



Dispositif de retenue des sédiments adapté aux rechargements de plages : le "PLT-Littoral méditerranée"

Paul URSAT¹, Nicolas MEYER¹

1. Sand up Littoral, 1370 Ch. de Signes à Ollioules Le Beausset, 83330 France.
ursat.paul@orange.fr

Résumé :

Le rechargement - seule démarche constructive de réparation des sites érodés - n'est pas pérenne sans dispositif de retenue des sédiments : à défaut, le talus aval des apports est rapidement érodé et dispersé vers le large, même par houle modérée. Le procédé PLT-Littoral (PLT pour Protection Long Terme) réalise ce rechargement en le délimitant par un seuil, lequel fonctionne comme un seuil de rivière vis-à-vis des courants de retour responsables de l'érosion. Ce seuil agit également en déclencheur de déferlement sans toutefois, de par ses faibles dimensions, modifier la courantologie locale.

Sa mise en œuvre se traduit par un élargissement significatif de l'espace disponible pour une meilleure dissipation des jets de rive. La largeur d'estran est alors le facteur déterminant du nouvel équilibre hydro-sédimentaire qui répond au modèle classique de houle en eau peu profonde de MUNK, avec une lame d'eau minimale de 0,7m majorée en occurrence de tempêtes de la surcote propre au site.

La stabilité du seuil est assurée par des assemblages auto-stables de coques spécifiques PLT (Brevet INPI n°1800785) liaisonnées à une assise en dalles perméables servant de lest et de parafouille. L'ensemble assure plusieurs fonctionnalités : de non-affouillabilité, de filtration des sédiments fins et de lestage interne et externe des coques. Il ne pénalise pas l'accrétion naturelle, condition essentielle d'un procédé pérenne. Des ancrages horizontaux, voire également verticaux en cas de sites exposés, sécurisent le dispositif.

L'aménagement proposé apporte une solution au problème de la submersion et peut, sur sites exposés, se combiner à des dispositifs spécifiques de type « atténuateurs de houle ». Avec des limites, le procédé est à classer dans les traitements doux et réversibles :

- Adapté aux sites présentant une remontée régulière des fonds ;
- Permet par son dessin en plan de contourner les obstacles comme les posidonies ;
- Permet des surhaussements ultérieurs en prévision d'élévation du niveau des mers ;
- Procure un gain significatif de largeur de plage, favorable aux protections traditionnelles telles les cordons dunaires, les ganivelles... ;
- Restitue l'usage du bâti menacé, en évitant le cas échéant le repli stratégique ;
- Procure une importante économie en sédiments par rapport aux procédés types « barrières au large », à gain de largeur de plage comparable ;

Thème 7 – Risques côtiers

Proposées en matériau non polluant, récupérable et recyclable, les coques PLT en PEHD massif offrent un bon confort relativement aux activités nautiques : baignade, surf, kitesurf.

Mots clés :

Rechargement, Dissipation énergie, Déferlement, Courants de retour, Charriage, Erosion, Seuil, Coques, Dalles ajourées, Lests, Accrétion naturelle.

1. L'hydrodynamique de l'érosion

La dynamique de l'érosion n'est pas exclusivement cantonnée aux phénomènes directement observables : zone des déferlements, courants alternatifs dans la couche limite, jets de rives et courants de retour (principaux responsables du charriage cross-shore...). Un deuxième facteur intervient : le phénomène d'accrétion des sédiments marins depuis le large, difficile à concrétiser qui, idéalement, rééquilibre les pertes.



Figure 1. Mesure du pendage de la frange des jets de rive et des courants de retour, ici de 15%.

Le constat d'érosion résulte donc d'un déficit entre un facteur favorable, l'accrétion (si possible naturelle ou à défaut artificielle) et des facteurs défavorables, notamment les courants de retour générés par les jets de rive consécutifs aux déferlements.

