 2014, le cordon de galets recule et commence à comblar la route carrossable en contre-bas de la Digue à la Mer. Ce mécanisme est similaire aux overwashes décrits dans les parties 2 et 3 (cliché F. Sabatier, Aix Marseille Université, CEREGE, 2014).

6 Conclusion générale

Sur tous les sites nous montrons des problèmes de gestion sédimentaire du rivage des plages à proximité des enrochements situés dans le sens de la dérive littorale dominante. La réduction de l'érosion est combattue de manière différente :

- abandon des ouvrages en enrochements,
- désenrochement de digue,
- mise en place de brises lames immergés en géotextiles,
- ajouts de sédiments plus grossiers (galets) que ceux naturellement en place (sables).

De manière synthétique, ce rapport permet de répondre aux questions suivantes :

Que se passe-t-il lorsqu'on laisse la mer démanteler progressivement une digue qui fixait le rivage et qui interdisait les submersions marines (vers une zone basse) ?

L'effondrement de la digue, par érosion sous-marine à sa base, se traduit par un recul du rivage et des submersions marines durant les tempêtes qui permettent alors des dépôts de sables. Ces accumulations créent de nouvelles plages et/ou une élévation topographique de la zone basse. Ce mécanisme élève la frange littorale et donc permet de compenser la montée de la mer (sans pouvoir quantifier à ce stade l'efficacité de ce processus).

Le désenrochement d'une digue permet-il de limiter le recul du rivage d'une plage située à proximité de l'ouvrage ?

Ce mécanisme n'est efficace qu'à condition que la zone désenrochée soit suffisamment étendue pour s'éroder et fournir suffisamment de sédiments à la plage limitrophe. Si à ce stade ces conclusions restent qualitatives, dans la zone désenrochée et sur la base de la conclusion précédente, on peut s'attendre à ce qu'une plage se (re)crée lorsque la digue est supprimée (mais le recul du rivage reprendra).

Les brise-lames immergés en géotextiles stabilisent-ils la position du rivage ?

La généralisation de l'efficacité de ces structures est délicate tant chaque site est particulier. Dans tous les cas ils permettent de réduire l'intensité

de la houle (parfois faiblement) mais leur efficacité grandit lorsqu'ils sont couplés à des phases de rechargements artificiels.

Le rechargement en galets sur une plage sableuse est-il efficace ?

Le rechargement ne stoppe pas le recul du rivage, dans un contexte de dérive littorale importante, le recul du rivage continue et les courants déplacent les galets latéralement (sur plusieurs centaines de mètres). Tout comme le rechargement artificiel en sable, cette pratique demande aussi à être renouvelée et la qualité paysagère du site est fortement modifiée.

Ce rapport montre en particulier que des processus naturels d'accumulations de sédiments sur la plage et/ou dans les zones basses (étangs) liés aux submersions marines se mettent en place durant les tempêtes. Ils permettent de créer ou de renforcer une plage qui élève ainsi naturellement sa topographie initiale (Fig. 10.). Ce mécanisme, lorsque la plage est suffisamment large pour qu'il se réalise, permet de résister à long terme à l'accélération de la montée de la mer.

Au final, ces exemples soulignent la mobilité naturelle du rivage et les contraintes d'aménagement que l'on s'impose lorsque ceux-ci sont trop proches du rivage. La transition environnementale des plages doit donc passer par l'acceptation du fonctionnement naturel respectant l'espace nécessaire à la plage pour fonctionner.

À long terme, dans une perspective d'accélération de la montée de la mer et de pénurie en sédiments sur les plages, il semble alors raisonnable de ne plus considérer le littoral comme une zone facilement aménageable où les infrastructures rigides peuvent être implantées dans la zone de mobilité naturelle de la plage. Ce rapport à l'aménagement du littoral basé sur un espace de mobilité, rejoint finalement celui compris et accepté dans les années 90 le long des cours d'eau le long desquels on respecte aujourd'hui une zone de mobilité.

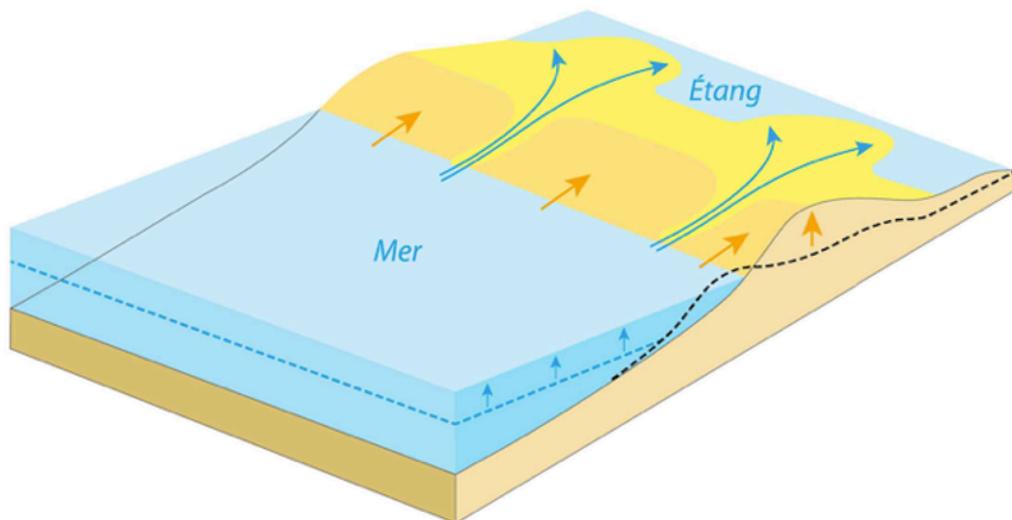


Fig. 10. Schéma de fonctionnement d'une plage respectant son espace naturel de mobilité. Le rivage recule mais les dépôts de sables vers l'étang permettent à la plage de se reconstituer et de s'élever ce qui constitue une adaptation face à la montée de la mer (© F. Sabatier et P. Pentch, Aix-Marseille Université)