

Evaluation de la technique STABIPLAGE[®] mise en place sur deux plages du Finistère : les Sables Blancs à Plobannalec-Lesconil-Loctudy, et Boutrouilles à Kerlouan

Jean-Marie CARIOLET¹, Serge SUANEZ¹, Fabrice CAROL², Rudy MAGNE³

¹ Université de Bretagne Occidentale, GEOMER - LETG UMR 6554 CNRS, IUEM, Technopôle Brest Iroise, pl. Nicolas Copernic, 29280 Plouzané, France
jean-marie.cariolet@univ-brest.fr, serge.suanez@univ-brest.fr

² Société ESPACE PUR - STABIPLAGE[®], Bureau de Perpignan, 480 avenue Georges Caustier, Grand Saint Charles (*immeuble Spanfruit*), 66000 Perpignan
fabrice.carol@stabiplage.com

³ SHOM (SHOM/CMO/REC – Vagues et domaine littoral), 13 rue du Chatellier, 29609 Brest Cedex, France
rudy.magne@shom.fr

Résumé :

Un suivi morphosédimentaire a été réalisé sur deux sites finistériens afin d'évaluer la fonctionnalité du procédé STABIPLAGE[®] : la plage des Sables Blancs sur laquelle 5 structures en épi ont été mises en place afin de bloquer une partie du transit longitudinal ; la plage de Boutrouilles équipée d'une structure longitudinale en pied de dune afin de fixer le trait de côte. Dans les deux cas, les STABIPLAGE[®] remplissent leur rôle de défense côtière tant que les conditions hydrodynamiques sont peu énergétiques. En période de fortes tempêtes, l'action des courants de retour et/ou de la submersion marine exacerbée, induit des phénomènes d'érosion que les STABIPLAGE[®] ne peuvent enrayer.

Abstract :

A morphosedimentary survey has been carried out on two sites located in the Finistere in order to evaluate the functionality of STABIPLAGE[®] manmade structure : the beach of Sables Blancs where five groins structures have been set up in order to trap part of longshore sediment transport; the beach of Boutrouilles where a longitudinal manmade structure was established on the foot of the dune in a way to stabilise shoreline. In both case, STABIPLAGE[®] manmade structures play their role of coastal defence under lower energetic hydrodynamic conditions. During storm events, rip currents and/or extreme surges induce erosion which can not be eliminated by STABIPLAGE[®] manmade structures.

Mots-clés :

STABIPLAGE[®], suivi morphosédimentaire, submersion, courants de retour, érosion, géocomposite.

1 Contexte géographique de l'étude

La plage des Sables Blancs appartient à la commune de Plobannalec-Lesconil-Loctudy (sud Finistère), et est située au fond de l'anse de Lesconil, ouverte au sud et exposée aux houles de secteur sud-ouest à sud-est (figure 1).