Pour l'observateur, le critère d'appréciation le plus fiable est le suivi de la largeur de l'estran qui est un combiné entre la pente, les sédiments en place et l'action des courants de flot et de retour, en incluant notamment la « surcote » de tempête. La consultation des photos aériennes donne une indication, mais les relevés directs sur sites sont recommandés, avec indications du jour, de l'heure et de la pente de la frange des jets de rive, de manière à effectuer les correctifs de hauteur de marée et de largeurs à des fins de comparaisons entre relevés successifs (figure 1 ; URSAT, 2021 et 2022).

2. Efficacité d'un rechargement de plage

Le rechargement en sable répond aux enjeux des littoraux sableux méditerranéens. Il agit au plus près des désordres, des sollicitations et des besoins (figure 2).



Figure 2. Le rehaussement a permis des installations de plage, ici des cabanons saisonniers récents, mai 2022.

Mais il doit être pérennisé par une retenue discrète dans la bande immergée des 20-30m : pour ce faire, le PLT-Littoral propose un seuil structuré auto stable (hauteur de l'ordre de 0,60m, de pente moyenne inférieure à 20%, implantation entre -1,20 et -1,50m /0,00NGF)... ne modifiant pas significativement le profil général des fonds. Notamment il ne constitue pas une barrière comme pour les ouvrages actuellement déployés au large le long du littoral, en conservant la pente générale de l'avant-plage du site.

Lesté de telle sorte que son poids spécifique déjaugé soit significativement supérieur à celui des sédiments en place (par exemple de 30%), et assurant un rôle de filtre vis-à-vis des sédiments fins (FILLIAT & CAMELAN, 1981 ; MIGNIOT & BOULOC, 1981), il ne nécessite pas en première étape d'étude spécifique de stabilité.

3. Schémas de principe d'un assemblage seuil PLT et rechargement

Les coques sont liaisonnées et serrées entre-elles et avec la ou les nappes de lest, de telle sorte qu'elles forment un chaînage sur l'ensemble de l'ouvrage, tout en assurant une étanchéité aux sables fins (contacts serrés entre surfaces lisses).

Leur assemblage, en immersion, représente une réelle contrainte : l'accès aux opérations est réalisé soit par la mer à partir d'un ponton, soit directement par la plage depuis une avancée provisoire. Une procédure par modules préassemblés hors eau est proposée pour limiter le travail en immersion (figures 3 et 4).

Thème 7 – Risques côtiers

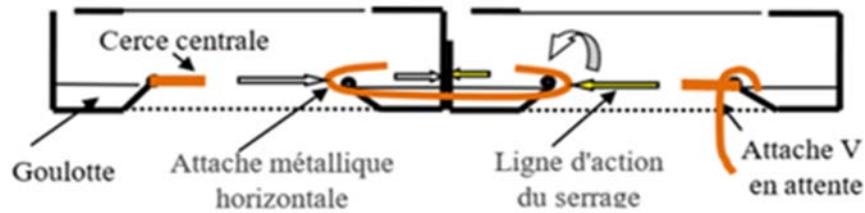


Figure 3. Détail d'assemblage de 2 coques PLT, doublage par amarres polyamide non représenté.

