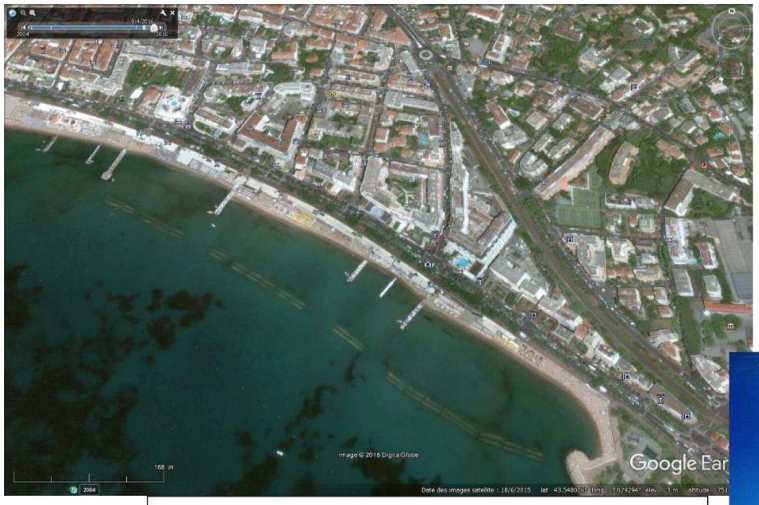
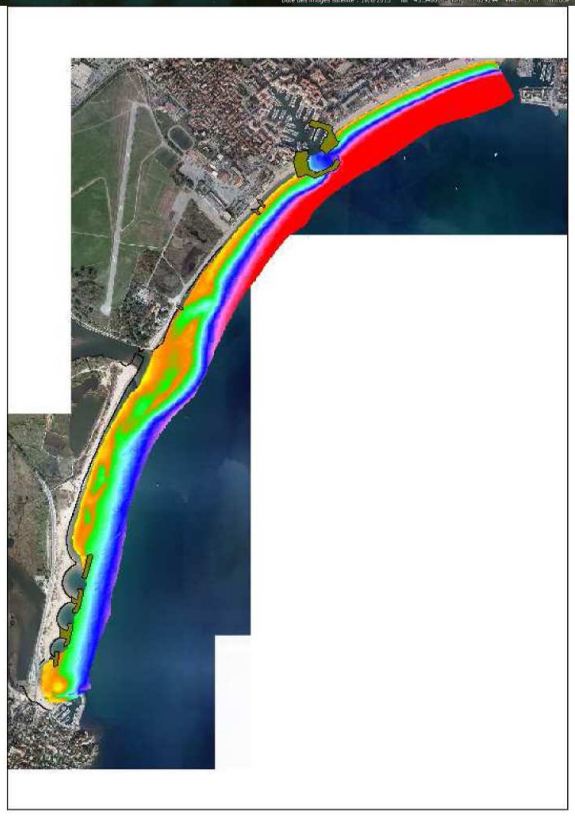
ANALYSE DES PLAGES DE FRÉJUS

RAPPORT FINAL

RÉFLEXIONS D'AMÉNAGEMENT

(campagne 2013 à 2017)





RAPPORT

Janvier 2018

Philippe SERANTONI

Table des matières

Introduction....1
Campagnes de mesure....1
Analyse des Cartes des différentes campagnes....2
Fonctionnement du débouché de L'Argens....11
Constats....12
Définition des zones les plus fragiles....13
Méthodes de protection....17
Les rechargements....17
Les Enrochements....17
Un système de drain sous la plage Ecoplage....19
Implantation en France....19
Des digues sous marines en géotextiles....20
Le procédé STABIPLAGE....21
Géotubes et Géosacs....22
Les possibles pour les plages de Fréjus....25

Introduction

Eol-mer intervient depuis avril 2013 sur le littoral de Fréjus pour mesurer les modifications que les plages subissent lors du cycle des saisons et lors d'évènements tempétueux particulièrement violents. Ainsi des mesures furent réalisées sur les plages et en mer selon un protocole qui permet de mettre en évidence les évolutions de chaque plage de la commune. De ces analyses, des cartes thématiques furent éditées afin de discuter et mettre en évidence des zones plus sensibles, plus fragiles. Le but de la mise en place de ce suivi est de pouvoir, en fin d'étude, définir des sites prioritaires à protéger, et orienter la ville de Fréjus vers les techniques de préservation et/ou d'entretien les plus adaptées.

Le présent document présente une synthèse des analyses réalisées, la définition des sites prioritaires, l'explication du fonctionnement morphosédimentaire de ces secteurs, leurs fragilités et propose, après une présentation des différentes méthodes de protection, des pistes d'aménagement. Il s'agit simplement de mettre en parallèle des techniques proposées avec des lieux et vérifier s'il est possible d'utiliser ces procédés. Le rapport présente aussi des estimations des coûts des différentes techniques. Les données techniques sont données par les sociétés qui les mettent en œuvre.

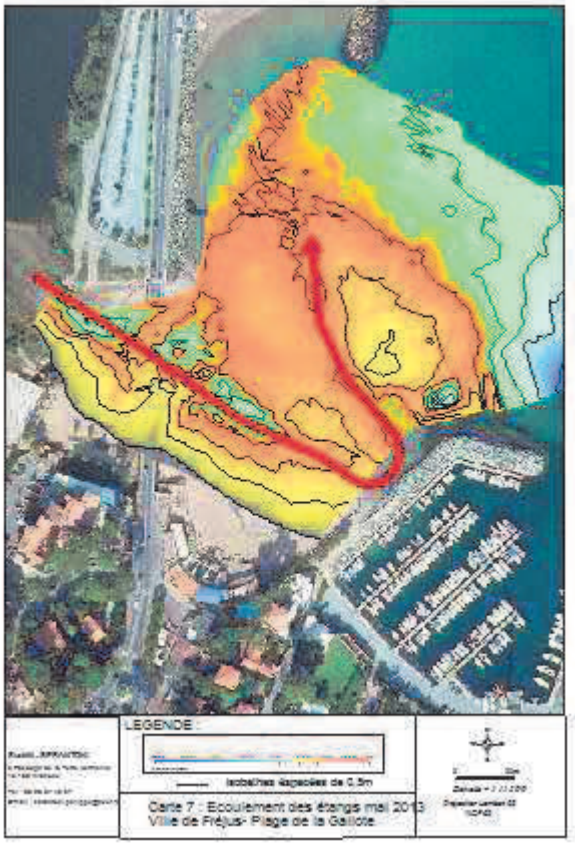
Campagnes de mesure.

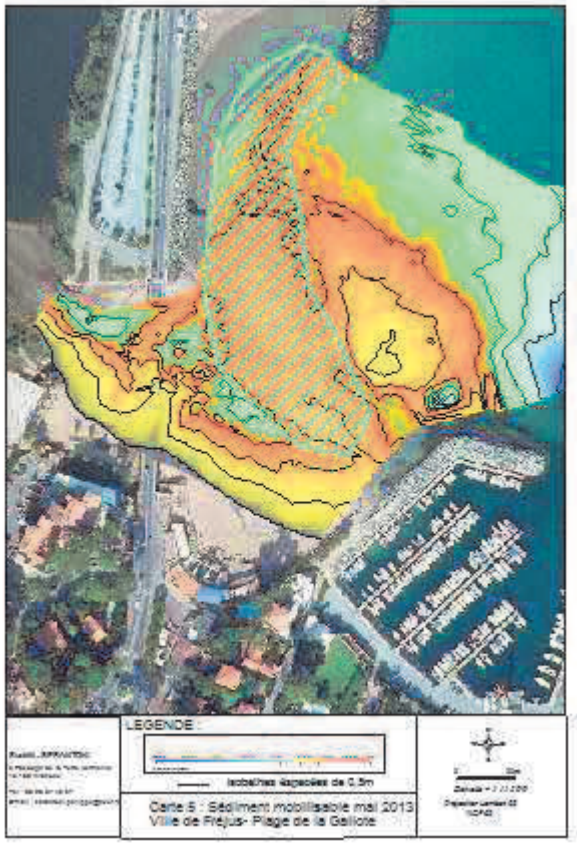
Plusieurs campagnes de mesure furent conduites sur le littoral fréjussien :

En 2013 spécifiquement sur la plage de la Galiote qui avait subi de fortes tempêtes et se trouvait en forte érosion.
En décembre 2014 sur toutes les plages de la commune.
En mars 2015 sur toutes les plages de la commune.
En juin 2015 sur toutes les plages de la commune.
En octobre 2015 sur toutes les plages de la commune.
En juillet 2016 sur toutes les plages de la commune.
En décembre 2016 sur toutes les plages de la commune.
En juillet 2017 sur toutes les plages de la commune.

Ces campagnes de mesure ont permis d'établir des cartes bathymétriques des fonds du littoral de Fréjus afin de les comparer et de mettre en évidence les déplacements sédimentaires. En parallèle de ces mesures marines un suivi de la partie aérienne fut également mis en place. Il s'agissait de comparer des profils de plage pour visualiser le comportement des ces sites au cours de l'année.

Analyse des Cartes des différentes campagnes

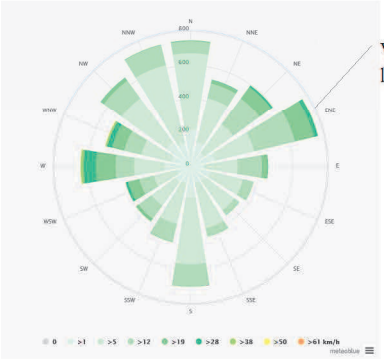




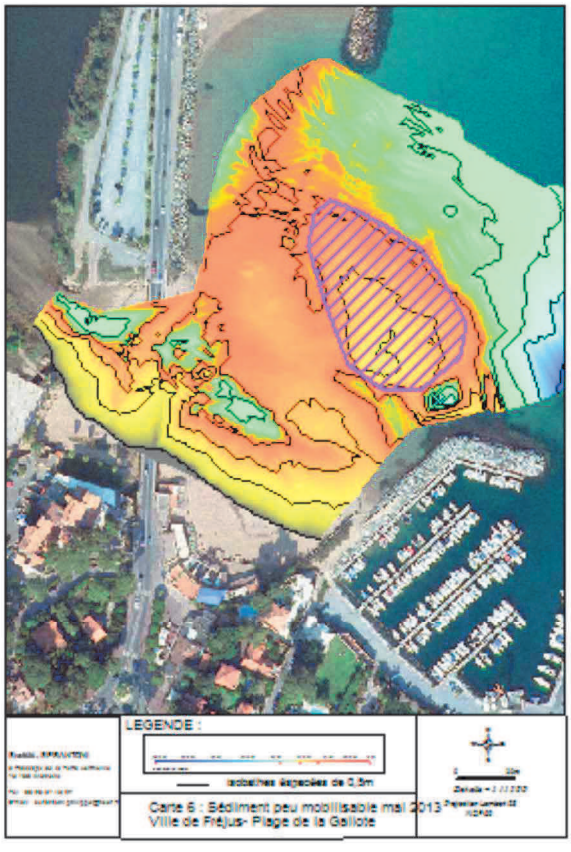
<u>Campagne de mesure avril 2013 sur la plage de la Galiote :</u>

Cette campagne de mesure montre que l'écoulement des eaux des étangs de Villepey forme un chenal qui va gêner la remontée du sable en période estivale. Ainsi, seul le sédiment le plus proche de la côte sera mobilisable et seulement en période de faible écoulement des étangs.

De plus, cette plage est particulièrement exposée aux vents de tempêtes d'Est et Nord-Est, qui sont fortes à très fortes.