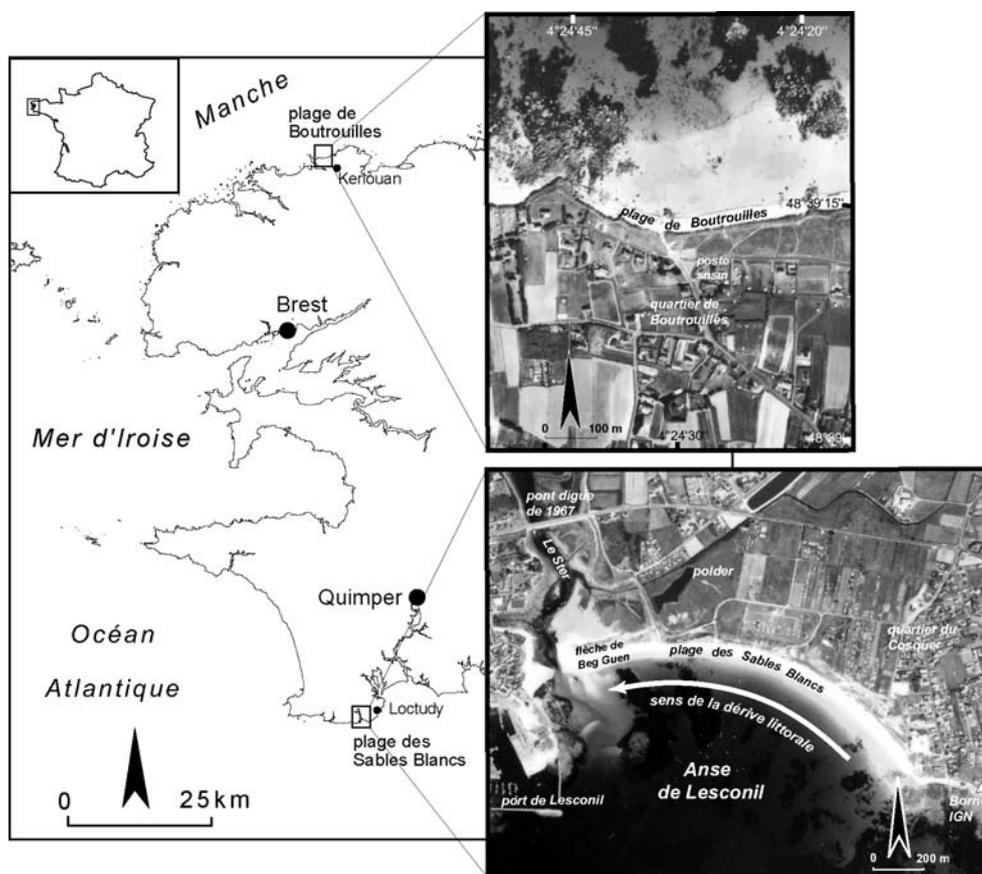


Figure 1. Carte de localisation des sites d'étude

Elle est formée d'une flèche sableuse de 1,1 km qui s'étire d'est en ouest depuis sa racine située au niveau du lieu dit Le Cosquer, et qui protège une zone basse polderisée d'une centaine d'hectares. Ce cordon à pointe libre a été construit par la dérive littorale orientée vers l'ouest ; cette dernière est générée par la réfraction des houles de sud à SW, à laquelle s'ajoutent des phénomènes de diffraction autour de la digue portuaire de Lesconil. La plage de Boutrouilles quant à elle, est située sur la presqu'île de Kerlouan dans le nord Finistère (figure 1). Elle s'étend

sur environ 300 m suivant une direction ouest est, et est exposée aux houles de secteur nord-ouest à nord-est. Sur ce site, un cordon dunaire culminant à 11 m d'altitude NGF protège une zone basse urbanisée située en arrière. Depuis quelques dizaines d'années, ces deux cordons littoraux connaissent un recul plus ou moins marqué de leur front de dune. Cette évolution est d'autant plus préoccupante que ces cordons dunaires forment un rempart naturel contre la submersion marine, protégeant ainsi les zones basses plus ou moins urbanisées situées en arrière. C'est dans ce contexte que les communes de Loctudy et de Kerlouan ont fait appel à la société Espace Pur afin mettre en place des ouvrages de défense côtière de type STABIPLAGE®.

2 La technique STABIPLAGE®

La technologie STABIPLAGE® utilisée pour lutter contre l'érosion marine est développée depuis 1997 par la Société Espace Pur. Elle s'inscrit dans une démarche volontariste de préservation de l'environnement et se distingue ainsi des techniques lourdes traditionnelles (ouvrages en béton, enrochements, etc.). Cette technique s'appuie sur l'utilisation de structures conçues « sur mesure » et implantées suivant les caractéristiques physiques du site. Le principe fondamental de la technologie repose donc sur le captage, l'accumulation et le maintien en place des sédiments, tout en favorisant l'intégration paysagère des ouvrages.

Le STABIPLAGE® est une structure multicouche conçue à partir de matériaux géocomposites (minimum 2 couches : un filtre perméable recouvert d'une carapace résistant à l'abrasion, aux UV, aux alcalins, micro-organismes, etc.). Il forme une enveloppe fermée mais perméable, qui une fois injectée de sédiments, constitue un corps monolithique de section elliptique diminuant ainsi les phénomènes réfléchissants (figure 2).

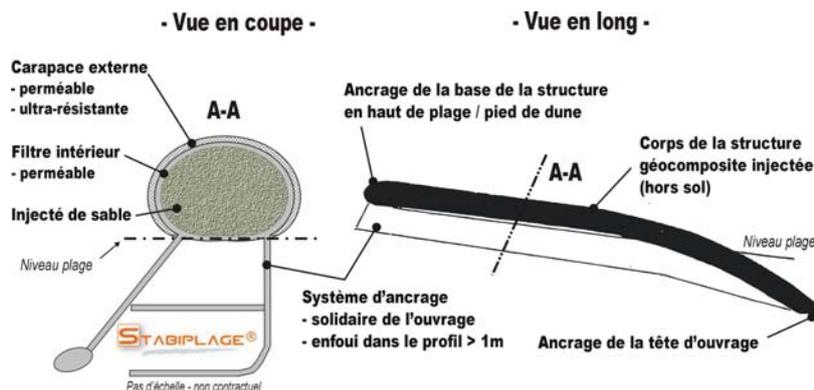


Figure 2 : Coupe transversale et longitudinale d'un STABIPLAGE® avec ancrage

Comme l'ont montré Oh et Shin (2006)^[1] l'absence de cavité au sein de la structure réduit les contraintes hydrauliques exercées par la houle et les courants telles que les phénomènes de surpression ou de soutirage de matériaux par succion. Enfin, la perméabilité des STABIPLAGE® permet d'améliorer le dépôt