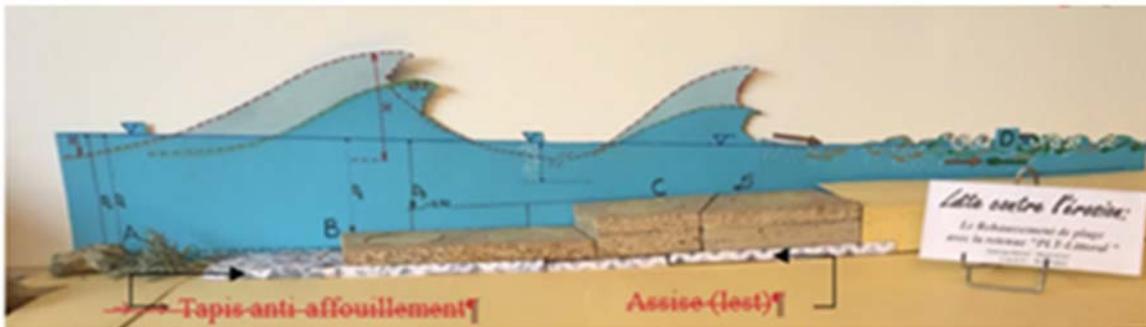


Figure 4. Exemple de montage d'un module PLT sur une seule nappe de lest.

La figure 5 permet de visualiser les positions respectives du seuil PLT et du rechargement simple- ce dernier étant à proscrire. Sur cette figure 5, pour une meilleure lisibilité la pente $p\%$ du schéma est accentuée dans un rapport de l'ordre de 1 à 4).

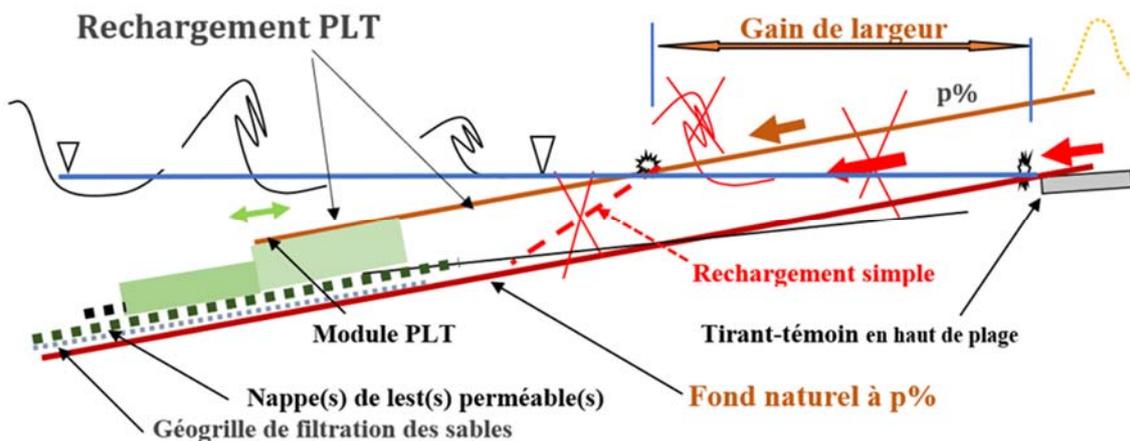


Figure 5. Seuil et rechargement PLT-Littoral.

Le module PLT préfabriqué prévoit, au montage, la mise en œuvre de crochets métalliques permettant le serrage des coques entre-elles, opération complétée par des liens en cordage marin en polyamide.

Les lests extérieurs sont prévus en 1 ou 2 nappes, selon la sécurité recherchée vis-à-vis des courants de fonds. En site érodé, ou présence de « baines », une réparation des fonds peut s'avérer nécessaire.

4. Applications

La lutte contre l'érosion apporte une réponse à des enjeux environnementaux et économiques. Par exemple :

- Une insuffisance de largeur de plage, voire une perte totale prévisible ;
- Un recul progressif non réversible du trait de côte avec, en perspective, une destruction d'ouvrages en dur, une rupture de falaises... ;
- Une submersion des protections de haut de plage lors des tempêtes ;
- Un besoin d'espace de loisir supplémentaire ;
- L'insuffisance ou de l'inadaptation des traitements antérieurs...

Dans tous ces cas, la solution passe par une amélioration significative de la largeur de l'estran.

4.1 Quelques repères

Un objectif réaliste de protection d'un littoral sableux devrait se fixer une largeur minimale d'estran : par exemple > 25 m et si possible > 30 m, ces valeurs étant favorables à un bon équilibre hydro-sédimentaire. Un tel objectif conduit à des rehaussements de l'ensemble « *plage et avant-plage* » relativement limités, de l'ordre de 0,5 à 1 m.