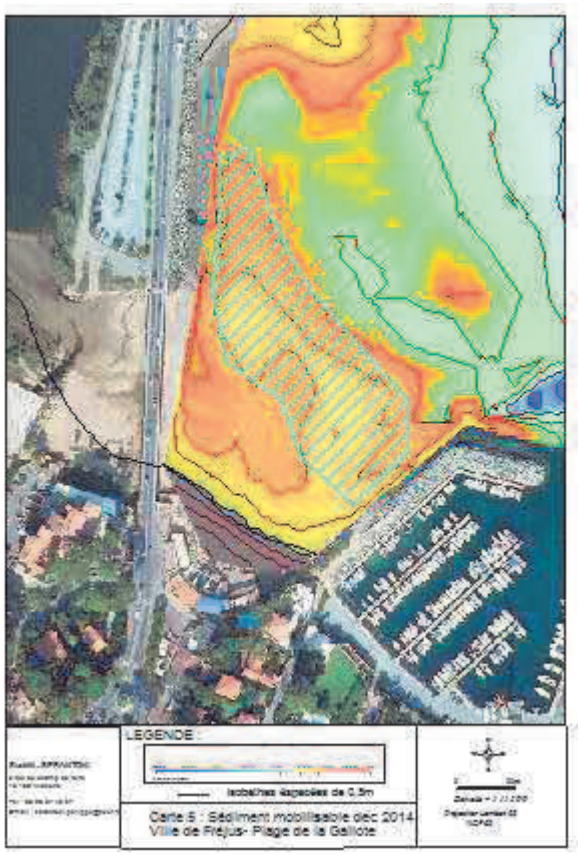


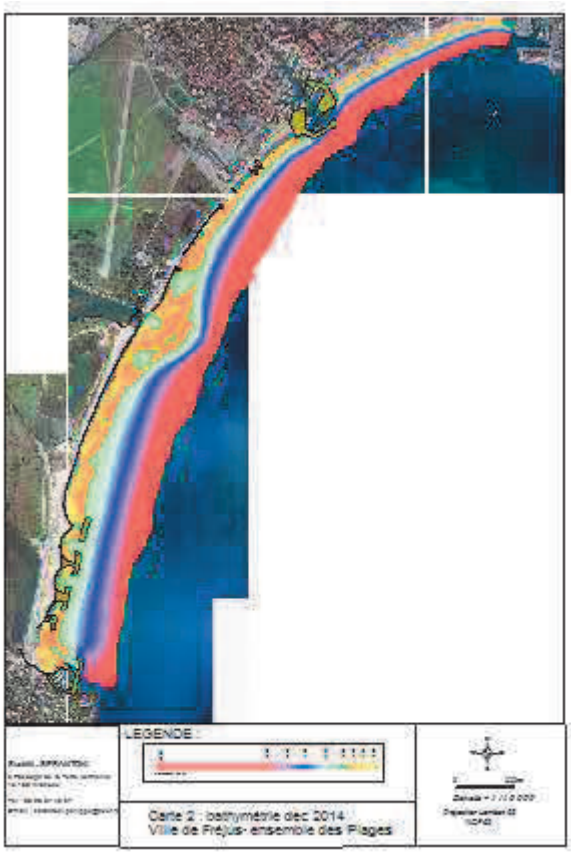
Vents forts et très destructeurs pour la plage de la galiote



Campagne de mesure décembre 2014 sur la plage de la Galiote :

Cette campagne de mesure confirme la présence du chenal d'écoulement des eaux des étangs et la présence d'un petit stock de sable faiblement mobilisable. Cependant il ne faut pas négliger l'importance de ce petit banc de sable qui joue un rôle d'atténuateur de houle et qui protège ainsi la plage encore soumise à cette période de l'année à de fortes tempêtes d'Est.





Campagne de mesure décembre 2014 sur l'ensemble du littoral de Fréjus :

Cette campagne de mesure est la première de la mise en place du suivi des plages. Elle constitue le point de référence pour les analyses d'évolution.

Dès cette première bathymétrie plusieurs points sont remarquables.

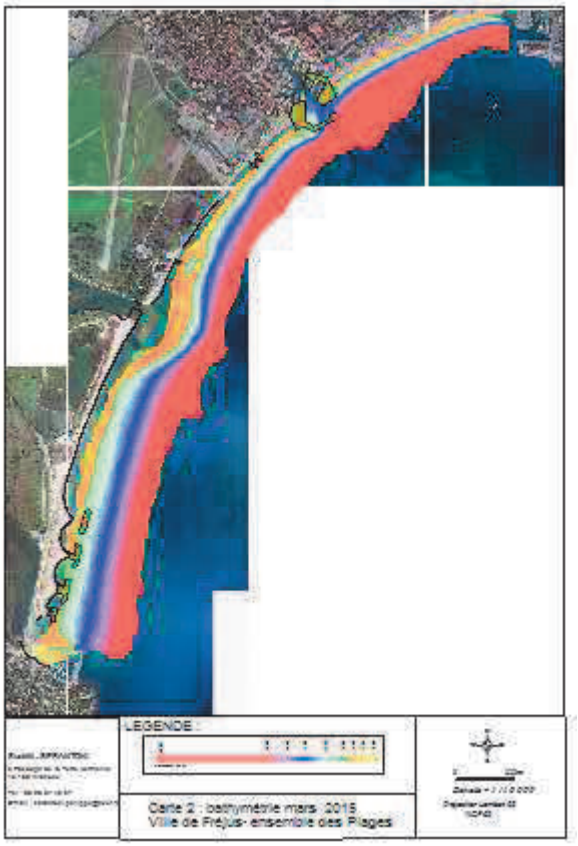
L'embouchure de l'Argens présente un stock de sable très important, avec cependant, devant la villa "du Pacha" un creux très marqué. Il s'agit d'un chenal d'écoulement des eaux par temps calme.

Au Sud de l'Argens, les fonds descendent lentement, signe, à priori, d'une bonne capacité de résistance, de cicatrisation de la plage face aux tempêtes.

Le régime des vents sur cette portion plaide pour un transit sédimentaire principalement Nord-Sud.

Au nord de l'Argens les plages sont plus réduites et l'apport sédimentaire de l'Argens moins important. Cela est vrai pour la plage devant la base nature et pour la plage de Fréjus ville. Devant ces portions littorales, les fonds marins sont plus pentus, rendant ces plages plus sensibles aux vents de tempêtes de Sud et d'Est.

Campagne de mesure mars 2015 sur l'ensemble du littoral de Fréjus :



Cette seconde série de mesures permet de visualiser le fonctionnement des plages en hiver. Le déplacement du sable est classique, dans le sens où les vents d'hiver plus violents et venant de la mer, prélèvent le sable des plages pour le redéposer un peu plus au large. Le volume déposé au droit de l'Argens fait penser que le fleuve apporte aussi une belle quantité de matériel.

Au sud de l'Argens le stock déposé devant les plages et surtout devant les digues en mer confirme un déplacement Nord-Sud à partir du stock de l'Argens. En effet, le sédiment prélevé sur les plages ne suffit pas à la mise en place de ces barres d'avant plage.

Au nord de l'Argens, l'impact du stock de l'embouchure de ce dernier est moins important, les plages fonctionnent de façon plus autonome même si quelques coups de mer de Sud peuvent faire aussi remonter du sable. Ici, les houles d'Est qui s'enroulent par diffraction sur la pointe rocheuse de St Raphaël, déplacent aussi le sable vers le Nord; c'est particulièrement visible, devant le port, où une quantité non négligeable de sable transite.

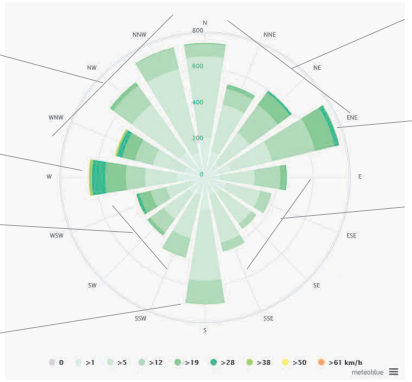
La plage de la base Nature est particulièrement sensible au coup de mer d'Est et de Sud. La plage est ici réduite, pentue et les fonds marins descendent rapidement.

Ces vents font remonter le sable des barres d'avant plage, plutôt en direction du Nord

Ce vent permet la cicatrisation de la portion directement au Sud de l'Argens

Ces vents sont peu morphogènes, il peuvent cependant aider à la restauration de la plage de la Galiote

Ce régime est très destructeur pour les plages et efficace pour remonter le sable vers le Nord



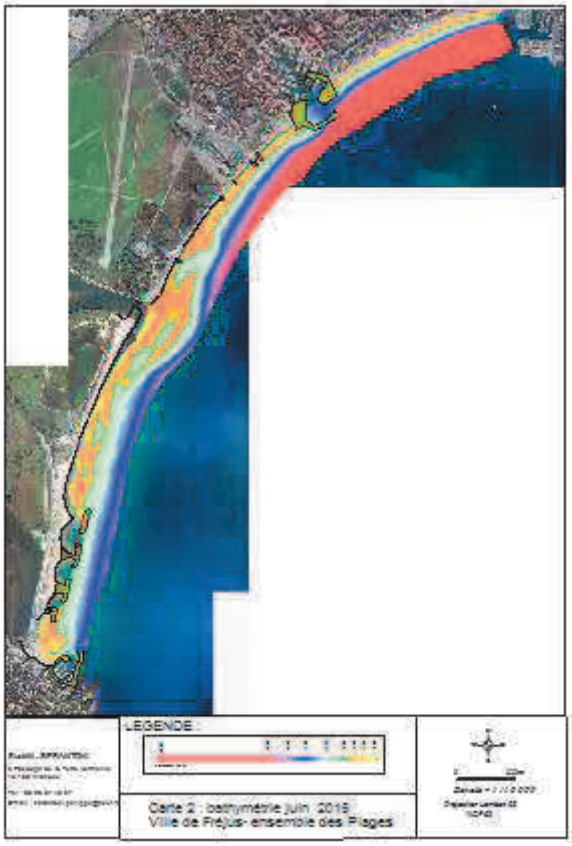
Ces vents sont efficaces pour déplacer le sable de l'Argens vers le Sud, et vers le Nord pour la plage de Fréjus ville.

Ce vent est destructeur pour les plages

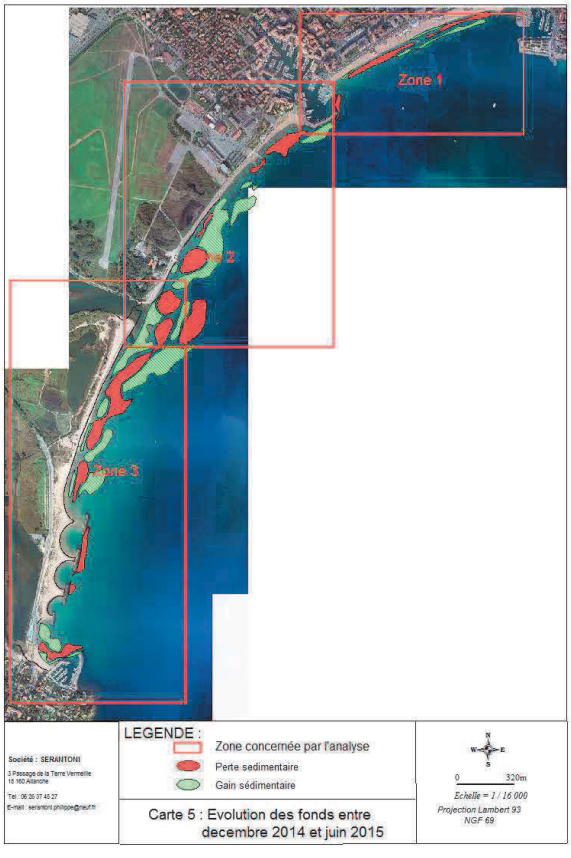
Ces vents sont peu morphogènes, mais participent au déplacement vers le Nord du sable de l'estran. Ils sont peu efficaces sur les barre d'avant plage.

Impacts des régimes de vents sur les plages de Fréjus.

Campagne de mesure juin 2015 sur l'ensemble du littoral de Fréjus :



Cette campagne de mesure montre les évolutions des plages de Fréjus entre mars 2015 et juin 2015. C'est à dire, ce qu'il se passe au printemps, et plus globalement, ce qu'il s'est passé depuis décembre jusqu'au mois de juin. L'analyse de cette période peut nous donner une idée de ce qu'il s'est passé en fin d'hiver et au début du printemps.

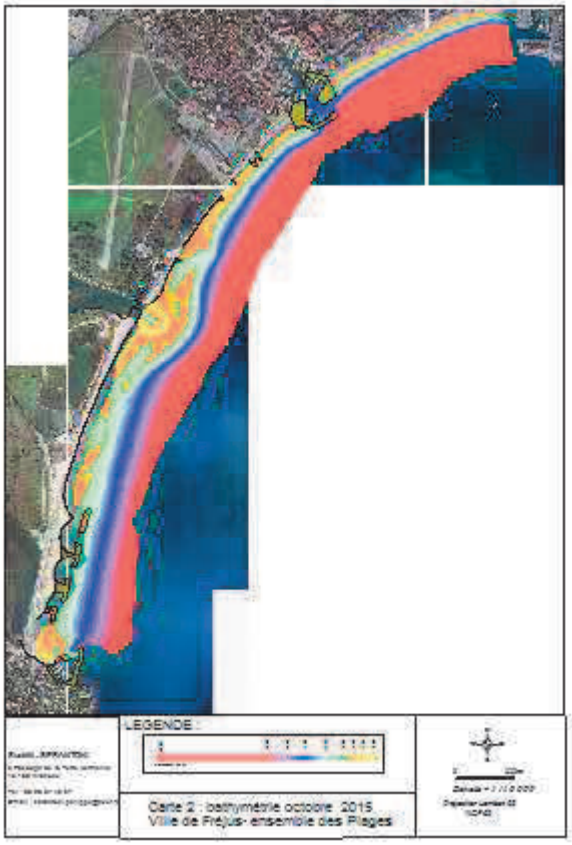


On avait mis en évidence, précédemment, que les tempêtes d'automne avaient prélevé du sable sur les plages pour le déposer en mer. On constate en juin que ce phénomène existe encore mais les quantités sont plus faibles. Le régime des vents de ce début d'année 2015 a été plus clément que celui des mois d'octobre à décembre.