des sédiments contre et sur l'ouvrage, et de ne pas perturber de drainage « naturel » du cordon littoral. Un système d'ancrage solidaire de la structure peut aussi être posé suivant les caractéristiques du milieu. Ce dernier renforce la stabilité de l'ouvrage et évite que la structure ne soit déformée ou détériorée par l'action de la houle et des courants.

3 Mise en place des STABIPLAGE® sur les deux sites

Entre les mois de février et de mars 2004, cinq STABIPLAGE® injectés de sable prélevé *in situ*, d'une longueur de 35 m et d'une hauteur de 0,80 m, ont été implantés en épi sur la plage des Sables Blancs, à intervalle de 50 m (figure 3A). L'objectif était dans ce cas de bloquer le transit longitudinal afin d'exhausser le profil de plage, et dans une moindre mesure, de ralentir l'allongement de la flèche de Beg Guen qui tend à fermer l'exutoire du Ster. Pour la plage de Boutrouilles, la pose d'un STABIPLAGE® en pied de dune a été terminée fin novembre 2006 ; l'objectif était ici de fixer le trait de côte sans pour autant recourir à une technique « lourde » de type enrochement (figure 3B). Il s'agit d'une structure longitudinale d'une longueur de 270 m sur 1,2 m de diamètre. L'injection du STABIPLAGE®, le recouvrement de l'ouvrage, et le reprofilage de la dune ont été réalisés à partir de sables prélevés sur site.

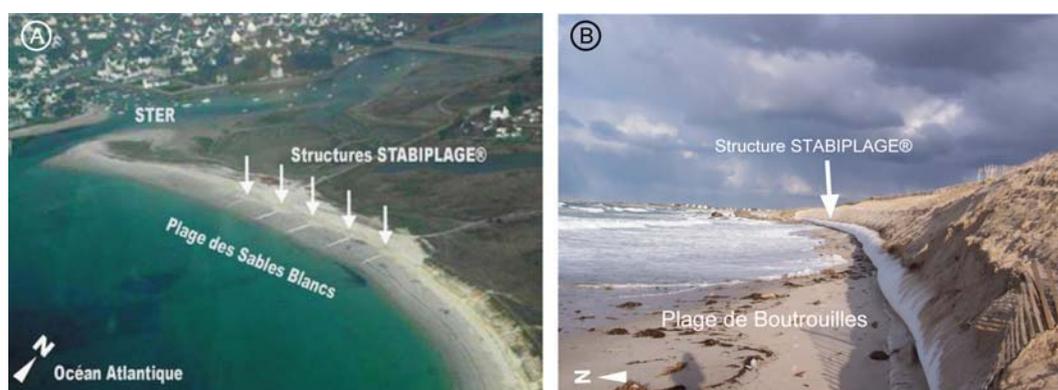


Figure 3. *Vue aérienne des 5 STABIPLAGE® transverses mis en place sur la plage des Sables Blancs (A). Vue oblique du STABIPLAGE® implanté en pied de dune sur la plage Boutrouilles (B)*

4 Mesures de terrain et analyse des forçages météomarins

Le suivi morphosédimentaire a été réalisé à partir de mesures topomorphologiques au DGPS de la zone subtidale et intertidale, avec une fréquence mensuelle. Pour la plage des Sables Blancs, des levés planaires ont été réalisés afin d'analyser les changements morphosédimentaires en 3D (figure 4A), l'objectif était dans ce cas d'observer l'exhaussement de la plage de part et d'autre des STABIPLAGE®. Le calcul des cubatures a été réalisé sur un premier

périmètre circonscrit aux quatre caissons (figure 5B), et sur une surface étendue aux secteurs périphériques des STABIPLAGE® (figure 5C).