Une garde amont constituée d'un merlon nécessite 10 m d'emprise supplémentaires, sauf à prévoir un ouvrage déflecteur.

Les avant-plages présentant des pentes régulières de 3 à 4% sont favorables à la dissipation progressive -et gratuite- de l'énergie de la houle, alors que des pentes $> 6\%$ rendent le procédé moins efficace. Ainsi pour un rehaussement de 0,60m, le gain de largeur dh/p pour $p=6\%$ est limité à 10 m, ce qui est insuffisant pour mettre la plage à l'abri des jets de rive lors des coups de vent.

Sous le seuil critique de 5 à 6 m de largeur, une plage est en situation d'érosion croissante: en se réfléchissant sur les obstacles de haut de plage, les jets de rive accentuent le processus érosif. Par ailleurs des plages réduites à 5m de largeur ne permettent plus d'assurer le service des plagistes (figure 6).

Thème 7 – Risques côtiers



Figure 6. L'érosion de cette baie ouverte sur le SW, à l'«abri» d'un épi, signale un défaut d'accrétion structurel. Un PLT-Littoral peut corriger la zone concernée en rétablissant la plage et en évitant la submersion de la digue.

Des dispositions particulières peuvent s'envisager:

- Un réglage de pente de plage d'1 ou 2 % plus élevée que celle de l'état initial (figure 7) ;
- Un choix de sédiments d'apports légèrement plus grossiers que les sables en place.

Le coût d'un PLT, considéré à élargissement de plage comparable, est inférieur à celui des barrières immergées mises en place actuellement, lesquelles nécessitent, théoriquement (CORINTHE Ingénierie, 2016), des quantités de sable 2 fois voire 3 fois supérieures, avec un surcoût en conséquence.

4.2 Cas d'une plage avec fort aléa de submersion

La problématique est la même que ci-dessus, mais la proximité des ouvrages « en dur » (routes, voies ferrée...) impose des dispositions coûteuses, voire d'envisager une solution de repli. On adaptera l'altitude du haut de plage de telle sorte que les ganivelles du merlon (point 4) présentent une marge de sécurité par rapport au haut des jets de rive (repère 3, figures 7 et 8).

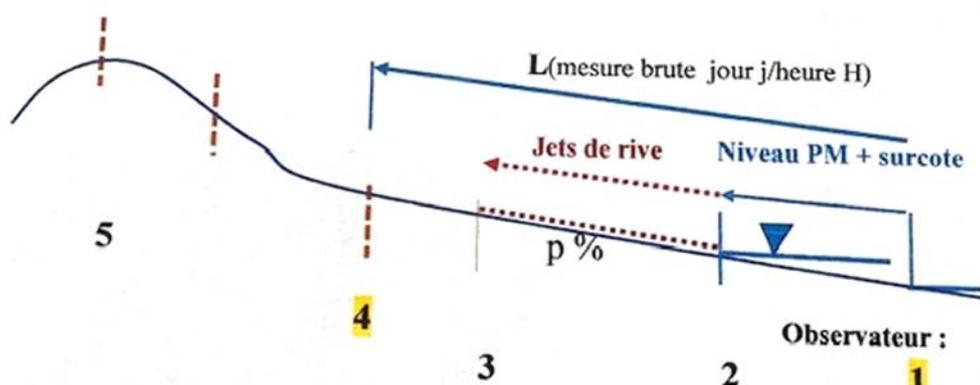


Figure 7. Détermination du niveau altimétrique du haut d'estran.



Figure 8. Exemple de site présentant un fort aléa de submersion- Tombolo de Giens.