La campagne de mars montre plus précisément que la perte de sable des plages concerne le premier trimestre de l'année. En effet, entre mars 2015 et juin 2015 la tendance s'inverse. Le sable est prélevé sur les barres d'avant plage qui s'étaient constituées en hiver pour remonter vers l'Estran et reconstituer les plages. Ce phénomène s'explique par des régimes de vent de terre qui, repoussant l'eau de surface vers le large, créent une sorte de tapis roulant pour le sable, en direction de la plage.

Cependant, ce processus de cicatrisation est plus lent. Une plage peut perdre plusieurs mètres de largeur en quelques heures de tempête ; il faudra des semaines de temps calme pour cicatriser cette même portion.

Campagne de mesure Octobre 2015 sur l'ensemble du littoral de Fréjus :

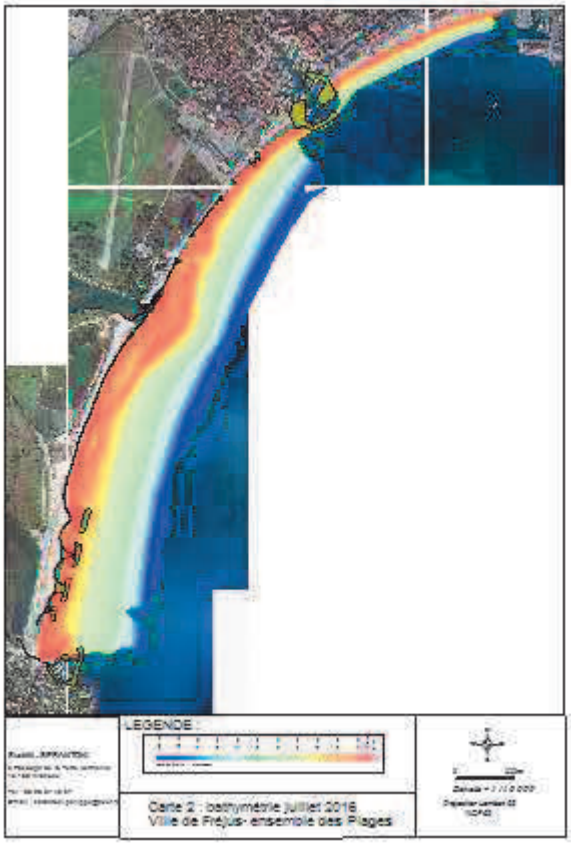


La quatrième campagne permet de boucler une année presque complète. On revient aux tempêtes d'hiver. Les plages avait cicatrisé plus ou moins au printemps, puis, de nouveau, les vents d'automne reviennent mettre à mal les plages. La question importante est de savoir si les plages récupèrent suffisamment aux printemps pour encaisser ces nouvelles dégradations, ou bien, si, petit à petit, elles s'érodent. L'analyse de l'évolution des fonds marins depuis juin 2015 jusqu'à octobre 2015 montre peu de mouvement. Il existe encore un prélèvement de sable sur les barres d'avant plage, signe que la cicatrisation perdure tout l'été. En fait, c'est le cas, dès qu'un régime de vent de terre est établi. Il faut noter que l'Argens, lui aussi, continu d'apporter des sédiments.

La comparaison entre octobre 2015 et décembre 2014 ne permet pas de conclure à un retour à une situation d'équilibre sur toutes les plages. Si les apports et les pertes semblent s'équilibrer autour de l'embouchure de l'Argens et au droits des digues en mer, il n'en est pas de même pour les plages au Nord de l'Argens. Il est visible que la plage devant la base nature et celle située entre les ports de Fréjus et St Raphaël montrent un déficit sur l'année. Les pertes sédimentaires ne sont pas compensées par un dépôt à proximité. Ce n'est plus un simple déplacement du sable, mais une perte de sable.

Ce bilan ne porte que sur une année, il convient maintenant de vérifier s'il ne s'agit que d'un épiphénomène ou bien d'une tendance générale pour ces plages.

Campagne de mesure juillet 2016 sur l'ensemble du littoral de Fréjus :

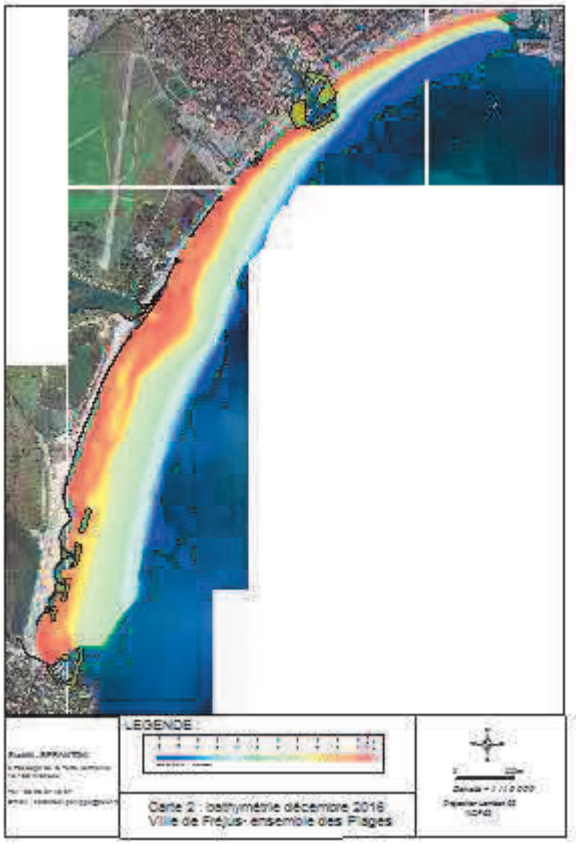


Les campagnes de mesure de l'été 2016 et octobre 2015 témoignent presque d'un bilan équilibré. Les fonds marins se modifient sans cesse, les mesures ne permettent de comparer que des états transitoires. Il faut interpoler les phénomènes intermédiaires. Depuis octobre 2015, les événements tempétueux ont, de nouveau, dégradé les plages et constitué des stocks en mer. Puis, les régimes de vent de terre du printemps sont venus cicatriser les plages. On peut penser qu'en octobre 2015, avant les tempêtes hivernales, les plages se trouvaient dans une phase optimale. On connaît aussi le processus de dégradation et de cicatrisation qui se déroule depuis l'automne jusqu'à la fin du printemps.

Cette compagne de juillet peut donc nous indiquer si les plages ont réussi à cicatriser complètement, revenir à l'état de juin 2015. Les barres d'avant plage ont encore perdu du sable; on peut penser que la remontée du sable vers l'estran fut efficace cette année-là. Cette analyse est corroborée par les profils de plage réalisés concomitamment. Les plages en juillet 2016 sont plus larges qu'à la fin juin 2015.

Il existe donc une capacité de cicatrisation importante des plages ; mais il faut qu'il existe un stock, sur les barres d'avant plage, suffisant. La dynamique de l'Argens permet cela. La question se pose pour les plages aux extrémités Sud et Nord de la baie.

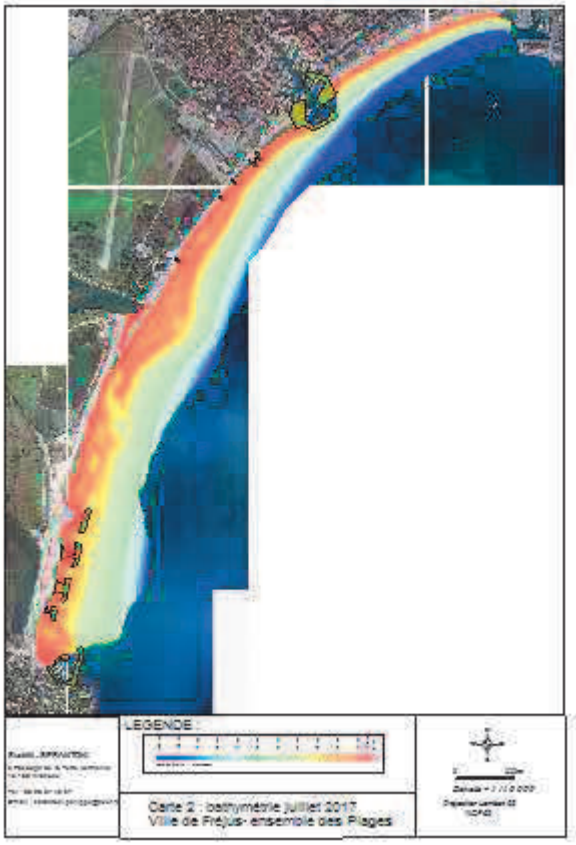
Campagne de mesure décembre 2016 sur l'ensemble du littoral de Fréjus :



Les mesures bathymétriques de décembre 2016 confirment le fonctionnement général des plages de Fréjus. Le sable est prélevé lors des tempêtes d'hiver pour venir se déposer sur des barres d'avant plage à environ -3m de profondeur. Ce phénomène est vrai pour toutes les plages de la commune. Avec une moindre efficacité pour la partie Est de la plage du centre ville; les tempêtes d'hiver furent clémentes pour ce secteur. Le souci qui se pose, pour cette zone, est la faible largeur de la zone d'avant plage active.

La carte ci-contre montre, sur 2 ans, l'évolution des fonds marins. Une fois encore, l'analyse montre que le secteur, situé entre le port de Fréjus et les digues en mer, est pratiquement à l'équilibre. En revanche, ce traitement des données confirme que la plage du centre ville est en érosion. La zone des digues en mer montre peu de modification à cette échelle. La plage de la base nature présente un équilibre fragile sur une bande active étroite.

Campagne de mesure juillet 2017 sur l'ensemble du littoral de Fréjus :



Pour la zone qui se situe à l'Est de Port Fréjus le fonctionnement est classique. La période printanière est un temps de retour du sable à la plage. C'est ce que l'on constate du port de Fréjus jusqu'aux digues en mer. La bande sédimentaire active est, ici, large et permet une assez bonne tenue de ces plages. La cicatrisation des coups de mer hivernaux est possible naturellement. Pour la plage en ville, c'est moins évident, il existe bien une perte de sédiment sur la barre d'avant plage, mais la disponibilité est faible, rendant la cicatrisation incomplète. Cette portion reste donc clairement déficitaire.

La comparaison de juillet 2017 à juillet 2016 est rassurante pour la zone qui s'étend de la plage de la base nature jusqu'aux digues en mer. Les pertes et les gains sur un an s'équilibrent assez bien. Devant l'Argens, il est clair qu'une partie du sédiment doit se perdre au large. C'est un sable précieux qui se perd chaque année sans participer au maintien des plages.

Le bilan est déficitaire pour la plage en ville. L'étroitesse de la bande sédimentologique active ne permet pas le maintien des stocks. Cette plage ne peut pas se maintenir seule.

Pour la plage de la base nature c'est l'étroitesse de la partie aérienne qui est problématique. Il y a bien du sable qui transite devant cette portion littorale, mais il n'est pas suffisamment capté, laissant l'avantage aux coups de mer.