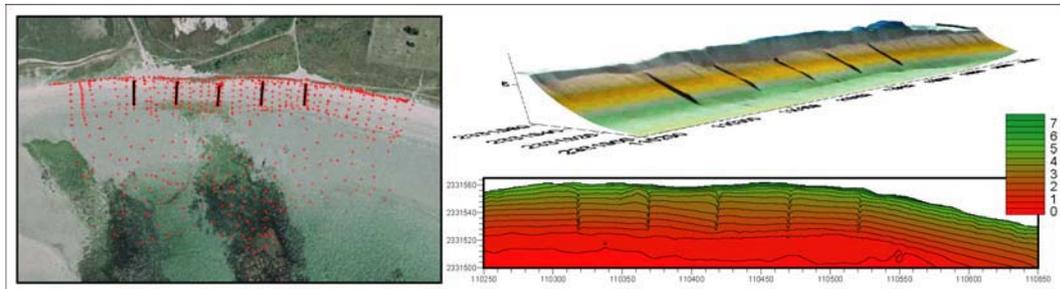


Figure 4 : Procédure de relevé topo-morphologique allant de la saisie de points topographiques sur le terrain, à la construction d'un MNT suivant une maille de 50 cm, à la réalisation d'une carte topographique en isolignes

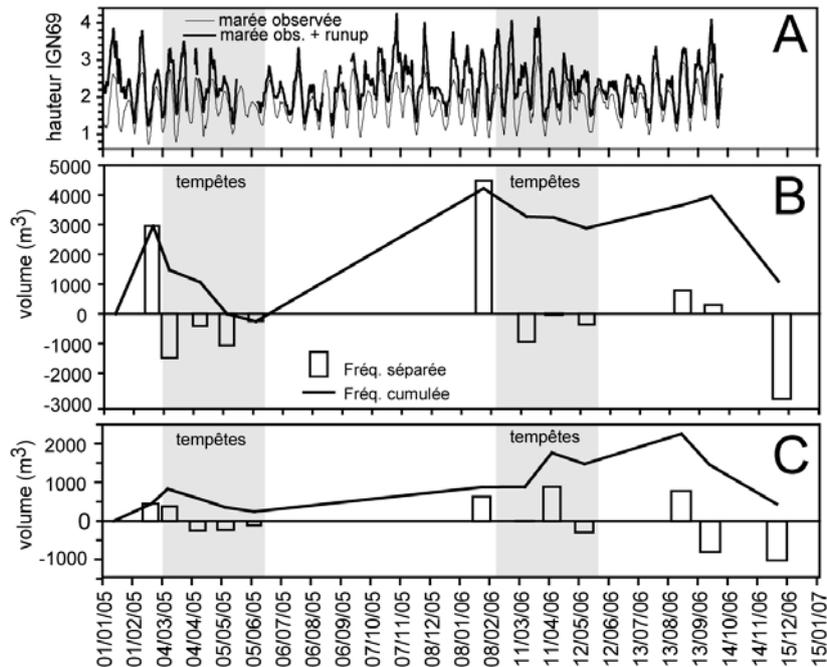


Figure 5 : Evolution morphosédimentaire de la plage des Sables Blancs entre janvier 2005 et 2007. (A) niveaux d'eau à la côte ; (B) zone étendue aux secteurs périphériques des STABIPLAGE® ; (C) zone circonscrite au STABIPLAGE®

Pour la plage de Boutrouilles, le suivi a reposé sur des levés de profils de plage réalisé entre novembre 2006 et avril 2008, dans le but d'évaluer l'efficacité de l'ouvrage censé fixer le trait de côte, et d'analyser l'évolution du système haut de plage / dune en fonction des conditions météorologiques. Le calcul des cubatures a été réalisé sur deux sections du profil : la dune / estran afin de quantifier le bilan sédimentaire de la cellule littorale dans son ensemble (figure 6A) ; la section dune / haut de plage correspondant à la partie la plus mobile du profil (figure 6B).

