



HAL
open science

Rapport sur le suivi morphosédimentaire du cordon dunaire de la plage du Vougot pour l'année 2013

Serge S. Suanez, Emmanuel Blaise

► **To cite this version:**

Serge S. Suanez, Emmanuel Blaise. Rapport sur le suivi morphosédimentaire du cordon dunaire de la plage du Vougot pour l'année 2013. [Rapport de recherche] LETG-Brest UMR 6554 CNRS; Université de Bretagne Occidentale (UBO). 2013, 18 p. hal-00922577

HAL Id: hal-00922577

<https://hal.science/hal-00922577>

Submitted on 12 Aug 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



UEB

université
de Bretagne
occidentale

Serge
SUANEZ

Emmanuel
BLAISE

Rapport sur le suivi mor- phosédimentaire du cordon dunaire de la plage du Vougot pour l'année 2013

Novembre 2013



INSTITUT
UNIVERSITAIRE
EUROPÉEN
DE LA MER



commune de Guissény



**COMMUNE DE GUISSÉNY (FINISTÈRE)
et REGION BRETAGNE**

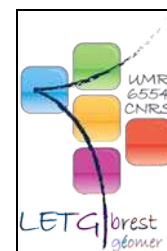
PROGRAMME NATURA 2000

**RAPPORT D'ACTIVITÉ SUR LE SUIVI MORPHO-SEDIMENTAIRE
DU CORDON DUNAIRE DE LA PLAGE DU VOUGOT (COMMUNE
DE GUISSÉNY) POUR L'ANNÉE 2013**

Maître d'oeuvre

LETG-Brest-Géomer - UMR 6554 CNRS
Institut Universitaire Européen de la Mer
Place Nicolas Copernic, 29280 Plouzané

Direction scientifique : Serge SUANEZ
serge.suanez@univ-brest.fr



Décembre 2013

Pour tous renseignements, s'adresser à :

Nicolas LONCLE, Chargé de mission Natura 2000
Mairie de Guissény, Place Porthleven-Sithney
29880 Guissény
Tel : 02 98 25 69 57



Introduction

Cette étude s'inscrit dans l'un des objectifs Natura 2000 défini par la commune de Guissény : la conservation et l'entretien des milieux dunaires (objectif A3) qui se traduit par une fiche action N°6 « *réhabiliter les zones dunaires dégradées* ». Ainsi, deux actions ont été décidées :

- la restauration, la mise en défend et l'entretien des milieux dunaires financés par le biais des Contrats Natura 2000 (financement Etat et Europe)
- le suivi scientifique de ces opérations (pour évaluer la pertinence des actions) financé par le Conseil Régional de Bretagne entre 2004 et 2008 dans le cadre d'un Contrat Nature. Depuis l'année 2009, ce suivi est financé par la commune de Guissény.

À ce titre, un suivi morphosédimentaire du cordon dunaire de la plage du Vougot a été lancé au mois de juillet 2004 ; ce travail s'est de plus accompagné de deux études qui ont été également réalisées par le laboratoire LETG-Brest-Géomer – UMR 6554 CNRS (Université de Bretagne Occidentale) ; la première portant sur la cinématique du cordon dunaire de la plage du Vougot depuis 50 ans, et la seconde sur l'évaluation du risque de submersion (Suanez, 2004 ; Suanez et Sparfel, 2005 ; Suanez *et al.*, 2006 ; Suanez, 2007 ; Sparfel et Suanez, 2007 ; Suanez *et al.*, 2007 ; Suanez et Cariolet, 2008 ; Cariolet et Suanez, 2009 ; Suanez *et al.*, 2009 ; Suanez *et al.*, 2010 ; Suanez et Cariolet, 2010 ; Suanez *et al.*, 2012a ; Suanez *et al.*, 2012b ; Suanez *et al.*, 2013).

Le travail mené durant l'année 2013 se situe dans la continuité de ce suivi, il a concerné (i) la poursuite du suivi topo-morphologique du cordon dunaire à partir de mesures de terrain à haute fréquence du système cordon dunaire / plage intertidale ; (ii) la réalisation d'un levé du trait de côte afin de poursuivre l'analyse de sa cinématique sur l'année écoulée (2012-2013).

1 – Contexte de l'étude

Il ne convient pas ici de refaire l'historique sur le contexte de cette étude, cet exposé a largement été développé dans les précédents rapports (Suanez, 2004 ; Suanez et Sparfel, 2005 ; Suanez, 2007 ; Suanez *et al.*, 2006, 2009, 2010, 2012, 2013 ; Suanez et Cariolet, 2008). Nous rappellerons toutefois que depuis plusieurs décennies, la partie orientale du cordon dunaire de la plage du Vougot (figure 1), encore appelée la plage du Curnic, est en érosion. Cette érosion est attribuée à la construction en 1974 d'une jetée de protection de la zone de mouillage située à l'est de l'îlot d'Enez Croas Hent. La mise en place de cet ouvrage a largement modifié la dynamique morphosédimentaire en bloquant le transit des sédiments qui se faisait entre ce secteur et la plage du Vougot située à l'ouest (Hallégouët, 1998 ; Suanez et Sparfel, 2005 ; Suanez *et al.*, 2006 ; Suanez *et al.*, 2010).