4.3 Association avec d'autres procédés

Sur site exposé et lorsque le merlon de haut d'estran est impossible à généraliser, réduire l'énergie de la houle est une approche intéressante, voire incontournable. Mais cette option se heurte à 2 difficultés :

- Les brise-lames au large (plus précisément les « atténuateurs » de houle) dont les lames d'eau en épisode de tempête dépassent sensiblement 1 m de hauteur ne sont plus d'une efficacité optimale : c'est le cas des sites qui présentent des surcotes importantes (par ex. + 0,90m au Lido de Sète) ;
- Ces ouvrages peuvent pénaliser l'accrétion naturelle du littoral par un effet « barrière », ce qui nécessite d'en justifier l'installation et d'en délimiter la longueur.

Sous ces réserves, la mise en œuvre d'atténuateurs au large en association avec un traitement au plus près de la plage par un dispositif de type PLT-Littoral, devrait logiquement être d'un grand intérêt.

4.4 Cas des côtes avec falaises

A ce jour, le PLT-Littoral n'est dimensionné que pour les côtes de faible marnage, avec des seuils immergés en permanence entre -1,20 et -1,50m / la BM.

La protection des côtes avec roches altérables part de principes similaires à ceux des littoraux sableux (voir figure 9) : élargir significativement l'estran mais il s'agit ici de préserver le pied de falaise qui conditionne la stabilité des terres amont (talus ou paroi sub-v verticale jouant le rôle de Trait de Côte), ce qui implique également d'écarter au maximum les déferlements vers le large, de manière à ce que le niveau de la PM majoré de la surcote reste en deçà du point 4 de la figure 7.

Thème 7 – Risques côtiers



Figure 9. Perte de sédiments entre le 25/05/2019 et le 13/05/2022 – Sanary-sur-Mer.

En zone de marnage important, les matériaux à rapporter ne seront plus des sables mais des roches et des agrégats grossiers qui seront retenus par des coques et gabions PLT adaptés aux fortes sollicitations du flot (figure 10).



Figure 10. Même solution qu'en Méditerranée : un Rehaussement/Rechargement structuré également, mais dont le seuil aval sera conçu pour être découvert à marée basse et progressivement submergé lors du flot.

Les volumes des apports seront conséquents. L'accessibilité sera un paramètre important. En tout état de cause, un projet ne peut s'envisager que sur un site de fort enjeu et pour une zone à défendre précisément circonscrite.

5. Développement du procédé PLT-Littoral

La réalisation de plots de présentation sur des longueurs de l'ordre de 50m à 100m, sera la meilleure approche - principe par approche expérimentale privilégié par (MTES, 2019) – d'autant que ce procédé est plus novateur de par sa mise en œuvre à adapter au cas par cas, que par son principe de base- le Rechargement- qui est connu de longue date.

6. Références bibliographiques

- CORINTHE Ingénierie (2016). *Redéploiement des infrastructures portuaires et des espaces sur le domaine public maritime*. Projet Ecobleu-APD, 122 p.
<https://cavalirecobleu.fr/wp-content/uploads/2017/03/CORCAV-12-2015-APD-Port-Version-5a.pdf>
- FILLIAT G., CAMELAN J.C. (1981). *La pratique des sols et fondations. Analyses et essais de sols*. Editions du Moniteur, 154 p.
- MIGNIOT C., BOULOC J. (1981). *La pratique des Sols et Fondations. Erosion et sédimentation en mer et en rivière*. Editions du Moniteur, 627 p.
- MTES - MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE (2019). *Stratégie départementale de gestion des côtes sableuse en érosion dans le Var*. 101 p.
https://www.var.gouv.fr/IMG/pdf/strategie_erosion_2019_signe.pdf
- URSAT P. (2021). *Procédés : comparatif des procédés de luttés contre l'érosion*. Document interne, 4 p.
- URSAT P. (2022). *Etude de cas: constat de défaut d'accrétion au Lido de Sète*, Document interne, 5 p.

Thème 7 – Risques côtiers