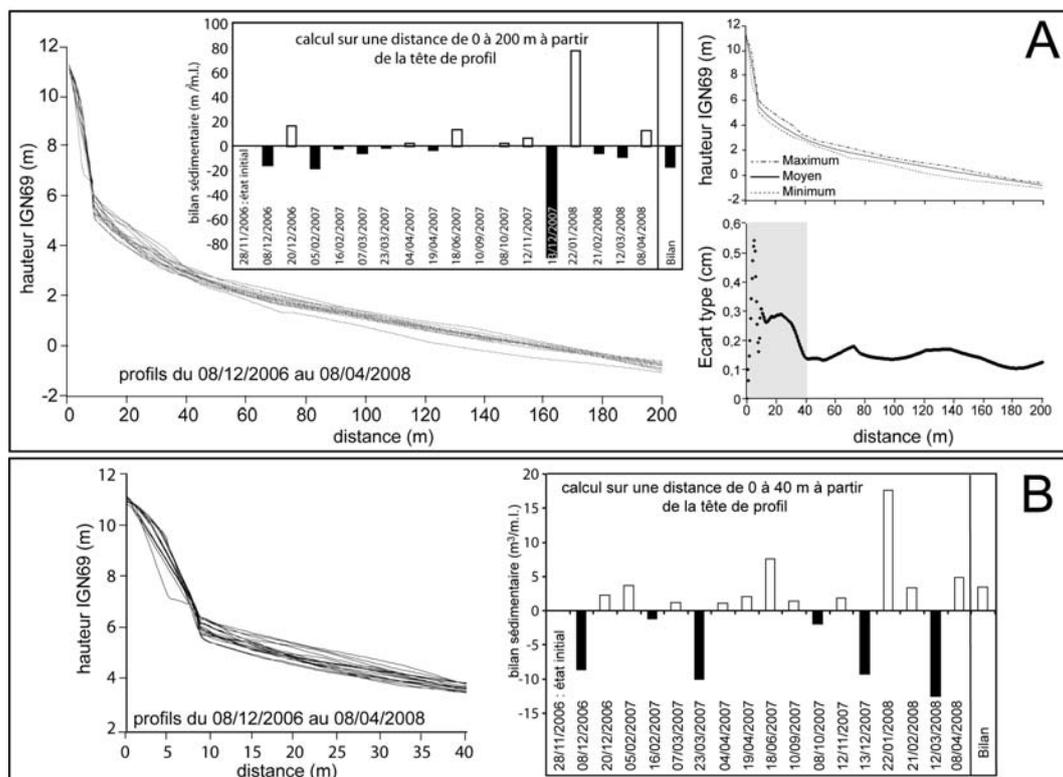


Figure 6 : Evolution morphosédimentaire de la plage de Boutrouilles entre novembre 2006 et avril 2008. (A) dune / estran ; (B) dune / haut de plage

L'analyse des forçages météomarins a consisté essentiellement à quantifier la hauteur des niveaux d'eau à la côte en utilisant les données de houles¹ et de marée observée² obtenues pour les deux sites. La méthode a reposé sur la combinaison de deux paramètres : la marée observée et le *runup* (figures 5A et 9). Ce dernier paramètre a été calculé à partir des formules de STOCKDON *et al.* (2006)^[2].

5 Les résultats

L'analyse des résultats pour la plage des Sables Blancs a été centrée sur deux périodes durant lesquelles les relevés ont été réalisés à une fréquence mensuelle : janvier à juin 2005 et janvier à septembre 2006 (figure 5). Durant la première période les STABIPLAGE[®] ont bloqué une partie des sédiments transitant conformément au sens de la dérive littorale. Cela a entraîné une accumulation à l'est des structures atteignant +600 m³, et un engraissement des compartiments d'environ +183 m³ (figure 7). A l'inverse, la diminution des apports sédimentaires en aval transit a eu pour effet le démaigrissement de la plage située à l'ouest des

¹ Les données de houles ont été obtenues à partir du modèle de simulation numérique du SHOM

² La marée enregistrée respectivement par les marégraphes de Roscoff pour Boutrouilles et de Concarneau pour les Sables Blanc, provient de la base de données SONEL (<http://www.sonel.org/>)

structures (-545 m³). Le bilan global montre un gain d'environ 250 m³ au sein des STABIPLAGE[®] (figure 5C), il est par contre déficitaire lorsque l'on considère la zone périphérique aux structures (figure 5B).

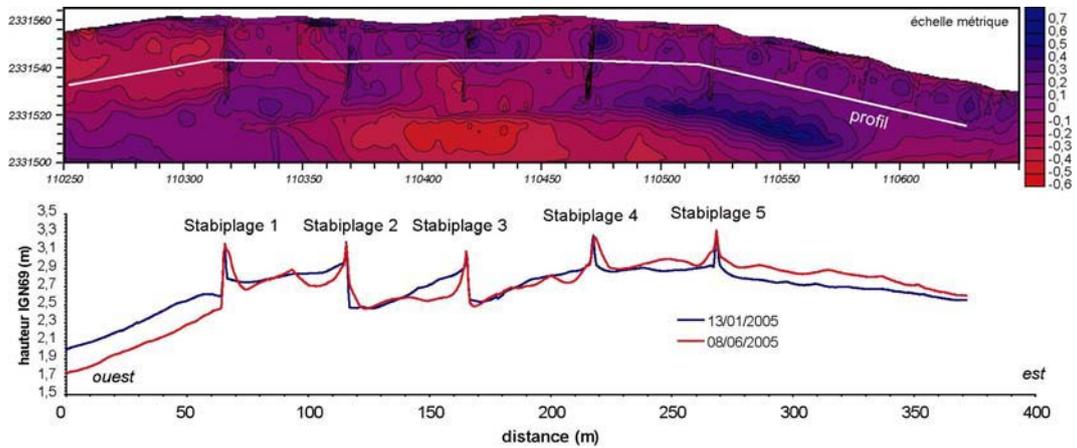


Figure 7 : Evolution morphosédimentaire de la plage des Sables Blancs entre les mois de janvier et juin 2005