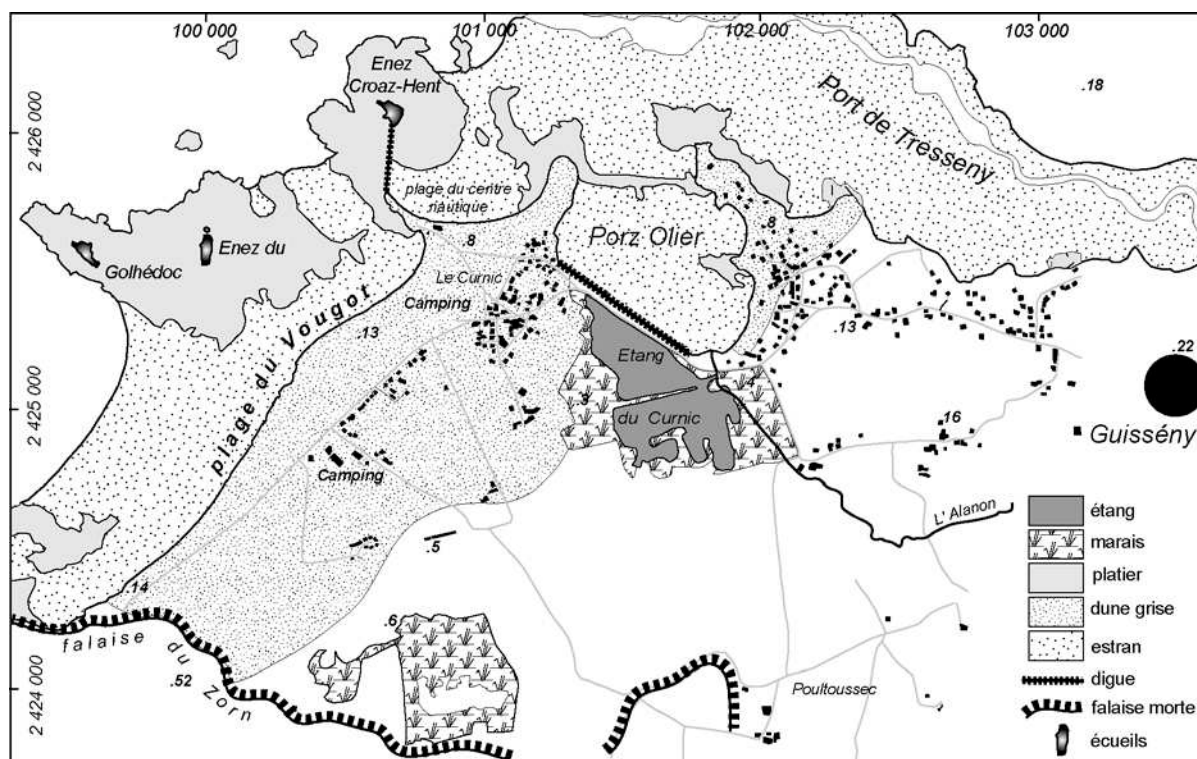


Figure 1 – Carte de localisation du secteur d'étude

Afin d'analyser et de quantifier le recul de la dune, un suivi topo-morphologique à haute fréquence du système plage / cordon dunaire a été entrepris à partir du mois de juillet 2004. Les données obtenues sur les quatre premières années (2004-2008) ont montré que le recul du cordon dunaire restait faible : environ 0,70 m/an dans le

secteur où l'érosion est la plus importante (au niveau de la radiale 1). Toutefois, la tempête du 10 mars 2008 a montré que le recul pouvait atteindre plus de 6 m en quelques heures lorsque les conditions météorologiques le permettaient (Suanez et Cariolet, 2008, 2010). Ce recul exceptionnel du front de dune durant cet épisode a joué dans l'augmentation des vitesses d'érosion : de 0,70 à 1,5 m dans les secteurs où l'érosion est la plus importante (Suanez *et al.*, 2010).

Les résultats obtenus à partir de l'année 2009, postérieurement à la tempête du 10 mars 2008, ont montré (i) que le recul du cordon dunaire était revenu à des valeurs similaires à celles obtenues sur la période 2004-2008 : environ -0,70 m/an ; (ii) que le pied de dune et le haut de plage avaient connu un engraissement sédimentaire très important à partir du matériel prélevé à la plage intertidale entraînant un approfondissement considérablement de cette dernière (Suanez *et al.*, 2012a, 2012b, 2013). En fin d'année 2009, on constatait l'apparition de surfaces de tourbe en bas d'estran suite au départ du sable qui la recouvrait. La deuxième partie du travail de suivi effectué durant l'année 2009 a montré qu'entre 2005 et 2009, la plage du Centre Nautique s'était engraisée d'environ 22.000 m³ de sable. Ces données ont confirmé le blocage du transit sédimentaire contre la jetée du Curnic. Inversement, 22.000 m³ étaient perdus par le système plage intertidale / cordon dunaire du Vougot.

Durant les années 2010 et 2011, ces processus se sont poursuivis de telle sorte que le volume sédimentaire perdu par la dune dans la partie la plus orientale de la plage du Vougot (au niveau des radiales 1 et 2) lors de la tempête du 10 mars 2008, a été de nouveau retrouvé. Pour autant, le front de dune n'est pas revenu à sa position antérieure à la tempête du 10 mars 2008 ; cet engraissement s'est traduit par la construction d'un bourrelet végétalisé, constitué d'une succession de dunes embryonnaires (Suanez *et al.*, 2012a, 2012b). Le maintien de ces dunes embryonnaires en pied de cordon dunaire a été expliqué par le fait que nous n'avons eu aucune tempête associée à une forte marée de vive-eau depuis le 10 mars 2008. Les hivers 2008-2009, 2009-2010, et 2010-2011 ont été très froids et peu morphogènes et les épisodes tempétueux printaniers de l'année 2010 (les tempêtes Klaus en février 2009, Xynthia en février 2010, et Joachim en décembre 2011, n'ont généré aucune érosion.

Le suivi effectué durant l'année 2012 a montré une « petite » reprise de l'érosion, notamment lors de la tempête du 17-18 octobre qui a principalement

affecté la partie orientale de la plage du Vougot (Suanez *et al.*, 2013). Cela s'est traduit par un recul atteignant 2 m par endroit (entre les radiales 1 et 3). Toutefois, la construction du bourrelet dunaire de seconde ligne postérieure à la tempête du 10 mars 2008 a joué un rôle protecteur pour la dune grise. La même évolution a été enregistrée au niveau de la plage du Centre Nautique.

Un deuxième aspect important concernait l'engraissement de la plage intertidale du Vougot dans sa partie médiane. Ces processus d'alimentation avaient été notés entre 2010 et 2011, ils se sont poursuivis en 2012, masquant ainsi les niveaux tourbeux qui étaient encore largement découverts en 2010.

2 – Suivi topomorphologique le long des six radiales

Le suivi topo-morphologique du système cordon dunaire / plage a été poursuivi le long des trois radiales situées dans la partie orientale de la plage du Vougot depuis 2004 ; il a été étendu à la partie occidentale de la plage à partir de trois radiales supplémentaires installées en juin 2011 (Suanez *et al.*, 2012b) (figure 2).

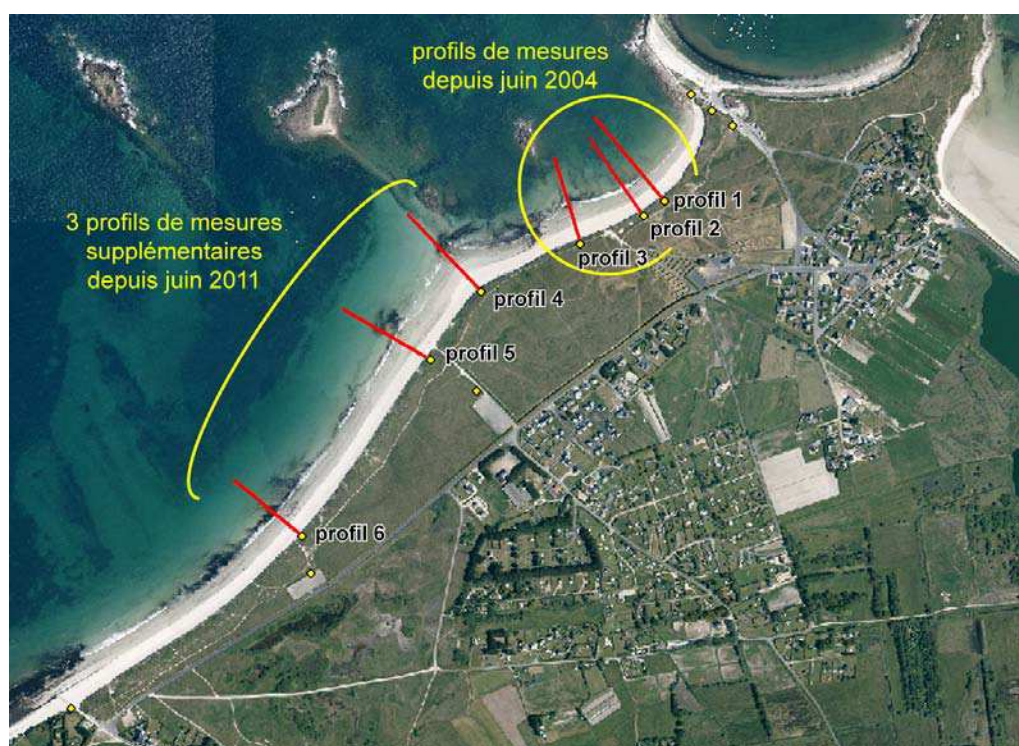


Figure 2 – Localisation des six radiales (Profils 01 à 06) le long desquelles s'effectue le suivi topo-morphologique du système plage / cordon dunaire

La fréquence des relevés de terrain est restée la même, à savoir un levé par mois. Les mesures ont été effectuées au DGPS avec une précision centimétrique en respectant un protocole rigoureux ayant été largement décrit dans les rapports précédents (Suanez, 2004 ; Suanez et Sparfel, 2005). La compilation de ces données se présente sous la forme d'enveloppes de profils (figure 3) à partir desquelles le calcul des volumes sédimentaires a été réalisé en utilisant la méthode des « surfaces verticales ». Deux types de résultats sont présentés pour les 6 radiales : (i) l'évolution du profil de l'ensemble du système plage intertidale / dune (figure 4) ; (ii) l'évolution du profil de la dune.