Campagne de mesure juillet 2017 sur la plage de la Galiote :

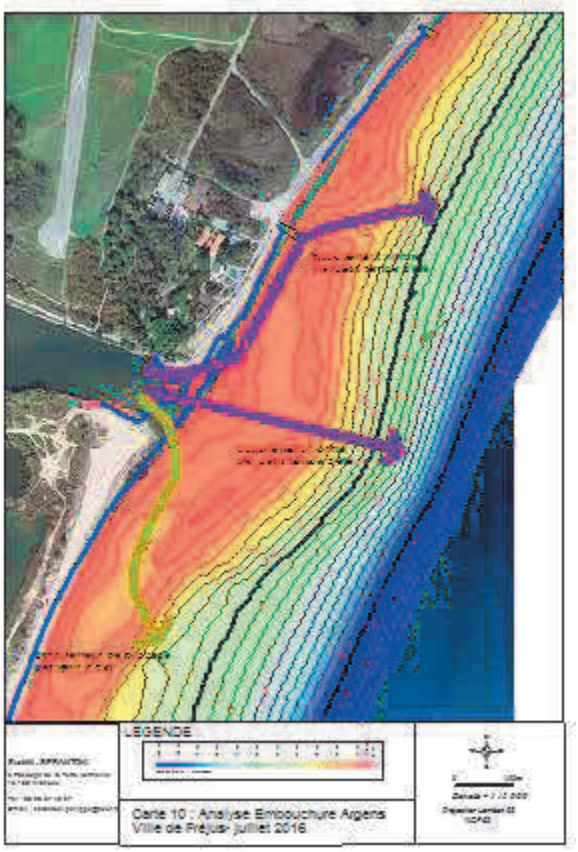
La plage de la Galiote est sous l'influence de l'écoulement des eaux des étangs de Villepey. Les mesures de mars 2013 et décembre 2014 montraient la présence d'un chenal d'écoulement des eaux qui passe devant la plage, puis est dévié par le port et se dirige vers la première digue et libère enfin son flux en mer sur des fonds d'environ -2 à -3m. Cette circulation d'eau douce devant la plage perturbe les mouvements sédimentaires perpendiculaires à la plage. Ici, il n'existe pas de possibilité de de

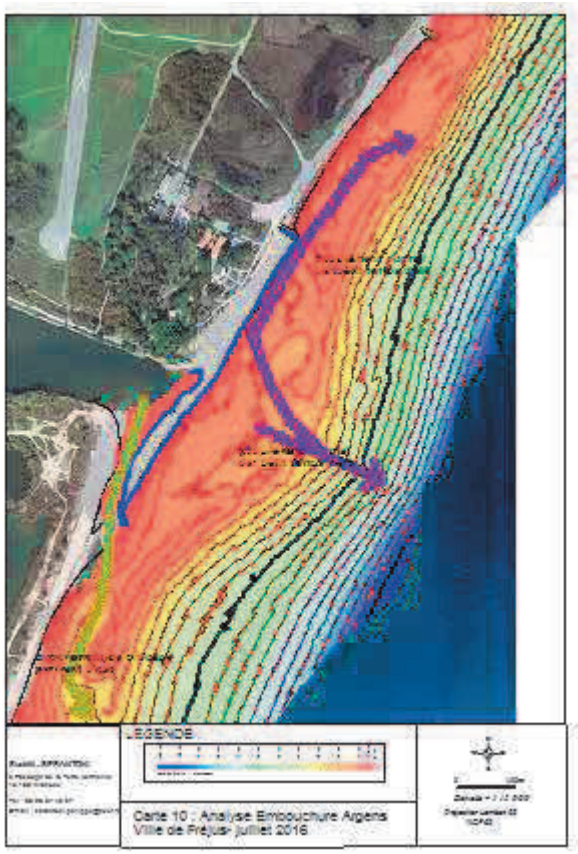
transport de sable le long de la plage. Le port et la digue en mer ferment cette portion littorale. Donc la plage ne fonctionne que dans un seul axe, coupé par la sortie des étangs.

En mer, il se constitue deux barres d'avant plage délimitées par le chenal d'écoulement des eaux. Il est donc difficile pour le sédiment de traverser ce flux pour remonter à la plage.

Le sable est entraîné par le flux de sortie des étangs vers le large, les tempêtes d'Est particulièrement efficaces prélèvent aussi du sédiment. C'est donc un bilan sédimentaire plutôt déficitaire qui s'exprime ici au niveau de la plage. Les étangs ne compensent pas cette perte. Les cartes de juillet 2017, comparées aux campagnes précédentes, montrent, qu'un peu plus au large, le bilan semble plus équilibré. C'est vraiment dans la zone immédiate de la plage que réside le problème.

Fonctionnement du débouché de L'Argens





L'Argens, nonobstant ces crues dévastatrices en terre lors de forts événement pluvieux, est un fleuve précieux pour la commune pour le maintien des plages. Il faut distinguer des régimes différents : l'écoulement hivernal normal, l'écoulement lors des tempêtes, l'écoulement estival. Ces différents modes d'écoulement induisent chacun des apports et des pertes sédimentaires qui expliquent une bonne partie du comportement des plages. Il est aussi important de discerner les zones qui sont sous cette influence de celles qui n'en bénéficient pas ou plus.

L'écoulement hivernal modal ; le débit est important mais pas destructeur, une grande quantité de sédiment est amenée à l'embouchure. La puissance du débit maintient une ouverture assez large et le sable se dépose jusqu'à environ 200m du rivage. Les dépôts plus au large se font sur une pente et une profondeur qui ne permettent pas de remobiliser ce sédiment au printemps ; ce sable est perdu pour la cicatrisation des plages. Une grande quantité de sable est ainsi stockée en hiver au droit du débouché de l'Argens.

L'écoulement hivernal de tempête ; le débit, et par conséquence les apports, sont importants si l'événement tempétueux est accompagné de pluies. Les tempêtes les plus morphogènes sont de secteurs Est et Sud. Le premier effet de ces régimes venteux est de provoquer de fortes vagues qui vont dégrader les plages. Au niveau de l'Argens, ces vagues vont bloquer l'écoulement du fleuve ; le sédiment ne peut plus avancer en mer, il se dépose à une distance moindre. S'il s'agit d'un vent d'Est, la sable est, en plus, déplacé vers le Sud. S'il s'agit de vent de Sud, le sable est déplacé vers le Nord. Si le débit du fleuve est très important, la partie du stock sédimentaire le plus au large est chassée vers les plus grands fonds et est ainsi définitivement perdue.

Le paradoxe des tempêtes hivernales est qu'elles détruisent les plages d'un côté mais qu'elles placent le stock de sédiment de l'Argens en des positions favorables pour la cicatrisation printanière. Comme les vents d'Est sont prédominants sur les vents de Sud, le bilan final des déplacement est en faveur d'un transit vers le Sud. En conséquence de quoi, les plages au Nord de l'Argens bénéficient moins des apports du fleuve et cela est d'autant plus vrai qu'elles en sont éloignées. Le port représente aussi un obstacle qui bénéficie à la plage immédiatement à l'Est ; il est notable un ensablement à l'angle Est de la digue portuaire et de la plage. Le port gène les apports de sable à la partie Est de la plage en ville.

L'écoulement estival modal : Dès que les tempêtes hivernales cessent, dès que les pluies se raréfient, le fleuve diminue son débit et un bouchon sableux se forme. Il se crée alors un petit chenal d'écoulement des eaux fluviales. Les vents sont à cette période plutôt de terre et favorisent donc la remontée du sédiment vers la plage. Si les vent dominants sont de Nord-Est (les plus fréquents), le chenal se forme du côté Fréjus de l'embouchure, et l'écoulement se fait devant ou du moins en direction de la Villa de Pacha. Ce phénomène génère un courant qui gène le retour du sable à la plage et creuse un sillon devant la plage jusqu'à la petite digue perpendiculaire à la plage. Si ce régime reste en place tout l'été, la plage de la villa du Pacha se trouve en déséquilibre sédimentaire et en fragilité face aux coups de mer de l'Automne.

En juillet 2017, le régime des vents fut différent et le bouchon sableux à contraint le fleuve à s'écouler du côté Galiote. L'effet est visible, le sillon ne se forme pas devant la plage de la villa du Pacha et la plage est moins fragile car la cicatrisation fut importante.

Constats

Le suivi des plages en mer, et à terre, a permis de mettre en évidence un certain nombre d'éléments à prendre en compte pour comprendre l'évolution des plages et envisager des politiques d'entretien, de rénovation ou de protection. Certains de ces éléments paraissent des évidences, mais d'autres sont plus ténus dans leur expression mais très importants dans le fonctionnement sédimentaire des plages de Fréjus.

- L'Argens apporte un volume conséquent chaque année, mais la possibilité de stockage au droit du fleuve est limitée : un volume important est perdu chaque année vers le large. Il serait possible de ne pas perdre ce matériel par des pompages préventifs.
- Les vents de tempêtes d'Est dégradent les plages (surtout au Sud du port de Fréjus), mais redistribuent le sédiment apporté par l'Argens en direction du Sud favorisant la cicatrisation printanière. Ces vents sont particulièrement dévastateurs pour la plage de la Galiote.
- Les vents de tempête de Sud dégradent les plages en quelques heures mais préparent la cicatrisation des plages qui se situent entre l'Argens et le port de Fréjus. Ces vent font remonter le sable qui se trouvait devant les digues en mer et la plage de la Galiote, diminuant la capacité de cicatrisation de ce secteur le plus au Sud. Ils ne sont cependant pas suffisant pour provoquer un transit vers le Nord qui permettrait la constitution d'un stock

d'avant plage protégeant efficacement la plage du centre ville. Les plages de la base nature jusqu'au port de St Raphaël sont particulièrement sensibles à ces coups de mer.

- Les vents d'été qui favorisent généralement la cicatrisation des plages provoquent l'érosion de la plage de la plage de la villa du Pacha (pas tous les étés, mais le plus fréquemment).
- La zone centrale des plages de la commune est globalement équilibrée, du point de vue du bilan sédimentaire ; l'Argens compense les pertes.
- Le Sud de la zone (Galiote et digue en mer) ne conserve pas le sable qu'elle gagne par les apports des étangs.
- Le Nord des plages (plage en ville) est en déficit sédimentaire. La bande sédimentologique active est très étroite et ne permet pas la mise en place d'un bilan sédimentaire équilibré.

Définition des zones les plus fragiles

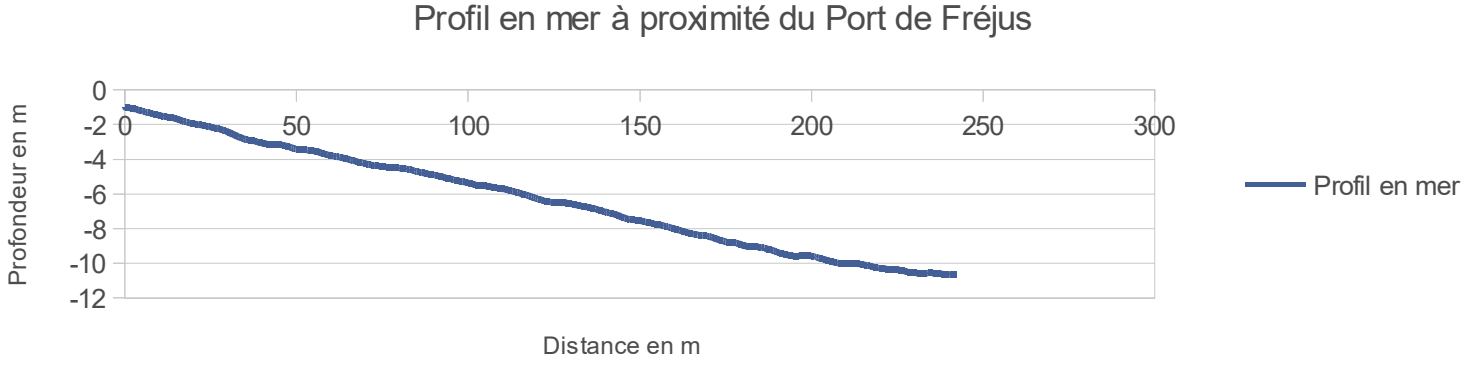
Il n'est nul besoin de l'analyse des plages pour confirmer ce que les fréjussiens savent déjà, à savoir que les plages les plus fragiles sont en partant du Nord : la partie Est de la plage en ville, la plage de la base nature, la plage de la villa du Pacha et la plage de la galiote.

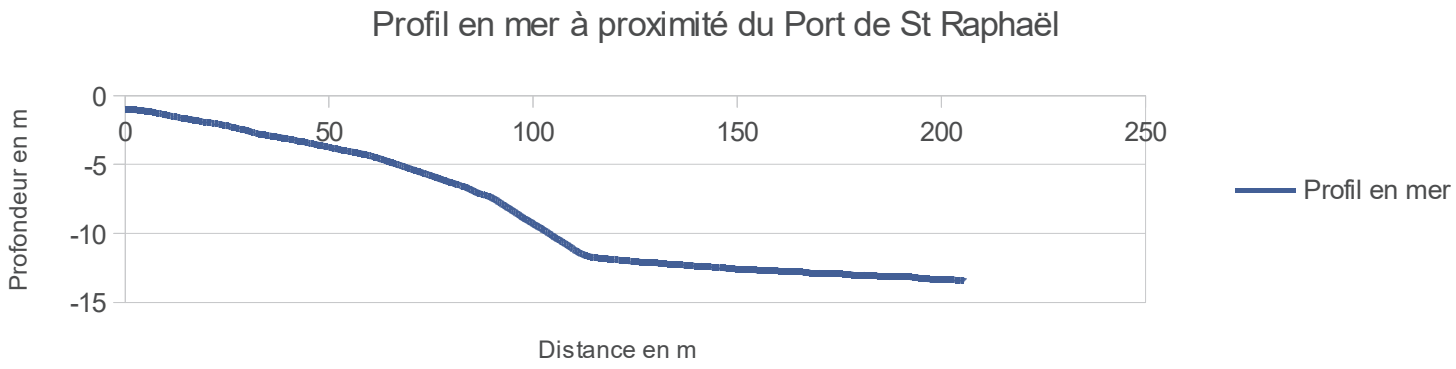
En revanche, l'analyse du suivi des plages donne un éclairage sur les raisons de cette fragilité. Elles ne sont pas les mêmes pour chacun de ces secteurs. Les choix qui s'offrent pour l'entretien, la rénovation ou la protection seront dictés par les facteurs de faiblesse.

La plage en ville :

Cette plage est sectorisée par deux digues perpendiculaires au littoral en trois portions. La partie Ouest de la plage est étroite et pentue, alors que la partie Est est large avec une faible déclivité. Il existe aussi un décalage du trait de côte au niveau des deux épis ; le sable s'accumule plutôt sur la face Ouest et marque un déficit sur la face Est. Ces constatations indiquent un déplacement sédimentaire global d'Ouest en Est.