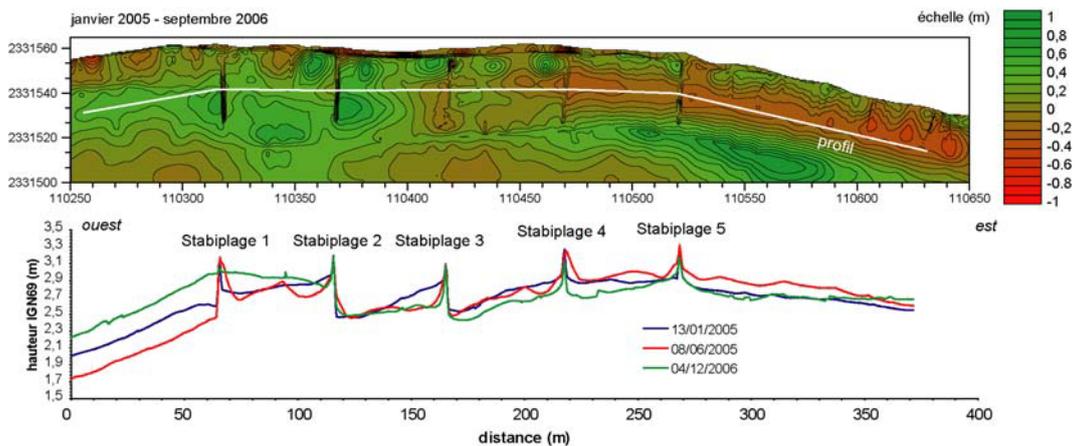


Figure 8 : Evolution morphosédimentaire de la plage des Sables Blancs entre les mois de janvier 2005 et septembre 2006

La seconde période (janvier à septembre 2006) est marquée par un engraissement sédimentaire généralisé atteignant 4000 m³ sur la zone la plus étendue (figure 5B); le gain au niveau des compartiments *stricto sensu* est d'environ 1500 m³ (figure 5C). L'accrétion a essentiellement concerné les compartiments situés à l'ouest à partir de prélèvements sédimentaires effectués à l'est (figure 8); là encore, ces observations montrent le rôle important de la dérive littorale dans le transit sédimentaire bien piégé par la présence des ouvrages.

Pour la plage de Boutrouilles, le système dune / plage intertidale enregistre une déperdition de matériel de 16,4 m³/ml sur l'ensemble de la période, malgré la forte variabilité saisonnière observée (figure 6A). Pour la zone du haut de plage et

de la dune (figure 6B), le bilan sédimentaire sur l'ensemble de la période est positif (+3,5 m³/ml). On observe toutefois quatre épisodes majeurs de démaigrissement correspondant à des processus d'érosion générés par des niveaux d'eau à la côte supérieurs à l'altitude de la plage au bas de l'ouvrage (figure 9).