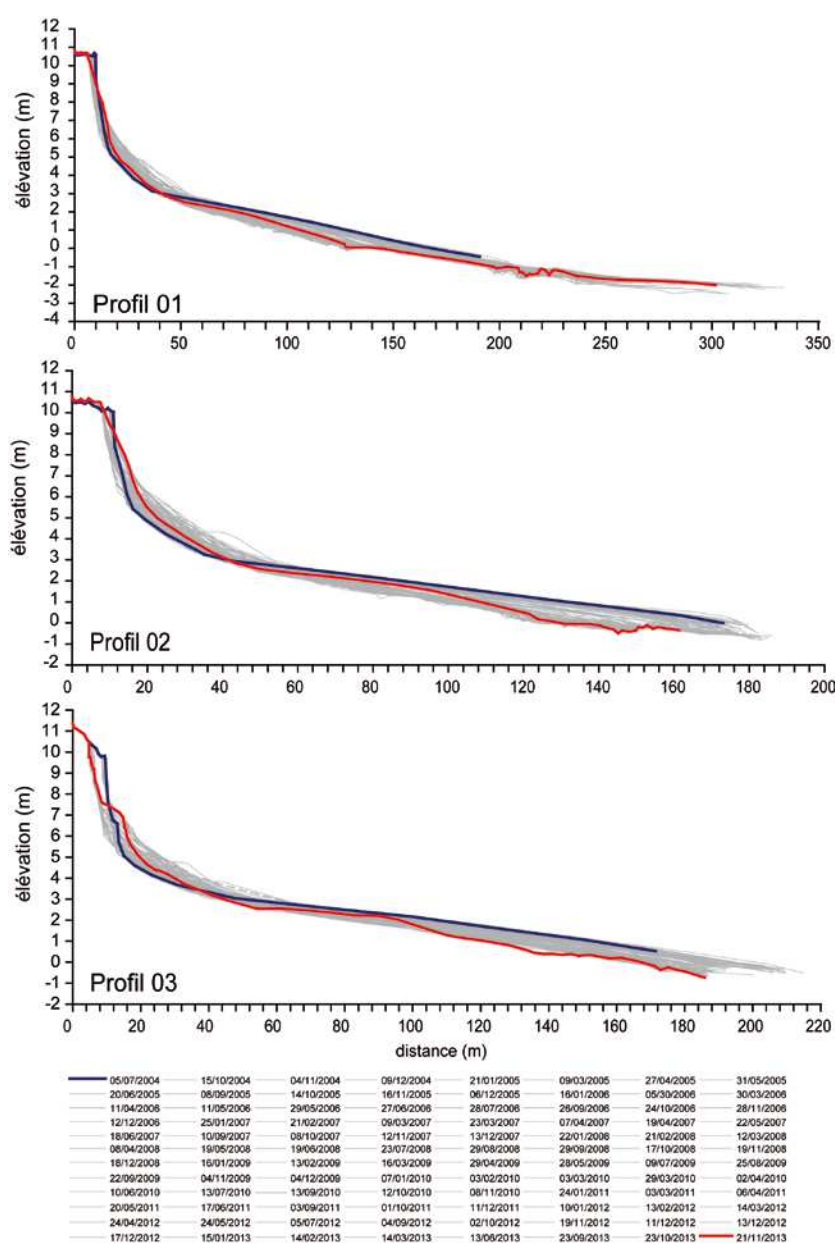


Figure 3 – Enveloppes de profils de plage / dune pour les radiales 1, 2 et 3, entre les mois de juillet 2004 et de novembre 2013

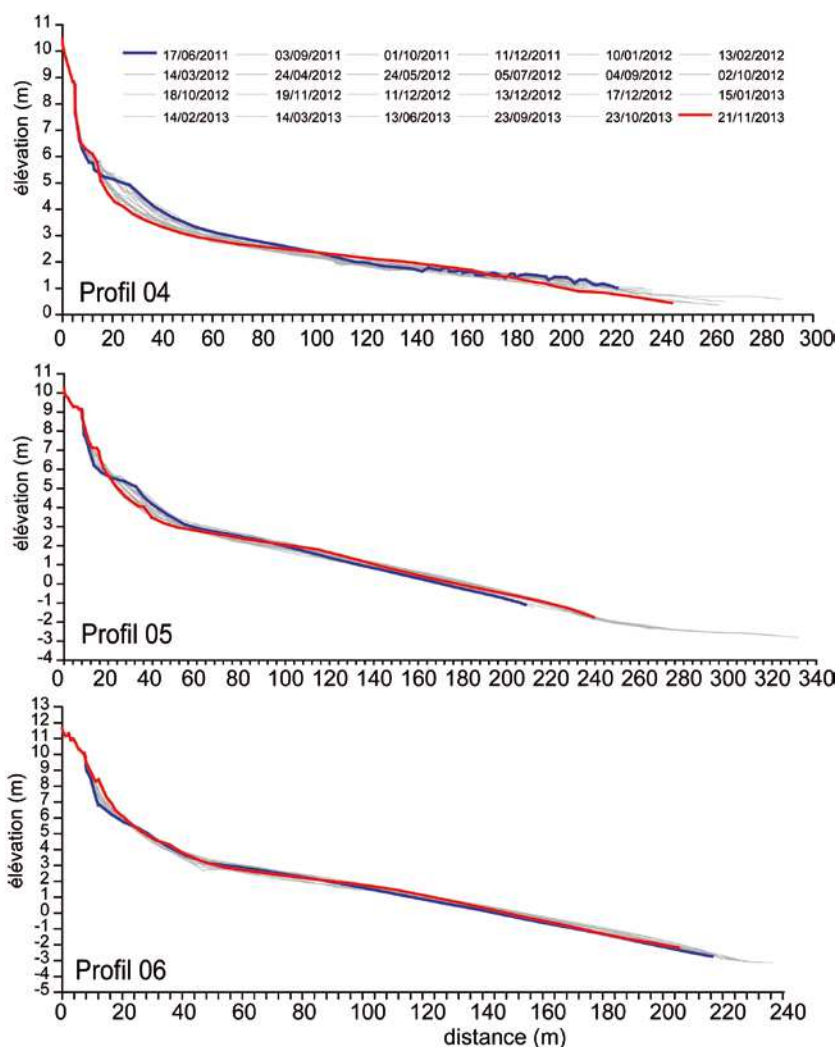


Figure 3 (suite) – Enveloppes de profils de plage / dune pour les radiales 4, 5 et 6, entre les mois de juin 2011 et de novembre 2013

2-1 Le système cordon dunaire / plage

Au niveau des radiales 1, 2 et 3, le calcul du bilan sédimentaire sur l'ensemble de la période (juillet 2004 – novembre 2013) montre que le système plage intertidale / dune a enregistré un déficit sédimentaire respectivement équivalent à -52 ; -38 et -58 m³/m.l (figure 4). Comme nous l'avons déjà noté dans le précédent rapport (Suanez *et al.*, 2013), la stabilisation du bilan sédimentaire du système dune / plage au niveau des radiales 1 et 2 s'est poursuivie durant l'année 2013, et ce malgré l'allure chaotique de la courbe. Cette évolution s'explique par un engraissement de la plage, et confirme le changement de tendance (à l'érosion) qui avait été observée après la tempête du 10 mars 2008.