Cette plage de Fréjus est protégée des vents d'Est par l'avancée en mer de St Raphaël, les vents d'Est n'atteignent pas la plage directement mais doivent contourner la pointe rocheuse et perdent ainsi beaucoup de leur énergie. En revanche, elle est directement exposée aux vents de Sud et Sud-Est, certes moins fréquents que les vents d'Est, mais beaucoup plus efficaces pour modeler cette partie du littoral. Ces vents sont responsables de la forme de cette plage.





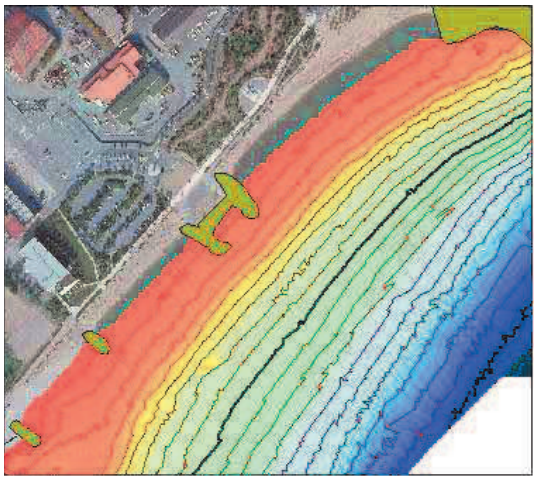
La pente des fonds marins à proximité du port de Fréjus est régulière pour atteindre -10m à 250m du rivage. Le profil en mer à proximité du port de St Raphaël est convexe et atteint les -10m à 100m du rivage.

En définitive, la portion Est de la plage est nourrie par du sable qui provient de l'Ouest et certainement aussi par une petite quantité de sable charriée par le cours d'eau à proximité du port. La plage est donc large et présente une faible pente, gage d'une bonne stabilité. Cependant, l'exutoire joue un rôle dans la forme convexe de la plage, les fortes pluies créent un effet de chasse qui abrase les fonds marins et crée ce profil qui est sensible aux coups de mer. La plage aérienne du côté de St-Raphaël est donc plutôt stable avec des apports sédimentaires réguliers mais il existe une fragilité marine face aux tempêtes. Les vagues de tempête ne sont freinées par le fond, qu'à 50m du rivage, donc avec une forte énergie.

La portion Ouest présente un aspect quasiment inverse ; la plage est étroite et pentue, signe de fragilité face aux coups de mer. Le sable part de cette zone pour migrer vers l'Est. Donc ce secteur Ouest est plutôt fragile. Cependant le profil en mer est régulier, signe d'apports sédimentaires qui compensent ces pertes. Le sable qui compense cette érosion est du sable qui contourne le port en provenance de la plage de la base Nature. Le risque pour cette portion de plage réside surtout dans l'occurrence des coups de mer qui viennent directement dégrader la plage. C'est le secteur le plus fragile sur lequel une réflexion d'entretien ou de protection doit être menée.

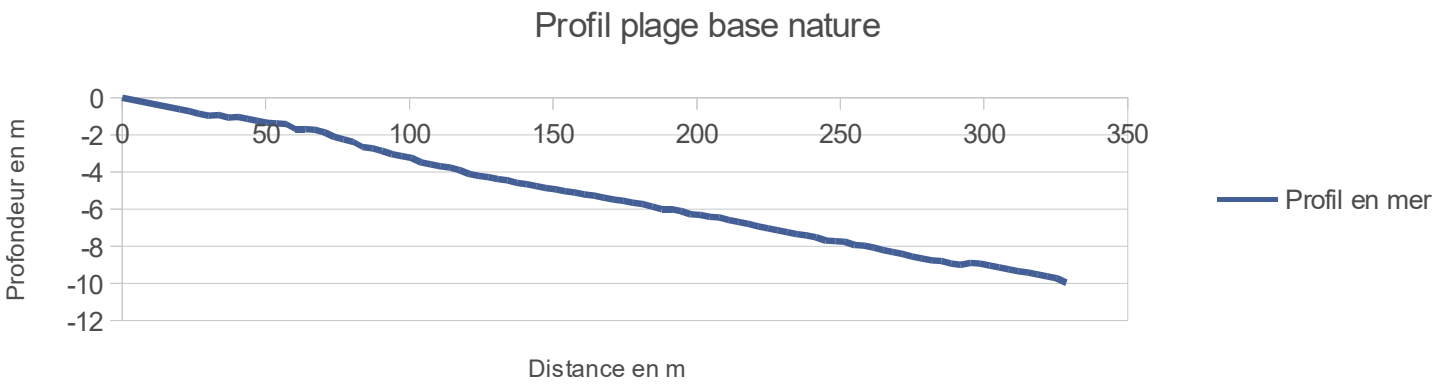
Les mesures des campagnes décembre 2016 et de juillet 2017 montrent que les fonds marins ont perdu du sable sur toute la longueur de la plage. Les apports sédimentaires du cours d'eau à proximité du port de St Raphaël et ceux qui contournent le port de Fréjus ne compensent pas les pertes. Il s'agit d'une migration du sable vers des profondeurs plus grandes, aux environs des -10m. Ce sable-là ne sera plus mobilisable, il est trop profond pour remonter à la plage.

<u>La plage de la base nature</u> :

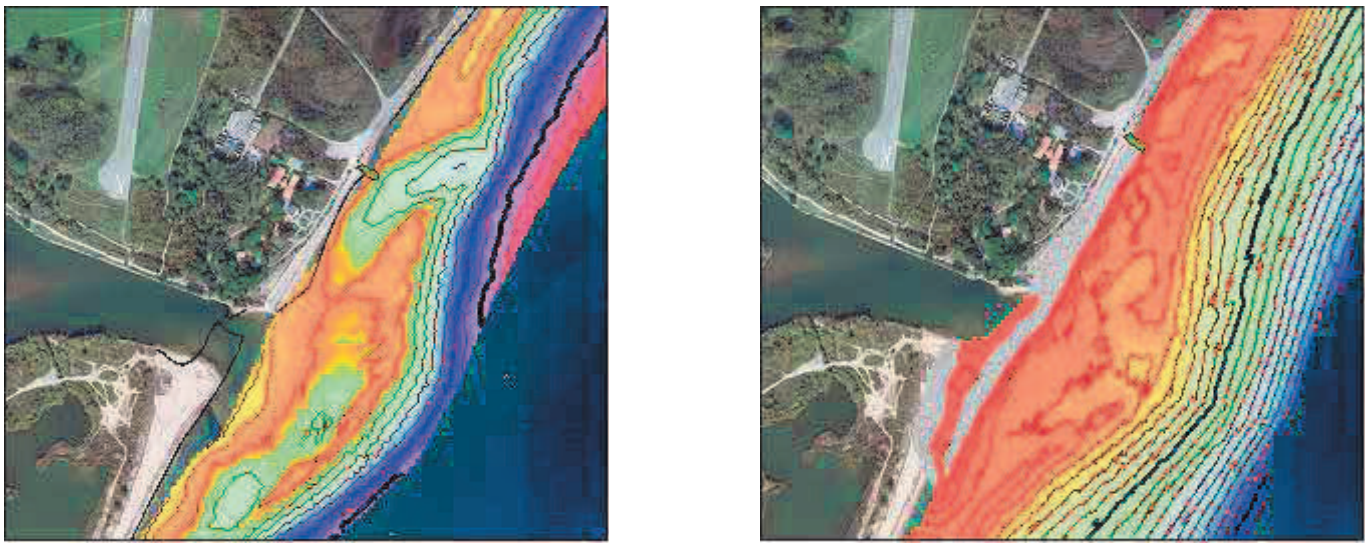


Cette portion du littoral est sensible à tous les vents marins, et donc, à tous les coups de mer, qu'ils soient d'Est, de Sud ou de Sud-Ouest. Ces vents marins sont extrêmement morphogènes, c'est à dire qu'ils sont très efficaces pour modeler la plage. Les houles générées par les vents d'Est sont frontales, elles prélèvent le sable et le redépose un peu plus au large, au droit de la plage, il n'y a pratiquement pas de décalage vers l'Ouest. Les houles de Sud et Sud-Ouest présentent une incidence au rivage qui déplace le sable vers le port. Toutefois, l'Argens fournit suffisamment de sédiment pour que la partie

marine de cette portion soit stable et régulière. Les Isobathes (courbes de niveau sous-marine) parallèles et régulières en attestent (cf. profil en mer ci-dessous). C'est donc un secteur relativement stable, mais qui présente une sensibilité forte de la partie émergée. Il est possible d'envisager une protection de la plage par atténuation de l'impact des houles ou par une augmentation du captage du sable sur la plage. Les vagues de tempête commencent à être freinées à 100m de la plage, ce qui est plutôt positif.



La plage de la villa du Pacha :

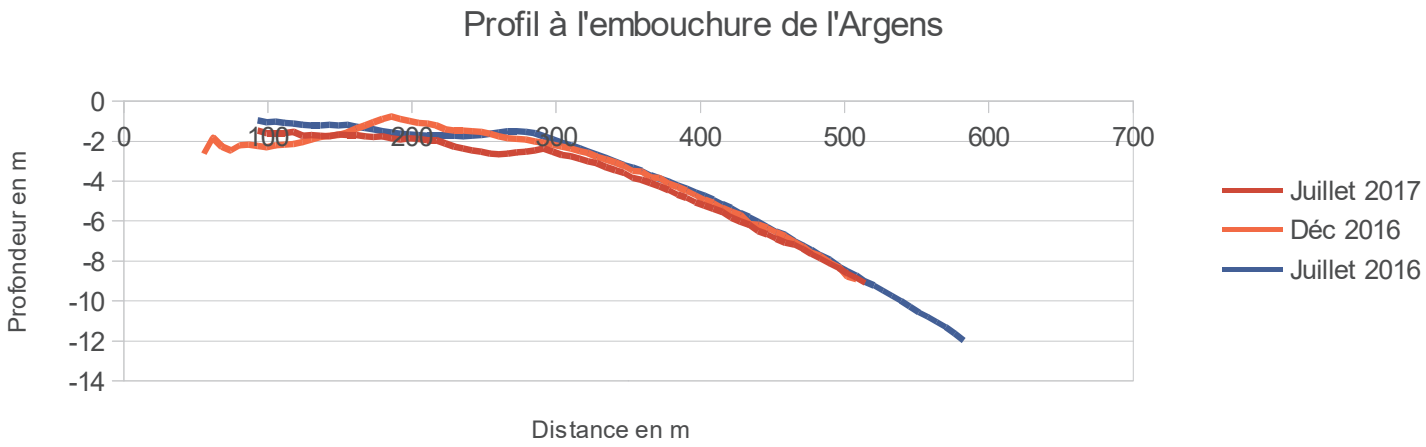


Embouchure de l'Argens et plage de la Villa du Pacha en juin 2015 et juillet 2017.

Les deux cartes ci-dessus montrent l'impact de l'écoulement estival au niveau de la plage de la villa du Pacha. En été 2015, l'embouchure de l'Argens laisse les eaux du fleuve s'écouler du coté Nord parallèlement à la plage en direction du Nord. Il est visible sur l'image de gauche que l'eau douce de l'Argens creuse un sillon devant la plage. Ce sillon est ensuite dévié par la digue rocheuse pour enfin laisser l'eau s'écouler vers le large. Ce chenal gêne la remontée des sédiments à la plage, qui ne peut donc pas cicatriser des tempêtes hivernales. De plus, ce sillon, s'il est encore présent à l'automne, va favoriser l'impact des vagues qui ne seront pas freinées avant d'arriver à la plage.

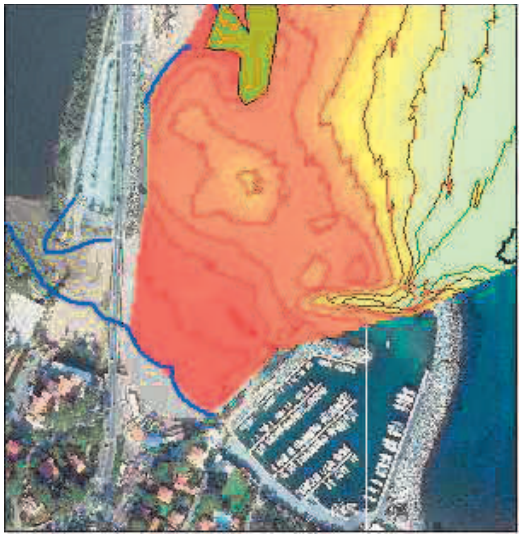
Sur l'image de droite, les régimes de vent printaniers ont forcé le fleuve vers le Sud et l'écoulement ne se fait donc plus devant la plage de la villa du Pacha. Le sillon devant la plage a disparu. Cette situation est très favorable à cette plage. Cependant, cet écoulement du fleuve vers le Sud, en été, n'est pas le plus fréquent, c'est en général plutôt vers le Nord. Il serait peut être intéressant de réfléchir à un moyen d'empêcher ce chenal de se former aussi près de la plage.