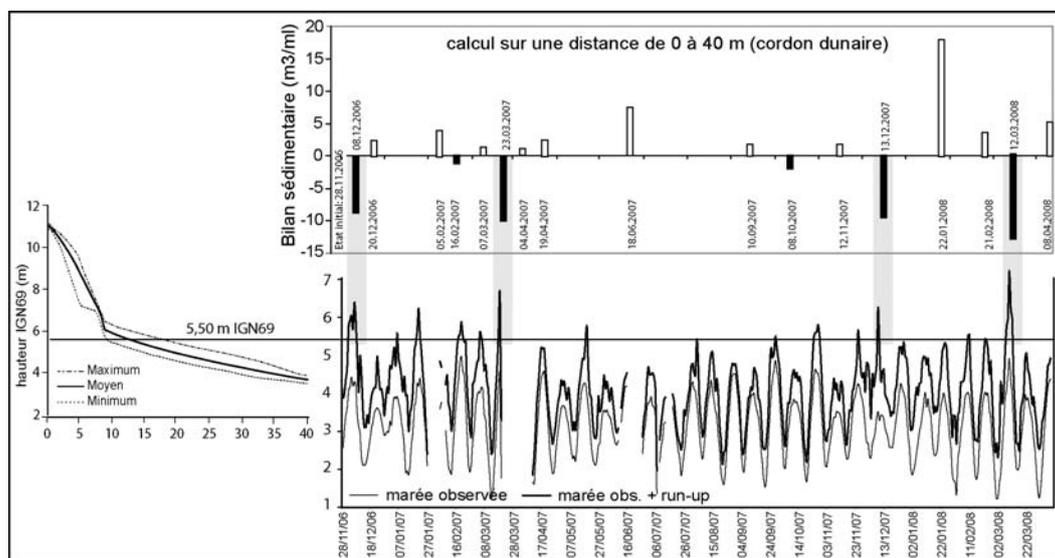


Figure 9 : Evolution du bilan sédimentaire du haut de plage / dune à Boutrouilles et des hauts niveaux d'eau à la côte entre novembre 2006 et avril 2008

Ces hauts niveaux d'eau interviennent lors d'évènements tempétueux comme celui du 10 mars 2008 durant lequel la hauteur du jet de rive a atteint plus de 7 m NGF, soit environ 1,5 m supérieur au pied de l'ouvrage. On observe toutefois des phases de réengraissement non négligeable du haut de plage après chacun de ces épisodes.

6 Discussion

Les résultats obtenus à partir du suivi effectué sur la plage des Sables Blancs montrent que les structures STABIPLAGE[®] en position d'épi, remplissent leur objectif en captant de façon efficace le transit sédimentaire longitudinal, et en favorisant l'exhaussement du haut de plage. Sur l'ensemble de la période (janvier 2005 à septembre 2006), le gain de sédiments au sein des compartiments *stricto sensu* a atteint 1500 m³, soit une accrétion d'environ 20 cm. Sur la surface de plage intégrant les zones périphériques aux STABIPLAGE[®], l'augmentation du volume de sable a atteint 4000 m³, soit environ 18 cm d'accrétion. Cette évolution s'est faite en deux temps. Entre la mise en place des structures et le mois de juin 2005, un stock de sable a été bloqué en amont des STABIPLAGE[®] alors que la partie aval dérive enregistrait un déficit sableux. Au cours de l'année 2006, ce stock sédimentaire s'est déplacé vers l'ouest, inversant ainsi la morphologie du site : l'érosion s'est concentrée en amont dérive alors que l'accrétion a concerné la

partie occidentale de la plage. Nous interprétons cette évolution comme étant la conséquence du remplissage des compartiments amont dérive permettant ainsi aux courants de dérive de reprendre la partie excédentaire de ce volume sédimentaire pour l'exporter alors vers l'aval dérive. Toutefois, comme le montre la forte variabilité d'un mois sur l'autre (figure 5), ce fonctionnement peut être perturbé par des circulations transverses en périodes de tempête. Durant ces épisodes de forte énergie, les compartiments peuvent se vider sous l'action des courants de retour et/ou de la submersion exacerbée du haut de plage. C'est ce que l'on observe en 2005 et 2006 durant les tempêtes d'équinoxe de printemps (figure 5A). De même, les observations menées durant l'année 2007 ont montré que les STABIPLAGE® avaient subi des détériorations telles que des déchirures de la carapace entraînant un départ des matériaux au sein de la structure. Ces phénomènes sont généralement attribués à des mouvements de tension au sein de la structure générés lors des tempêtes, elles sont aussi produites par des projections de matériaux grossiers anguleux^[3]. Ces détériorations peuvent être évitées en adoptant une procédure rigoureuse d'installation de la structure^[3]. Il convient également de signaler que l'amélioration de la solidité des géotextiles permettra aussi de diminuer ces phénomènes de détérioration.