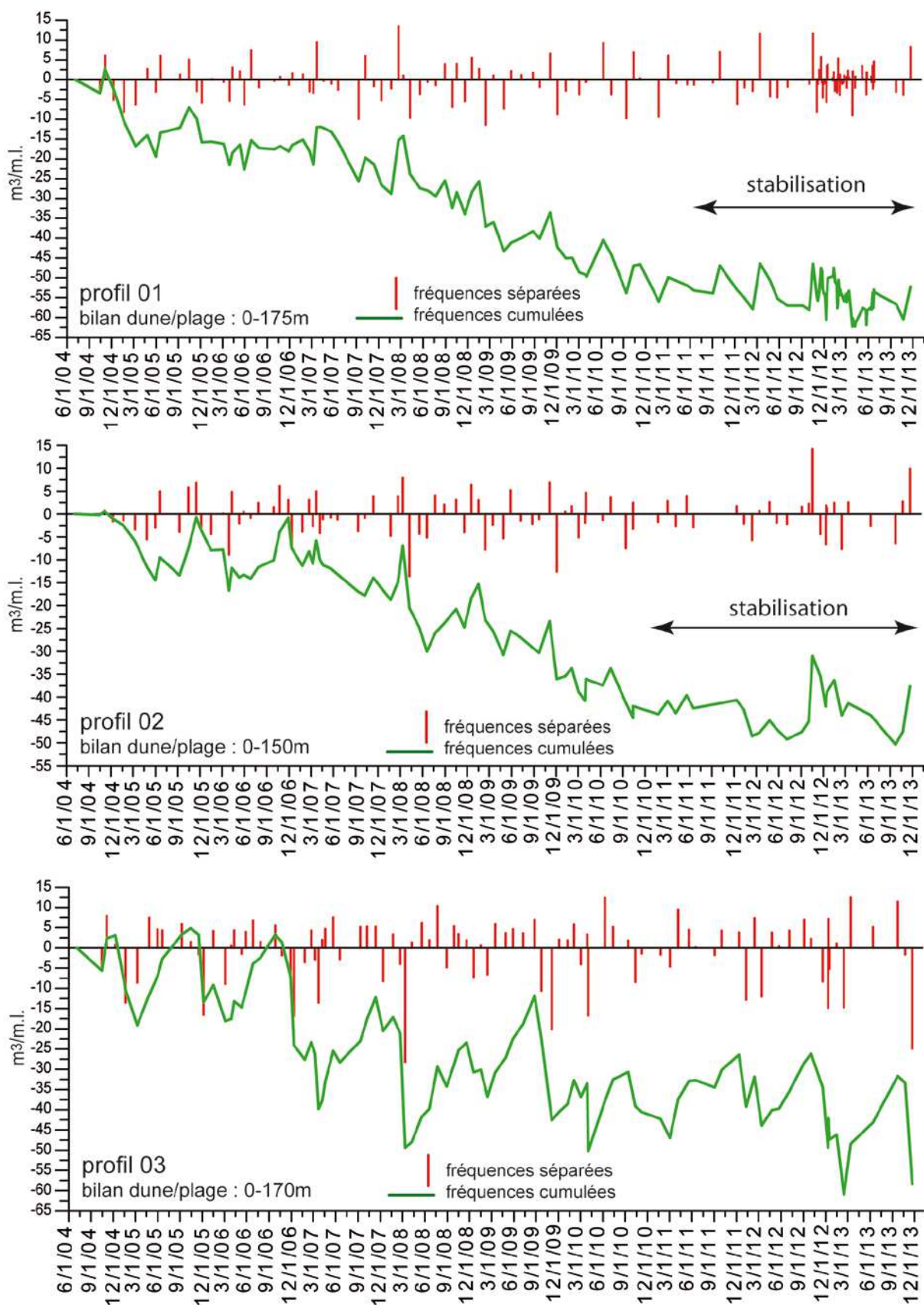


Figure 4 – Bilans sédimentaires du système plage intertidale / cordon dunaire pour les trois radiales 1, 2 et 3, entre juillet 2004 et décembre 2012

Au niveau de la radiale 3, l'évolution du bilan sédimentaire du système dune / plage montre une plus grande variabilité mensuelle. Toutefois, le bilan apparaît faiblement négatif à stable ; il était d'environ $-49 \text{ m}^3/\text{m.l}$ en mars 2008, en novembre 2013 il atteignait $-58 \text{ m}^3/\text{m.l}$.

Au niveau des radiales 4, 5, et 6, on note une augmentation du bilan sédimentaire d'est en ouest. Le système dune / plage au niveau de la radiale 4 a perdu $-27 \text{ m}^3/\text{m.l}$ depuis le mois de juin 2011 (figure 5). Au niveau de la radiale 5, le bilan est globalement équilibré ($+3$ à $+4 \text{ m}^3/\text{m.l}$), il devient excédentaire au niveau la dernière radiale 6 ($+27 \text{ m}^3/\text{m.l}$) (figure 5). L'évolution de cette zone est restée similaire à ce qui avait été observé en 2012.