Un autre point est important dans ce secteur : l'Argens apporte une grosse quantité de sédiment bénéfique pour les plages. Hors, l'analyse du site, montre, qu'à environ 300m du rivage, la pente augmente et le sédiment qui se trouve, déposé ici, descend à des profondeurs où il n'est plus mobilisable. La comparaison des mesures de ce secteur montre que les fonds ne peuvent pas s'élever plus qu'ils ne le sont, et qu'au delà de 300m le sable est perdu.



Il est intéressant d'envisager une récupération automnale d'un volume de sable pour l'entretien des plages. En plus d'avoir à disposition un stock utilisable, ce curage permettrait peut être aussi la préparation de l'ouverture de l'embouchure de l'Argens pour les fortes précipitations automnales.

La plage de la Galiote :



Cette portion de plage est la plus complexe dans son fonctionnement. Sa position très enclavée entre le port, le débouché des étangs, la première digue en mer et son exposition directe aux houles de tempêtes d'Est en font un secteur fragile et difficile à entretenir.
Le débouché des étangs apporte du sable et un flux d'eau important. Cet écoulement plus ou moins important selon les saisons ne peut être bloqué. Il trouve une voie jusqu'à la mer en longeant les rochers près de la digue portuaire.

La saison estivale montre un volume de sable important sur la plage et en mer. En effet, à 100m du rivage, il n'y a que 1,5m de profondeur et on n'atteint les 2m qu'au delà de 180m du rivage. Pourtant cette forme de plage n'est pas capable de garantir la pérennité de la plage en hiver, et cela, à cause du débit automnal des étangs et des coups de mer d'Est.

Le bilan de cette plage est, depuis l'été dernier, en régression, bien que le volume engagé ne soit pas très important, il y a moins de sable sur les fonds compris entre 1 et 2m. Si les tempêtes d'Est sont importantes, la résistance de la plage sera moindre cette année.

La plage reçoit un peu de sable des étangs, les tempêtes d'Est arrachent ce sable à la plage, et normalement en été ce sable devrait remonter à la plage, la plage devrait donc bien résister. Mais le courant de sortie des eaux des étangs favorise le départ du sable et gêne la remontée du sédiment. Ce phénomène déplace l'équilibre vers un déficit sédimentaire.
Une idée de protection de cette plage serait peut être de placer une ou deux lignes de défense immergée qui retiendrait le sable de l'été et ferait déferler les vagues avant la plage.

Méthodes de protection

Les rechargements

C'est le moyen qui semble le plus simple à mettre en œuvre. Il s'agit d'apporter un sédiment compatible sur une portion de plage, pour compenser les pertes hivernales. Cette méthode doit rester essentiellement un moyen d'entretien. En effet les stocks ne sont généralement pas infinis et ce système peut vite devenir "le tonneau des Danaïdes", générant des coûts annuels non négligeables. En effet, le sable ne reste pas là où il est déposé, mais il se réinsère immédiatement dans la dynamique littorale. Ce système peut être aussi utilisé pour la rénovation d'une plage ; il s'agit d'un apport important, unique, pour accompagner la mise en place d'une structure de protection.

Des essais furent aussi testés avec des matériaux plus gros pour tenter de les conserver sur la plage plus longtemps ; ce fut un échec, les graviers utilisés accéléraient le départ du sable plus fin et finissaient par se déplacer le long des plages traitées et, là aussi, favorisaient l'érosion. De plus, les gains de confort et d'esthétique sont très discutables.
La contrainte essentielle, aujourd'hui, est, pour rester en conformité avec les attentes des services de l'état, de trouver un sédiment compatible avec le sable de la plage à entretenir. Pour la commune de Fréjus, cette contrainte peut facilement être levée car toutes les plages sont constituées de sédiment provenant des bassins versants. Ici l'Argens est le principal pourvoyeur de ce matériel.

Cadre réglementaire : demande d'autorisation au titre de l'article R122-2 du code de l'environnement. Le projet s'inscrit dans la catégorie « milieux aquatiques » puis dans la rubrique 10h « travaux de rechargement des plages d'un volume inférieur à 10 000m^3 » ; il est soumis à la procédure d'examen au cas par cas, préalable à la réalisation d'une étude d'impact.
Cerfa N° 14734*2 et document d'analyse des sédiments du lieux de dépôt et des sédiments du lieux de prélèvement.
Le coût constaté pour un rechargement d'environ 1 000 m3 se situe aux alentours de 20 000€. Chargement des camions, transport (20km) et mise en place, le sédiment étant gratuit.

Ces travaux peuvent être réalisés par de nombreuses sociétés de travaux en mer.

Les Enrochements

Le présent document aborde la mise en place de digue en enrochement, car cette méthode ne manquera pas d'être évoquée par des associations, des sociétés de travaux, des fréjussiens, des pêcheurs... Cette méthode n'est plus, ou très peu utilisée, pour l'entretien, la rénovation ou la protection d'une plage dans le département. Cette technique d'induration d'un site ne se justifie plus que lorsque la bataille est perdue et qu'il convient de protéger du bâtit de gros coups de mer. Il n'est pas discuté ici de l'intérêt d'une digue dans le cadre d'un ouvrage portuaire ou du maintien des berges d'un fleuve comme l'Argens.

Ces ouvrages sont extrêmement efficaces contre les coups de mer quand il sont correctement dimensionnés, de plus leur entretien est quasiment inutile. L'installation se fait en une seule fois, il n'y a pas de besoin récurrent annuel. Voilà pour les avantages.

Une fois placés, ces édifices ne sont plus démontables ou modifiables facilement. Les services de l'état portent une grande attention à la non dégradation des sites, tant sur des aspects écologiques,

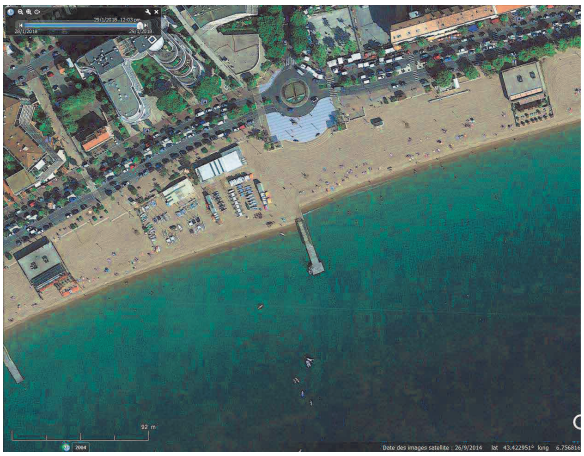
fonctionnels, économiques et visuels...

Fréjus a déjà expérimenté ce type de dispositif le long de ces plages. Le résultat fonctionne, l'artificialisation de le plage est visible, il s'est crée trois petites baies entre les quatre digues qui se maintiennent plutôt bien. Par contre la formation de tombolos entre la plage et les digues à la mer, bloque le transit vers le Sud du sable en provenance de l'Argens. Ce phénomène s'est révélé délétère pour la plage de la Galiote. Jusqu'en 2008 la plage de la Galiote, qui était très large, passait devant le débouché des étangs et rejoignait même la première digue à la mer. De grosses tempêtes ont sévis et la plage fut complètement détruite.

Photos de la plage de la Galiote en 2008 et en 2014

Le transit vers le Sud n'existe plus, ou du moins en quantité insuffisante pour permettre la cicatrisation de la plage.

Ce type d'ouvrage perpendiculairement à la plage n'est pas non plus la panacée. En général, le sédiment est bloqué sur une des faces de la structure où il s'accumule, générant un déficit de l'autre côté de la digue.



Photos de la plage de Fréjus ville en 2014 *Hyères en 2017*

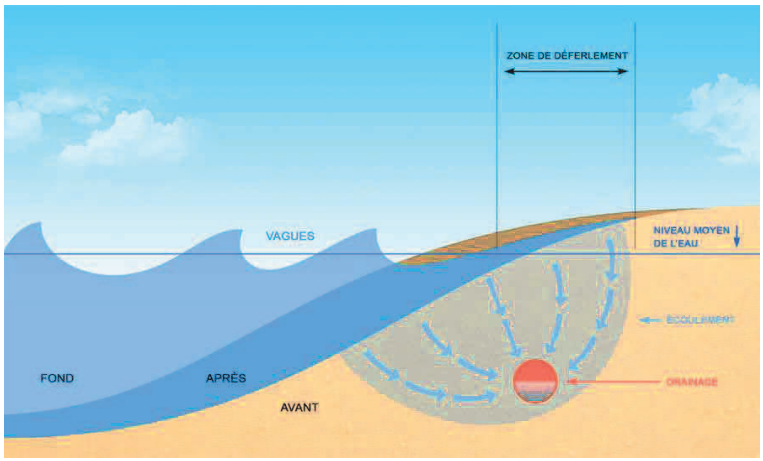
Ces travaux sont généralement soumis à étude d'impact et sont de moins en moins utilisés pour le maintien des plages. Il n'y a pas de site sur la commune où ce système semblerait efficace pour protéger les plages. Les coûts sont extrêmement variables selon les formes, selon l'axe, selon la profondeur à atteindre...

Ces travaux peuvent être réalisés par de nombreuses sociétés de travaux en mer.

Un système de drain sous la plage Ecoplage

De nombreux systèmes tentent de bloquer le transit du sable (digues perpendiculaires), de diminuer l'impact des vagues ((brises lames émergés ou immergés). Le système ECOPLAGE propose de retenir le sable sur l'estran en le désaturant en eau.

Le principe de drainage de plage (Éléments recueilli auprès de la société)



Le système de drainage a été découvert en 1981 au Danemark par la société GEO. Mandatés pour produire de grandes quantités d'eau de mer parfaitement filtrée, les ingénieurs de GEO ont eu l'idée de drainer la plage, utilisant ainsi les capacités filtrantes du sable. Cette plage drainée a vu sa surface augmenter de manière significative. Une seconde expérimentation a donc été menée sur une autre plage qui a permis de confirmer l'effet bénéfique du drainage en matière de lutte contre l'érosion et de réengraissement naturel.

Le système de drainage Ecoplage® repose donc sur le principe d'infiltration de l'eau dans un milieu poreux (le sable), non saturé en eau. Cette méthode crée un écoulement de l'eau de mer de la surface de la plage en direction du drain entraînant ainsi un rabattement de la nappe phréatique.

Cette technologie offre d'après les auteurs les avantages suivants :

Diminution des départs de sédiments causés par les écoulements des eaux issues de la nappe phréatique

- Diminution de la force de reflux des vagues
- Augmentation du dépôt de sédiments transportés par les vagues en favorisant l'infiltration
- Récupération plus rapide après les tempêtes
- Augmentation des effets éoliens favorisant le rechargement des pieds de dunes et des pieds de digues
- Constitution d'une réserve de sable pouvant servir de "stock tampon" pour les tempêtes suivantes

Implantation en France

Les Sables d'Olonne (85) La grande plage des Sables d'Olonne bénéficie du dispositif Ecoplage® depuis 15 ans. La plage est protégée par 700 mètres de drains enfouis sous le sable qui permettent l'assèchement de la plage et son réengraissement naturel.

Saint-Gilles-Croix-de-Vie (85) La Grande Plage de Saint-Gilles-Croix-de-Vie a bénéficié d'un système Enerplage® expérimental durant l'été 2013, qui a permis d'utiliser l'eau de mer dessalée pour alimenter les douches de plage en eau chaude.

Villers sur mer (14) L'installation du système Ecoplage® a été réalisée en 2002. La plage est protégée sur 300 mètres par deux lignes de drains.

St Raphaël Agay (83) La plage est protégée depuis 2003 sur 600 mètres et a permis de stopper les rechar-gements de sable et de gagner en largeur de plage.

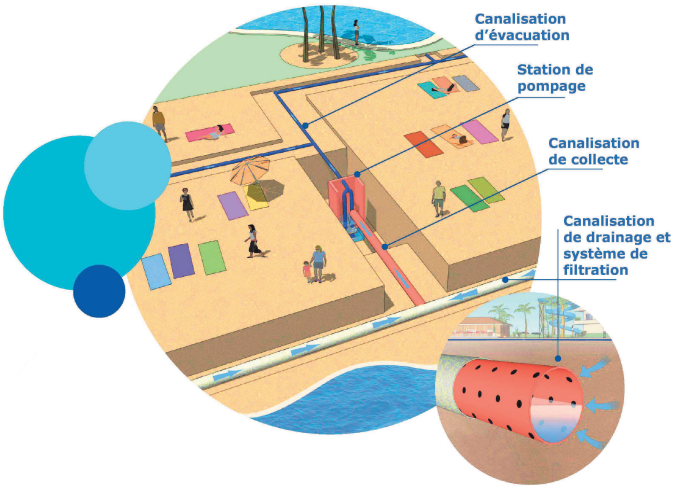
Ste Maxime (83) Le système Ecoplage® est installé sur 300 mètres entre l'embouchure de la rivière "La Garonnette" à l'Est et une zone rocheuse à l'Ouest.