Concernant la plage de Boutrouilles Les enseignements que l'on peut tirer du suivi effectué montrent que la structure STABIPLAGE® longitudinale joue pleinement son rôle de fixation du trait de côte. Toutefois, la submersion « exceptionnelle » survenue durant la tempête du 10 mars 2008 a montré que l'ouvrage pouvait être franchi par les vagues déferlantes, générant un recul de la dune en arrière de l'ouvrage et obligeant la commune à procéder à du rechargement (figure 10). A partir de là se pose le problème du dimensionnement et/ou du positionnement de l'ouvrage qui doit tenir compte de plusieurs paramètres : contraintes techniques, hydrosédimentaires et dynamiques, mais aussi de coût et d'impact paysager. Pour autant, il convient de signaler que durant cet épisode l'ouvrage n'a subi aucune détérioration et s'est bien comporté face à l'assaut des vagues. Cette capacité à résister aux fortes tempêtes hivernales a été également observée sur le littoral Girondin et dépend essentiellement du bon ancrage de l'ouvrage lors de sa mise en place^[4]. Il est également apparu que le STABIPLAGE® conditionne le fonctionnement du haut de plage en accentuant les effets réfléchissants de la houle sur l'ouvrage (on notera toutefois que ces phénomènes existeraient tout de même sans la présence de l'ouvrage). Ces processus favorisent le départ de sédiments en haut de plage lors de hauts niveaux d'eau générés par des tempêtes, comme l'ont attesté les levés du 8 décembre 2006, du 23 mars et du 13 décembre 2007. Les mesures ont cependant montré que ces phases d'érosion du haut de plage étaient rapidement suivies de processus de réengraissement liés en grande partie aux apports éoliens. Néanmoins, le bilan sédimentaire global de la cellule reste déficitaire (-16,4 m³/ml). A terme, cela affecterait la capacité du milieu à se régénérer car un abaissement continu du profil du haut de plage entraînerait une submersion plus fréquente de la dune lors des tempêtes et pourrait aussi déstabiliser et/ou détériorer le STABIPLAGE®. Il convient donc de signaler que la période d'observation concernant le suivi réalisé

sur la plage de Boutrouilles reste trop courte pour préjuger de la durabilité de la structure mis en place.

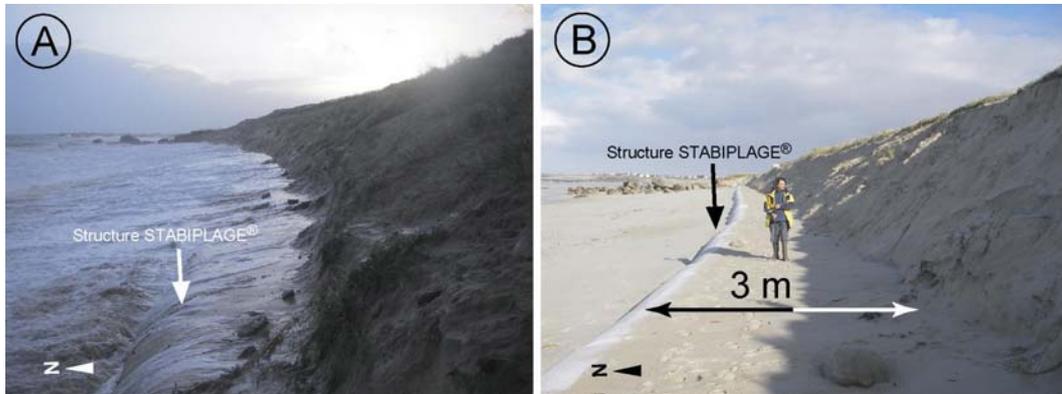


Figure 10. Vue oblique de la plage de Boutrouilles. (A) : STABIPLAGE® submergé durant la tempête du 10 mars. (B) : recul de la dune observé le 12 mars

7 Conclusion

Au terme de cette étude, il est possible de conclure sur le fait que la technique STABIPLAGE®, en tant que procédé de lutte contre l'érosion marine, apparaît comme un très bon moyen alternatif aux méthodes lourdes (épis, enrochements, perrés maçonnés, etc.). Elle offre de bons résultats en matière de captage des sédiments, d'engraissement des plages, et de fixation du trait de côte, toutefois, comme toutes les techniques d'ingénierie, elle perd de son efficacité en période de forte énergie.

8 Références bibliographiques

1. OH Y.I et SHIN E.C., 2006, *Using submerged geotextile tubes in the protection of the E. Korean shore*. Coastal Engineering, n° 53, pp. 879-895.
2. STOCKDON H.F., HOLMAN R.A., HOWD P.A., SALLENGER A.H., 2006. *Empirical parametrization of setup, swash and runoff*. Coastal Engineering, n° 53, pp. 573-588.
3. BURCHARTH H.F., HAWKINS S.J., ZANUTTIGH B., LAMBERTI A., 2007, *Environmental design guidelines for low crested coastal structures*, Elsevier, Great Britain, 400 p.
4. ARTIERE O., BOUGIS J., DUNAND M., DURANT F., VASSAL P., 2005, *Protection côtière par tubes filtre conteneurs – Cas de la plage de l' « Amélie »*. Actes du colloque des VIIIème Journée Nationales Génie Civil - Génie Côtier, Compiègne 7-9 septembre 2004, D. Levacher, P. Sergent, A. Ouahsine et le Centre Français du Littoral (Eds.), Tome 2, pp.769-775.