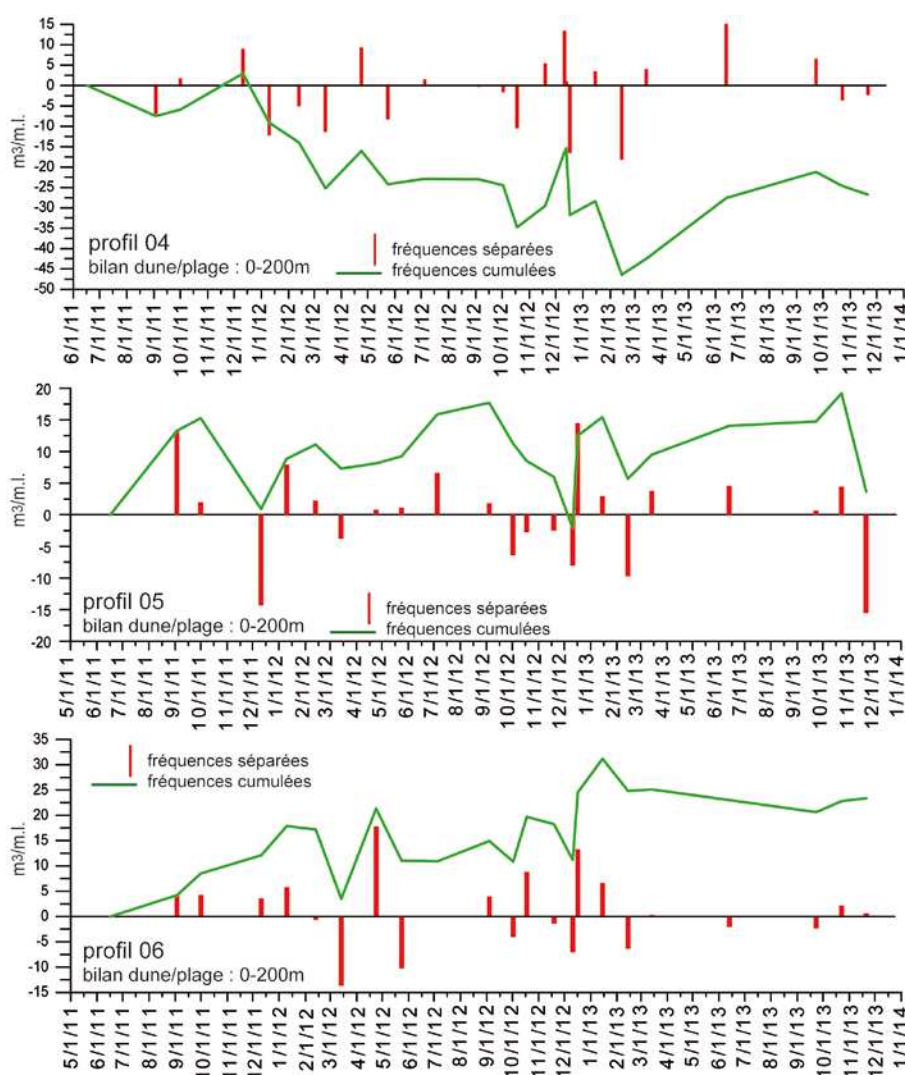


Figure 5 – Bilans sédimentaires du système plage intertidale / cordon dunaire pour les trois radiales 4, 5 et 6, entre juin 2011 et novembre 2013

2-2 Evolution du cordon dunaire

L'analyse du bilan sédimentaire de la dune *stricto sensu* montre que les phases érosives qui avaient été notées en fin d'année 2012, notamment durant l'épisode tempétueux du 17 octobre 2012, ont été encore nombreuses durant l'hiver 2013 (figure 6).

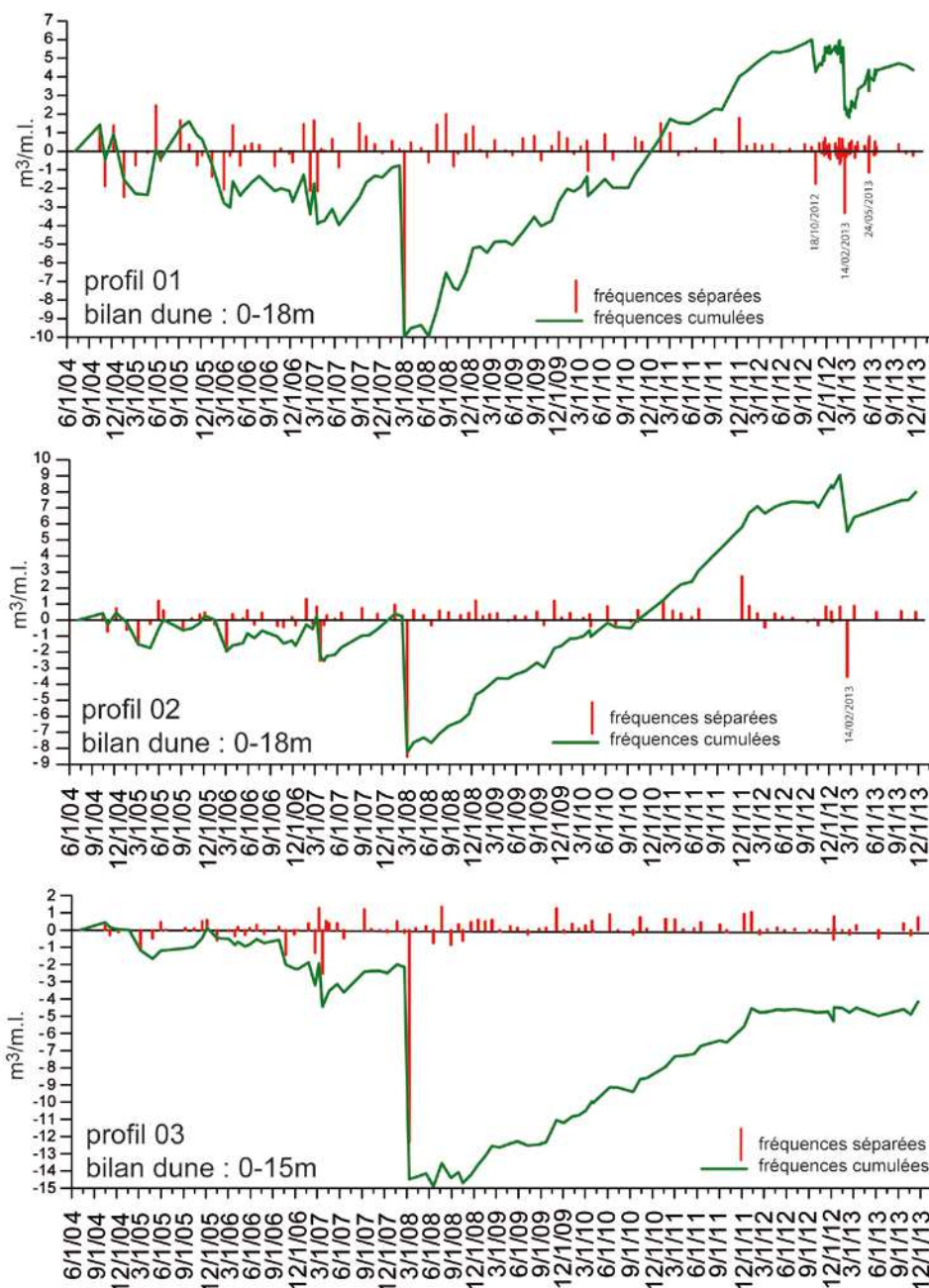


Figure 6 – Bilans sédimentaires du cordon dunaire pour les trois radiales 1, 2 et 3, entre juillet 2004 et novembre 2013

C'est le cas des tempêtes survenues fin janvier et début février, qui sont à l'origine d'une érosion conséquente mesurée le 12/02/2013 au niveau des radiales 1 et 2 (photos 1, 2, 3 et 4). Pour autant, le bilan sédimentaire calculé en fin d'année apparaît équilibré sur l'ensemble de la zone ; en décembre 2012 il était respectivement égal à +5 et +9 m³/m.l. pour les radiales 1 et 2, il atteignait respectivement +4 et +8 m³/m.l. en novembre 2013. Au niveau de la radiale 3, le bilan sédimentaire est resté stable ; il est passé de -4,5 m³/m.l. en décembre 2012 à -4 m³/m.l. en novembre 2013 (figure 6).