Sète (34)L'installation du système à Sète s'inscrit dans un projet de réaménagement global du littoral. en 2012, 700

mètres de drains ont été posés.
Merlimont (62) En 2014, les épis de la plage sont retirés pour installer à la place un système Ecoplage® sur 900 mètres.
Boulogne-sur-Mer (62) Afin d'alimenter les bassins de l'extension du centre de la mer NAUSICAA en eau de mer hautement filtrée, un système de drainage de 100 mètres est installé sous la plage de Boulogne-sur-Mer.
Quend (80) Avant l'installation du système Ecoplage®, la plage de Quend était très humide avec de nombreuses bâches. Depuis 2008, la plage est protégée sur 900 mètres et s'est considérablement asséchée et réengraissée au niveau du pied du perré.

Il faut retenir de ce procédé qu'il agit en captant une partie de l'eau de la vague sur l'estran. Ainsi, lors du reflux, le sable est peu entraîné vers la mer car il est plus compact, moins fluide. Ce phénomène permet aussi de capter le sable qui transite le long de la plage. En freinant les départs, le bilan sédimentaire peut devenir positif.

Ce système est séduisant car invisible, il permet d'agrandir la plage mais aussi de récupérer de l'eau filtrée qui peut servir à d'autres activités. Néanmoins le coût n'est pas anodin, il faut compter entre 200 et 300 000€ pour un linéaire de 100m. Son fonctionnement est optimal par petit temps. Il ne diminue pas l'impact des vagues de tempête, il ne faut pas penser que le drain est capable d'absorber la quantité d'eau d'une vague d'un gros coup de mer. La surcote survenant lors de ces épisodes sature le système.
La mise en œuvre de ce système nécessite une étude d'impact et un chantier sur la plage assez importants. Il faut prévoir les drains, la station de pompage, les canalisations de collecte et les canalisations d'évacuation.



Ce procédé, s'il est choisi, ne peut être mis en place que par la société qui en détient les brevets.

Des digues sous marines en géotextiles

A la place des enrochements, des techniques dites douces sont proposées. Deux idées prévalent pour ces méthodes :

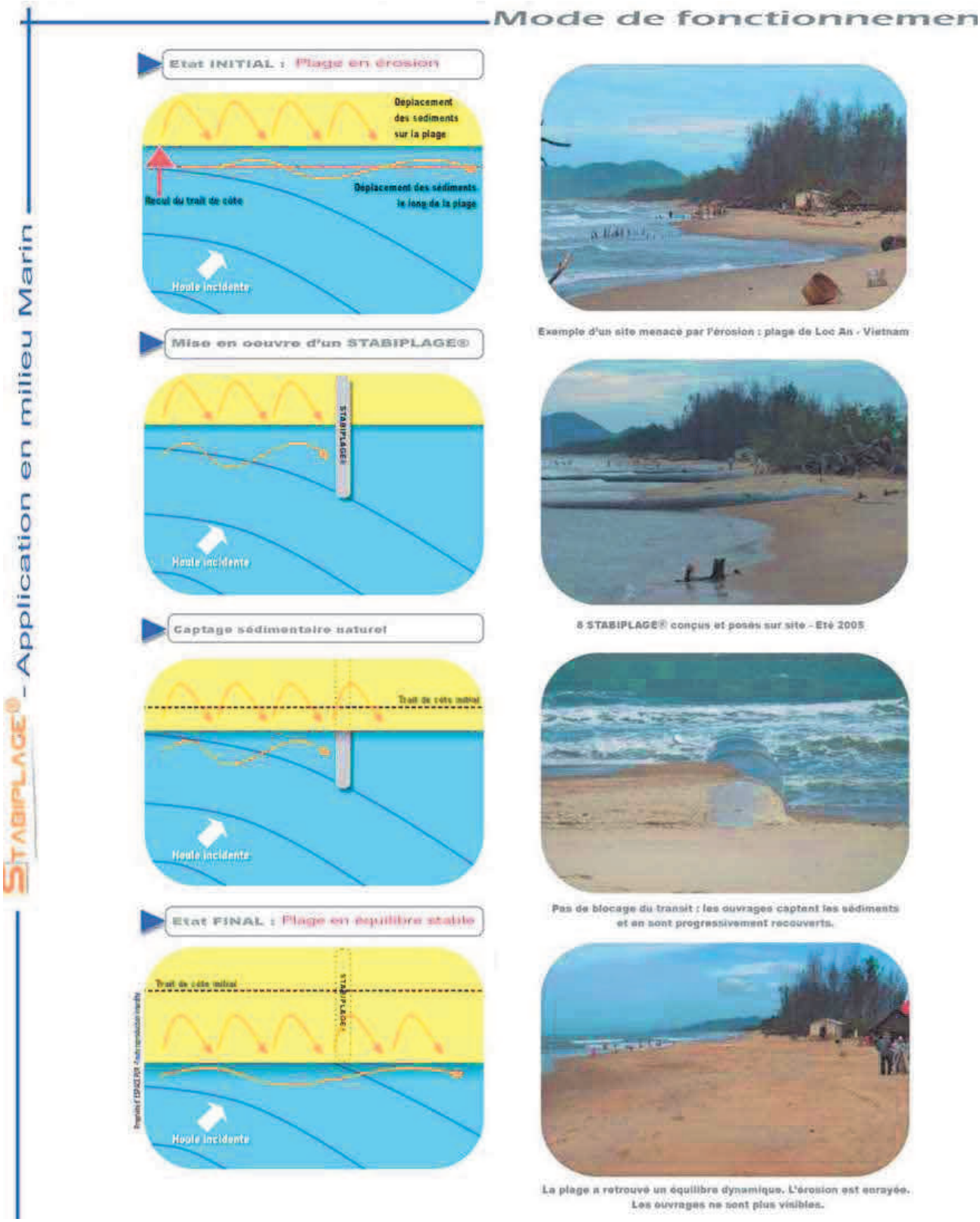
Apporter des moyens de lutte contre l'érosion sans s'opposer de façon forte à la mer. Il ne s'agit plus de bloquer les vagues, car il est maintenant admis que ce principe induit des modifications à proximité des lieux d'implantation et bloque le transit sédimentaire. Ces techniques cherchent à jouer sur le bilan sédimentaire en diminuant les pertes de sable et en ne bloquant plus les déplacements sédimentaires utiles pour les plages à l'aval.

L'intérêt est de travailler avec des matériaux qui resteront compatibles avec les milieux traités et d'envisager une certaine réversibilité des ouvrages. Ce sont donc des enveloppes en géotextiles remplies d'un sédiment compatible à celui de la plage. Cette précaution permet en cas de dégradation de simplement retirer l'enveloppe, le sable contenu étant repris par l'hydrodynamisme local.

Plusieurs approches sont possibles avec ces Géotubes. Un brevet déposé par la société Espace Pur pour le STABIPLAGE, des géotubes posés en mer et enfin des géosacs posées en mer.

Le procédé STABIPLAGE

Nous ne parlerons pas ici de toutes les approches et techniques de cette société, car ne faisant pas l'objet d'un brevet particulier elles peuvent être mises en place par d'autres société de travaux en mer et sont présentées plus avant. Nous ne présenterons donc que le STABIPLAGE (données recueillies auprès de la société).



La société Espace pur est la seule à pouvoir implanter ce procédé et propose toutes les étapes de mise en place ; l'étude du projet, le calcul des coûts, l'accompagnement pour les demandes d'autorisation, jusqu'à la mise en place sur le site.

Le principe est séduisant, mais les implantations sont surtout en dehors de l'hexagone, il est donc difficile de constater les résultats hormis un exemple au Vietnam. De plus, les exemples proposés par la société Espace Pur en France sont surtout des reconstructions dunaires. Technique intéressante, mais plutôt dans un second temps pour la commune de Fréjus. Ce système ne demande, à priori, pas d'entretien, si ce n'est une surveillance lors de gros coups de mer qui pourraient mettre à jour la structure, le temps que le transit sédimentaire ne la recouvre à nouveau.

L'estimation financière pour l'installation d'un STABIPLAGE avoisine les 100 000€.

Géotubes et Géosacs

En dehors des procédés brevetés, il existe des techniques déployées par de nombreux bureaux d'étude. Il s'agit de protéger une portion de plage par des digues sous marines en géotubes. Ce système permet de diminuer l'énergie des houles sans toutefois bloquer complètement le passage des vagues par petit temps ou même lors de faibles coups de mer. Le transit littoral n'est ainsi pas bloqué et les plages aval ne sont pas privées de sédiment. Un autre intérêt de la méthode est le faible impact visuel et écologique. Les matériaux employés sont compatibles avec le milieu. Le sable provient en général d'un lieu proche du site à traiter. Il existe donc une certaine réversibilité à ces techniques. De plus, de nombreuses sociétés de travaux en mer sont maintenant capables d'offrir le service de pose, de remplissage et d'entretien.

Plusieurs communes proches de Fréjus ont tenté l'expérience. Les résultats sont en général positifs dès lors que le système est en place.

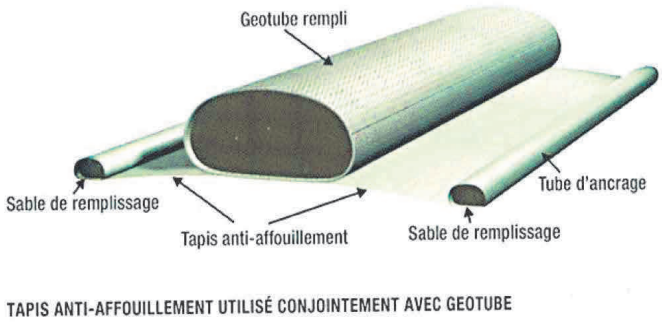
Photos de la plage de la capte (Hyères) en 2010 *cannes en 2015*

La plage encaisse beaucoup mieux les tempêtes et cicatrise plus vite. Ce résultat s'explique par le fonctionnement de ces structures. Les houles de faibles amplitudes passent sur l'ouvrage dans la lame d'eau libre. L'arase est généralement comprise entre -0,80 et -1m de profondeur. En revanche, les grandes houles nécessitent une plus grande hauteur d'eau pour se propager librement ; la contrainte du passage de cette faible profondeur provoque une déformation de la vague et la fait déferler avant la plage. L'énergie restante étant moindre, l'impact sur l'estran l'est aussi.

Sète en 2017

Ces techniques sont au minimum neutres pour l'environnement mais les expériences menées montrent que les enveloppes sont rapidement colonisées par un cortège floristique et faunistique intéressant qui attire les poissons et les nageurs qui peuvent explorer un nouvel écosystème attractif.

La pose est réalisée en général sur des fonds d'environ -3m et à une centaine de mètres du rivage.



Principe de pose d'un Géotube

Le retour d'expérience montre que la pose n'est pas toujours aisée pour ces longs tubes (cf ; l'expérience de Cannes avec la société EMCC). De plus, un des problèmes majeurs rencontrés assez rapidement par ces structures c'est l'affaissement. En effet, le sable insufflé dans le géotube est gorgé d'eau. Le sable se compacte sous l'effet de son poids et l'eau perfuse au travers de la membrane. Il en résulte un affaissement qui est loin d'être négligeable. A ce phénomène s'ajoute la tenue du sol sous le Géotube. Le tapis anti-affouillement empêche le départ du sable par les houles au pied de l'ouvrage, mais il n'est pas efficace contre l'enfoncement d'un objet très lourd, jusqu'à 25m3 de sable par mètre linéaire.

Pour l'instant il n'est pas de solution curative contre ces deux phénomènes. Hyères, la commune qui a expérimenté ce procédé devant la plage de la Capte s'est retrouvé devant un dilemme ; le procédé fonctionne mais il n'est pas pérenne. Le choix de la commune fut de replacer une ligne de Géotubes, il n'est pas possible de remonter la ligne d'arase. Aujourd'hui, devant la Capte il y a 3 lignes de géotubes. Cannes a aussi de son côté relancé un marché pour l'entretien et le remplacement de tronçons. Le coût d'installation est de l'ordre de 200 à 300 000€ les 100m de digue. S'il faut les reconstruire tous les 2 ou 3 ans, il convient de bien chiffrer le projet pour envisager ce choix.