Photo 1. Falaise d'érosion et recul de la dune à dans la partie orientale de la plage du Curnic (Vougot) – 12/02/2013

Photo 2. Falaise d'érosion et recul de la dune à l'arrière de l'enrochement de la plage du Curnic (Vougot) – 12/02/2013

Photo 3. Falaise d'érosion et recul du pied de dune au droit du profil 3 – plage du Curnic (Vougot) – 12/02/2013

Photo 4. Falaise d'érosion en pied de dune au droit des îlots d'Enez Du et de Golhedoc – plage du Curnic (Vougot) – 12/02/2013

L'évolution du bilan sédimentaire dunaire de cette partie orientale de la plage du Vougot enregistré durant l'année 2012 (notamment en fin d'année), s'est poursuivie durant l'année 2013. Comme nous l'avons noté dans le précédent rapport, cette tendance montre un très net changement par rapport à celle observée entre le printemps 2008 et l'hiver 2010-2011 où la dune s'était remarquablement engraisée. Ce changement s'explique par un retour à des conditions hivernales tempétueuses comme le montrent les enregistrements de houles effectués entre les mois de juin 2012 et juin 2013 dans la zone (figure 7).

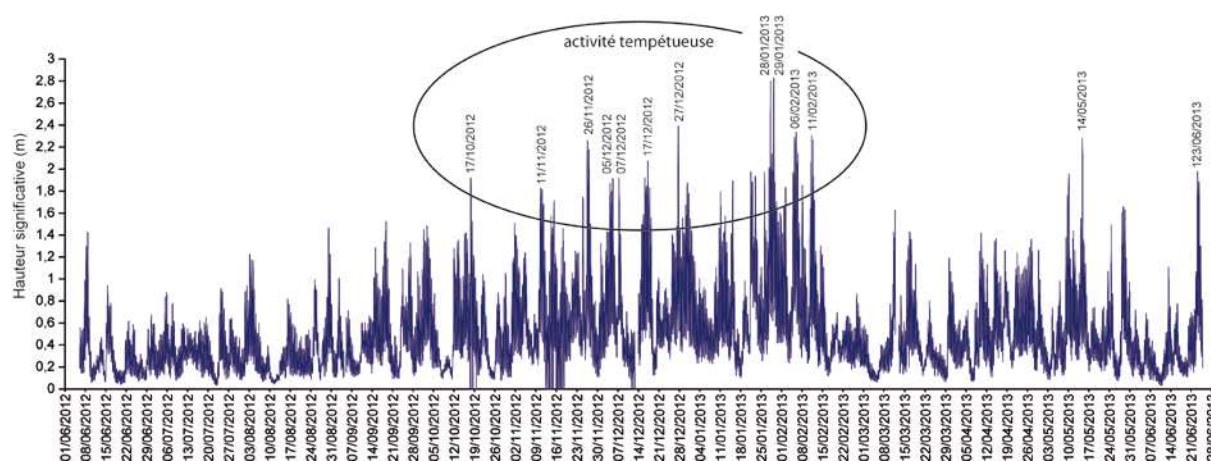


Figure 7 – Hauteurs significatives de houle enregistrées entre les mois de juin 2012 et 2013 dans l'axe du profil 1, au niveau des plus basses mers.

Ces mesures de houle indiquent en effet que durant l'hiver 2012-2013, un nombre important d'épisodes tempétueux ont été enregistrés. On notera notamment les tempêtes de la fin du mois de janvier – début février 2013, où les hauteurs de houle ont été les plus importantes (environ 3 m). Ces épisodes sont à l'origine de l'érosion des dunes qui a été mesurée le 12 février 2012.

Au niveau des radiales 4, 5 et 6, l'évolution du bilan sédimentaire dunaire est très similaire. Depuis le début du suivi en juin 2011, on note une augmentation du bilan compris entre +2, +4, et +4,5 m³/m.l. respectivement au niveau des radiales 4, 5, et 6 (figure 8). Comme nous l'avons noté dans le précédent rapport, l'évolution de cette partie occidentale de la plage du Vougot contraste avec la partie orientale (plage du Curnic) précédemment décrite, et confirme le fait que ce secteur qui s'étend vers le Zorn, est bien moins soumis à l'érosion.

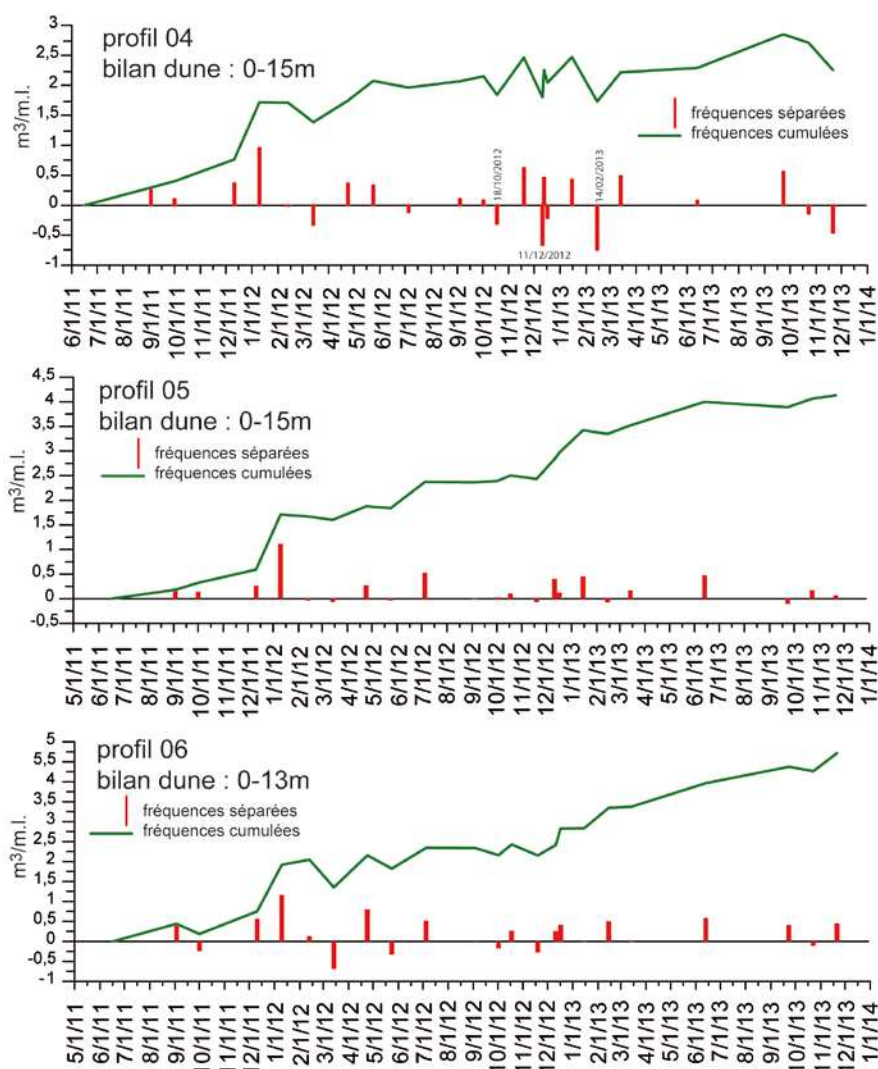


Figure 8 – Bilans sédimentaires du cordon dunaire pour les trois radiales 4, 5 et 6, entre juin 2011 et novembre 2013.

3 – Résultats obtenus par l'évolution du trait de côte

L'évolution de la position de la ligne de rivage est analysée à partir de la mesure de la limite de végétation dunaire. Cette dernière est directement associée à la dynamique des dunes ; lorsque ces dernières sont attaquées par les vagues, elles reculent alors qu'une falaise d'érosion apparaît. Lorsqu'elles s'engraissent, l'avancée du front dunaire s'accompagne d'une végétalisation plus ou moins dense de la forme sableuse. Le suivi effectué durant l'année 2012 a montré que le trait de côte avait reculé durant la tempête du 17 octobre 2012 (Suanez *et al.*, 2013). C'est le secteur oriental de la plage du Vougot qui a été le plus érodé lors de cet épisode ; le recul a

atteint -2 m à certains endroits (figure 9). Cette dynamique érosive tranchait avec le processus de régénération dunaire que l'on observait depuis 4 ans, postérieurement à la tempête du 10 mars 2008 (Suanez *et al.*, 2012a, 2012b).

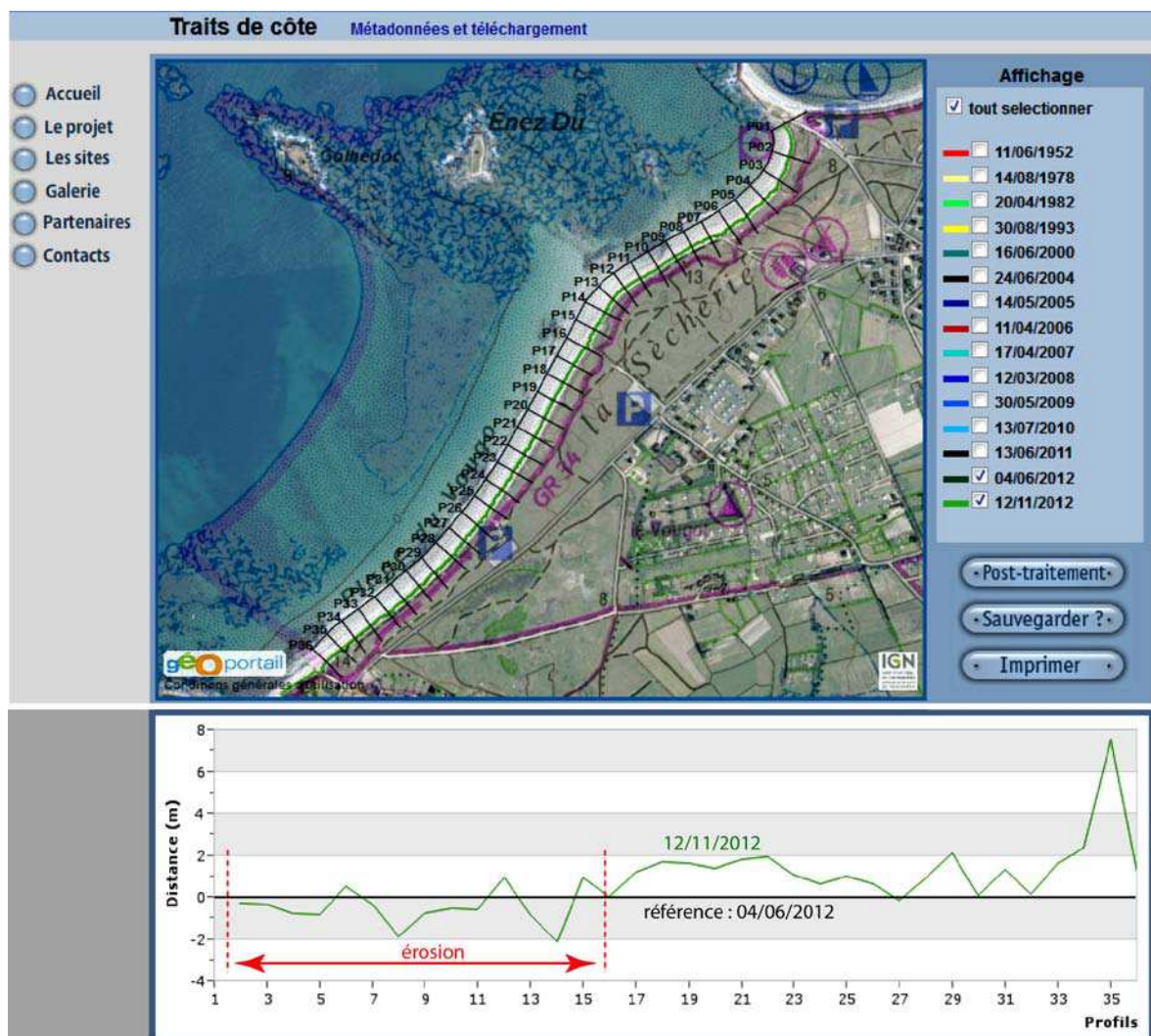


Figure 9 – Cinématique du trait de côte de la plage du Vougot entre le 4 juin 2012 et le 12 novembre 2012.

Le suivi effectué en 2013 a montré une poursuite de l'érosion. Dès le début de l'année (février 2013), on observe un nouveau recul du trait de côte compris entre -1 et -1,5 m, toujours dans la partie orientale de la plage du Vougot (figure 10). Ce recul illustre l'ampleur de l'érosion du pied de dune observée au niveau des radiales 1, 2 et 3 (figure 6). Au mois de mai 2013, le levé partiel de la ligne de rivage a de nouveau été réalisé, il n'indique aucun changement notable du trait de côte.