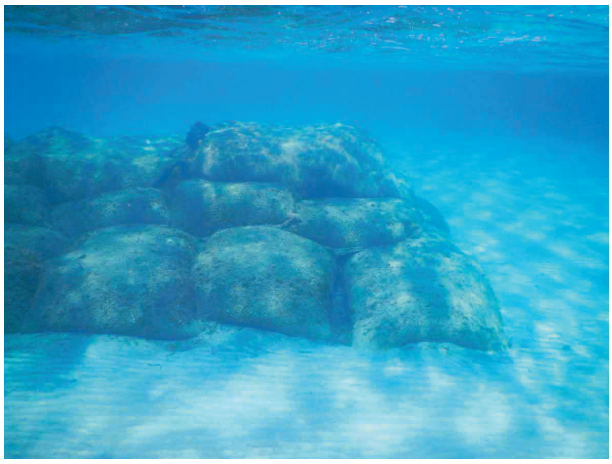
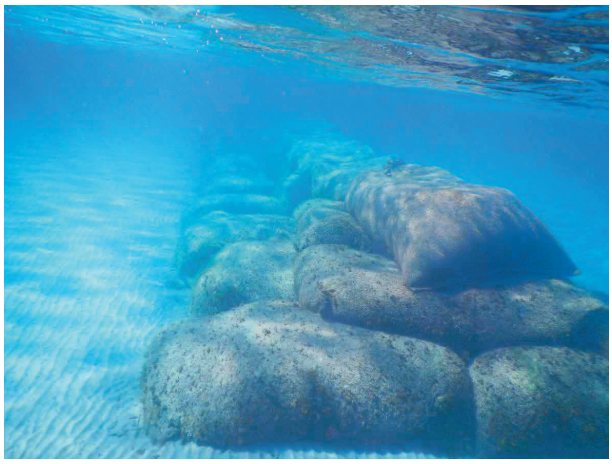
Une nouvelle alternative se profile, les techniques évoluent sans cesse et apportent des corrections tirées des expériences précédentes. Il s'agit de ne pas utiliser de très longs sacs de 20 à 30m mais plutôt de petits sacs (environ 5 tonnes). Ces structures seraient modifiables et réparables à façon avec un coût d'entretien bien inférieur.

Les ouvrages en Géosacs : Les avantages sont les mêmes que les Géotubes et les résultats sont comparables.

La commune du Lavandou a opté pour ce dispositif plutôt que pour de longs Géotubes. Les résultats sur la plage sont identiques à ceux attendus. Un gain conséquent de largeur de plage et une tenue aux tempêtes très correcte. La structure fournit plus d'abris à la faune et les sacs sont très rapidement colonisés comme les Géotubes. Ainsi, on note la présence en quantité de poissons juvéniles et de petites espèces territoriales ; les caches sont nombreuses. Une grande nacre s'était même développée dans une anfractuosité. De nombreux touristes se promènent avec masque et tuba sur les tronçons de la digue pour explorer ce nouveau milieu.

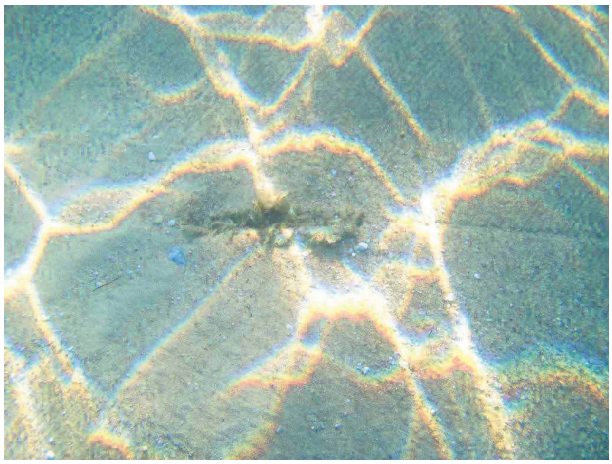
Digue sous marine de Cavalière (Le Lavandou)

La réalisation de cette protection en mer consiste en la construction d'une digue pyramidale par empilement de Géosacs. La structure longue de 220m a coûté environ 450 000€. Ce tarif reste dans la fourchette des prix du marché. Les sacs sont emplis à terre sur un chantier en arrière plage. Cette première réalisation ne fut pas spécialement bien maîtrisée et l'atelier remplissage fut surdimensionné, vraisemblablement pour diminuer les délais. C'est surtout la partie stockage qui fut trop importante par manque de coordination entre la préparation des sacs et la pose. De la même façon, le chantier en mer fut surdimensionné avec l'utilisation d'une barge de 60m pour des sacs de 2,5m x 3m. Il est fort à parier que les prochains travaux de ce type bénéficieront de cette expérience.

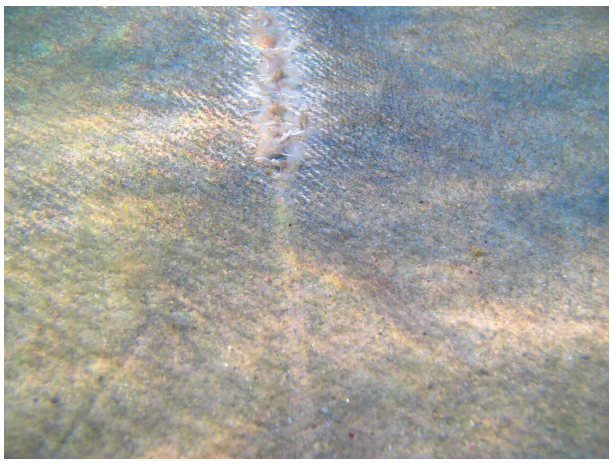
Principe de pose d'une digue en Géosacs (Cavalière Le Lavandou)

Si ce dispositif présente les mêmes avantages que les longs Géotubes, il n'échappe pas aux contraintes et inconvénients de ses grands frères. Il existe un effet de tassement du sable dans les enveloppes. Le substrat ne réagit pas toujours de manière homogène et certaine portions ont tendance à s'enfoncer ; on perd donc ici comme pour les Géotubes la profondeur d'arase optimale. A ces soucis s'en ajoutent d'autres inconnus des longs Géotubes. Quelques sacs, trois depuis la mise en place en 2013, ont basculé laissant une brèche au sommet de la digue. Trois autres sacs furent dégradés, soit par malveillance, soit par des contraintes mécaniques trop fortes (???).



exemple de dégradation de la digue de Cavalière

C'est ici que ce système prend tout son intérêt. Il est possible de réparer la digue sans devoir la reconstruire. L'exemple de la plage de la Capte est flagrant : il n'est pas possible de compenser la perte de hauteur, il a donc fallut reconstruire une nouvelle digue plus volumineuse pour garder l'efficacité. Le coût de l'entretien est égal au coût initial. Dans le cas des sacs, deux des sacs déchirés furent réparés sur place et sont encore en place sans dégradation à ce jour. Les autres sacs furent remplacés. L'opération ne prend même pas une journée pour un coût qui avoisine 2000€. De plus la perte d'arase est à l'étude aujourd'hui et il n'est pas envisagé de refaire une digue mais de la rehausser.



exemple de réparation de la digue de Cavalière

Ce type de structures semble donc intéressant pour la protection des plages. Il y a, bien sûre, des précautions à prendre pour la réalisation du chantier, et la tenue des sacs face aux tempêtes, mais rien d'inenvisageable.

Les possibles pour les plages de Fréjus.

Toutes les plages du littoral fréjussien ne sont pas impactées de la même façon, par les tempêtes et le transit sédimentaire. Il n'est donc pas possible de proposer un traitement unique valable pour toutes les plages.

Le suivi conduit depuis 2013 pour la commune permet de proposer une sectorisation du littoral en fonction de l'état du bilan sédimentaire constaté.

Il existe donc des secteurs déficitaires qu'il convient de rénover, de protéger ou simplement d'entretenir. Ces secteurs plus fragiles sont le secteur 2 (la plage en ville à proximité de Port Fréjus), le secteur 4 (la plage François LEOTARD à proximité des épis), le secteur 5 (toute la plage de la base nature), le secteur 6 (au droit de la villa du Pacha).

Il existe des secteurs plus stables qui ne nécessitent pas d'intervention particulière. Ce sont : le secteur 1 (la plage en ville côté St Raphaël), Le secteur 8 (la plage au sud de l'Argens) et la zone 9 (plages protégées par les digues à la mer).

Les secteurs 3 et 7 sont des zones de prélèvement possible de sédiment.

Le tableau suivant reprend pour chaque secteur l'état du bilan sédimentaire, stable, déficitaire ou excédentaire ; s'il y a besoin d'intervenir sur ce secteur et les possibilités d'actions.

	Bilan Sédimentaire	Traitement	Risque	Entretien/rénovation	Protection			
					Ecoplage	Stabiplage	Géotubes	Géosacs
Secteur 1	Stable		Tempêtes de Sud	Si besoin après tempête Par apport de sable ponctuel du secteur 7				
Secteur 2	Déficitaire	Prioritaire	Tempêtes de Sud Transit Ouest-Est		Possible 500 000 €		Adaptés 400 000 €	Adaptés 400 000 €
Secteur 3	Excédentaire							
Secteur 4	Déficitaire		Tempêtes d'Est Transit Sud-Nord	Par apport de sable ponctuel du secteur 3 25 000 €				
Secteur 5	Déficitaire	Prioritaire	Tempêtes d'Est Tempêtes de Sud		Adaptés 1 000 000 €	Adaptés 600 000 €	Adaptés 600 000 €	Adaptés 600 000 €
Secteur 6	Déficitaire Si débouché estival de l'Argens Côté Nord	Prioritaire	Tempêtes d'Est				Adaptés 200 000 €	Adaptés 200 000 €
Secteur 7	Excédentaire							
Secteur 8	Stable		Tempêtes d'Est	Si besoin après tempête Par apport de sable ponctuel du secteur 7				
Secteur 9	Stable							
Secteur 10	Déficitaire	Prioritaire	Tempêtes d'Est	Régulier Par apport de sable ponctuel du secteur 7 50 000 €	Possible 200 000 €		Possible 200 000 €	Adaptés 200 000 €

Les préconisations de travaux ne sont pas cumulatives, il n'est pas forcement nécessaire de mettre en place à la fois par exemple un système ECOPLAGE et des protections en mer.

Pour le secteur 2 (plage en ville à proximité de Port Fréjus). La plage présente une pente assez forte, le sable se déplace vers l'Est créant ici un déficit ; de plus les tempêtes prélèvent du sable qui, ne restant pas devant la plage, sur une barre d'avant plage, ne permet pas la cicatrisation estivale.

Pour rétablir un bilan stable, il faut limiter les départs de sable et/ou favoriser le stockage devant la plage. Il est possible, soit de recharger tous les ans, soit d'augmenter le captage par petit temps par un système ECOPLAGE (bien que le transit sédimentaire ne soit pas particulièrement important ici), soit de protéger la plage par un dispositif en mer qui diminuerait l'impact des tempêtes. Il faut faire, cependant, attention ici, à l'implantation des cymodocées présentes à proximité du port. Ces plantes risquent de gêner, voire d'empêcher la mise en place d'un dispositif en mer et d'orienter les choix sur des solutions sur la plage.

Pour le secteur 4 (Plage François LEOTARD). Le déficit n'est pas important et limité à l'Ouest à proximité des deux petits épis. Ce déficit est essentiellement une perte sédimentaire occasionnée par le transit Sud-Nord du sable. Il suffit, ici, d'entretenir la plage par un apport ponctuel de sable qui pourrait être prélevé à proximité dans l'angle de la digue du port.

Pour le secteur 5 (plage de la base Nature). Ici, les apports sédimentaire de l'Argens ne suffisent pas, de plus les tempêtes d'Est et de Sud sont particulièrement efficaces. Il convient, soit de favoriser le captage du sédiment par la plage : deux systèmes paraissent possibles ECOPLAGE et STABIPLAGE, soit de limiter l'impact des vagues par des protection immergées.

Pour le secteur 6 (au droit de la plage de la villa du Pacha). Ce secteur n'est rendu fragile que lors des étés où le débouché de l'Argens se situe du coté Nord du fleuve. Il est possible, soit de le protéger en mer pour limiter les impacts des houles, soit par un dispositif immergé de canaliser le

flux d'eau douce pour lui éviter d'éroder cette zone. Ce secteur est assez complexe dans son fonctionnement.

Pour le secteur 10 (la plage de la Galiote). Jusqu'en 2009, la plage de la Galiote était large et se trouvait même devant le débouché des étangs. Le maintien estival de l'ouverture de ce débouché des étangs favorise l'érosion de la plage et ne permet qu'une cicatrisation estivale très partielle. De plus, l'exposition aux houles d'Est rend cette portion littoral particulièrement sensible aux coups de mer les plus fréquents de cette région. Les rechargement seront nécessaires de façon régulière, à moins de fermer l'écoulement des étangs au moins pour l'été. Sinon, il est possible de limiter les départs de sédiment par un Dispositif ECOPLAGE, mais là encore, la faiblesse du transit risque de ne pas rendre ce système très performant. Il reste la possibilité de diminuer l'impact des houles aux rivages par des dispositifs en mer. Les Géotubes ou les Géosacs semblent adaptés pour faire déferler les vagues au niveau de la digue à la mer. Il faut faire attention de laisser le passage à l'écoulement des eaux des étangs.