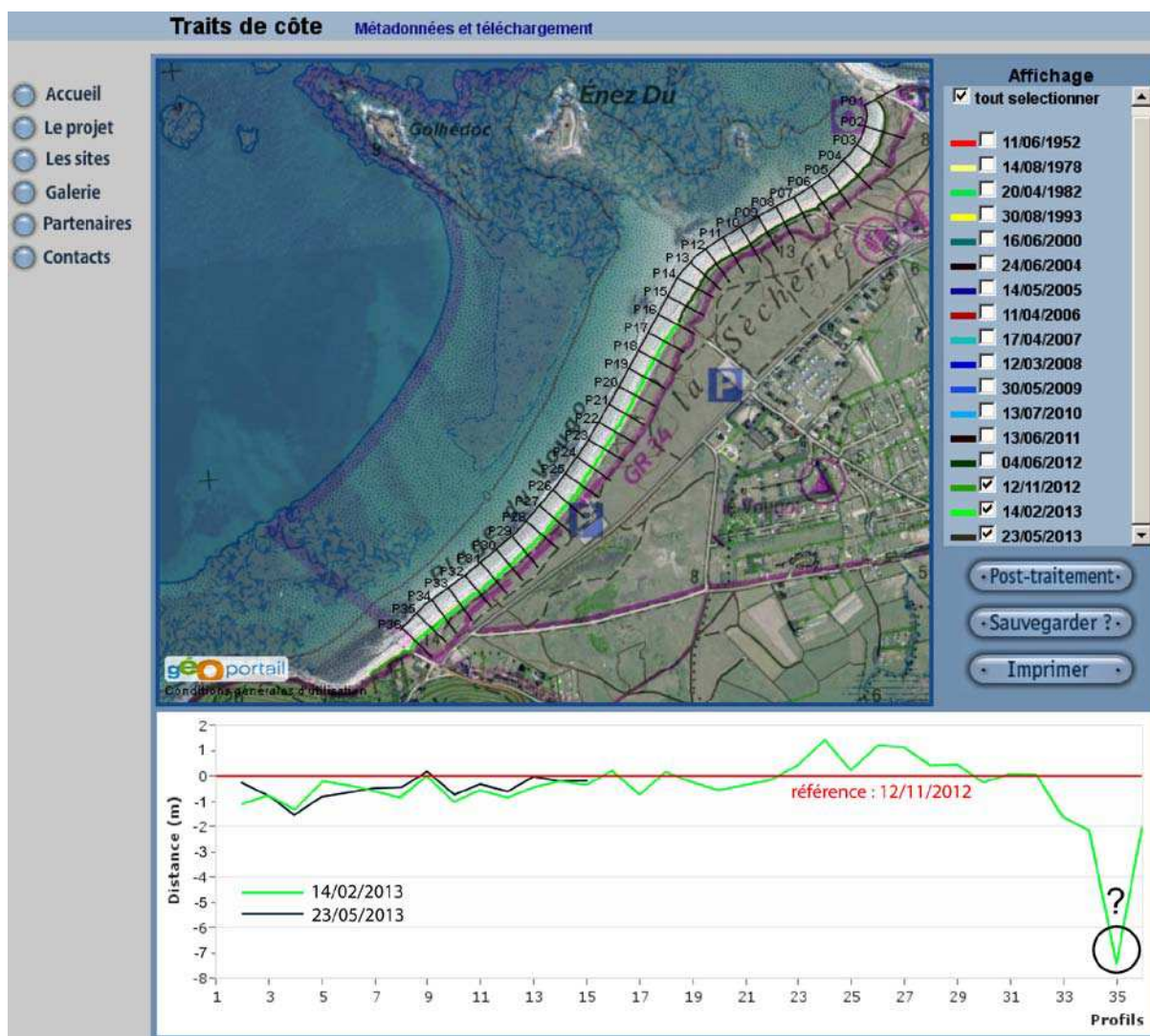


Figure 10 – Cinématique du trait de côte de la plage du Vougot entre le 12 novembre 2012 et le 23 mai 2013.

4 – Conclusion

Le suivi réalisé durant l'année 2013 arrive aux mêmes conclusions que le rapport précédent. La régénération du cordon dunaire de la plage du Vougot, amorcée après la tempête du 10 mars 2008, s'est stabilisée. La phase érosive qui avait été enregistrée durant la tempête du 17 octobre 2012 dans la partie orientale de la plage du Vougot, a été suivie de nouveaux épisodes de recul de la dune durant l'hiver 2013, toujours en lien avec une activité tempétueuse renforcée. Toutefois, la construction du bourrelet dunaire de seconde ligne entre le printemps 2008 et 2012 a joué un rôle protecteur pour la dune grise (cela avait déjà été le cas durant la

tempête du 17 octobre 2012). L'évolution du cordon dunaire dans la partie occidentale de la plage du Vougot montre quant à elle des tendances bien différentes. L'impact des tempêtes hivernales est totalement inexistant, notamment au niveau des radiales 5 et 6. Bien plus encore, l'évolution du bilan sédimentaire durant l'année 2013 indique une poursuite des apports sédimentaires. Cette distinction du fonctionnement morpho-dynamique et sédimentaire entre l'est et l'ouest de la plage du Vougot avait déjà été notée dans les rapports précédents, notamment à partir de l'analyse pluri-décennale de la cinématique du trait de côte.

Les changements du trait de côte illustrent l'évolution du bilan sédimentaire des dunes précédemment décrite. Le recul de la ligne de rivage s'est poursuivi en 2013, à des vitesses toutefois inférieures de ce que l'on a connu en 2012 (maximum de -1 m en 2013 contre -2 m en 2012). Mais là encore, c'est principalement la partie la plus orientale de la plage qui a reculé, notamment au niveau des radiales 1 et 2.

Globalement, les résultats du suivi effectué durant l'année 2013 montrent que le système dune / plage se porte bien. Les apports sédimentaires considérables de ces dernières années, et la construction d'un bourrelet secondaire au pied de la dune grise ancienne, joue le rôle de protection naturelle contre l'attaque marine. Même si quelques épisodes tempétueux ont localement entraîné un recul du cordon dunaire (entre -2 et -3 m depuis la fin de l'année 2012, notamment dans la partie la plus orientale de la plage du Vougot), on notera que l'évolution globale de l'ensemble du site est plutôt satisfaisante.

Références bibliographiques

CARIOLET J.-M., SUANEZ S. (2009) - Approche méthodologique pour une cartographie du risque de submersion des côtes basses, *La Houille Blanche*, n° 2, p. 52-58.

HALLEGOUET B., (1998). *Etude du site portuaire du Curnic, propositions pour améliorer le site et réduire les impacts négatifs liés aux ouvrages existants, commune de Guissény, Finistère*, rapport d'étude, Université de Bretagne Occidentale, 21 p.

SPARFEL L., SUANEZ S. (2007) - Le Vougot à l'épreuve des flots, *Penn ar Bed*, n° 199/200, p. 39-49.

SUANEZ S., (2004) - *Rapport d'activité sur le suivi morpho-sédimentaire du cordon dunaire de la plage du Vougot (Commune de Guissény), Programme Natura 2000 et Contrat Nature*, GEOMER – LETG UMR 6554 CNRS, I.U.E.M., 9 p.

SUANEZ S., SPARFEL L., (2005) - *Rapport d'activité sur le suivi morpho-sédimentaire du cordon dunaire de la plage du Vougot (commune de Guissény) pour l'année 2004-2005*, GEOMER – LETG UMR 6554 CNRS, I.U.E.M., 25 p.

SUANEZ S., FICHAUT B., GOUDEDRANCHE L., SPARFEL L., (2006) - *Rapport d'activité sur le suivi morpho-sédimentaire du cordon dunaire de la plage du Vougot (commune de Guissény) pour l'année 2005-2006 et sur l'étude du risque de submersion*, GEOMER – LETG UMR 6554 CNRS, I.U.E.M., 21 p.

SUANEZ S., (2007) - *Rapport d'activité sur le suivi morpho-sédimentaire du cordon dunaire de la plage du Vougot (commune de Guissény) pour l'année 2006-2007*, GEOMER – LETG UMR 6554 CNRS, I.U.E.M., 9 p.

SUANEZ S., FICHAUT B., SPARFEL L. (2007) - Méthode d'évaluation du risque de submersion des côtes basses appliquée à la plage du Vougot, Guissény (Bretagne), *Géomorphologie : Relief. Processus. Environnement*, n° 4, p.319-334.

SUANEZ S., CARIOLET J.-M. (2008) - *Rapport final d'activité sur le suivi morpho-sédimentaire du cordon dunaire de la plage du Vougot (commune de Guissény) entre 2004 et 2008*, GEOMER – LETG UMR 6554 CNRS, I.U.E.M., 17 p.

SUANEZ S., CARIOLET J.-M., FICHAUT B. (2009) - *Rapport d'activité sur le suivi morpho-sédimentaire du cordon dunaire de la plage du Vougot (commune de Guissény) pour l'année 2008-2009*, GEOMER - LETG UMR 6554 CNRS, I.U.E.M., 18 p.

SUANEZ S., CARIOLET J.-M. (2010) - L'action des tempêtes sur l'érosion des dunes : les enseignements de la tempête du 10 mars 2008, *Noréis*, n° 215, p. 77-99.

SUANEZ S., CARIOLET J.-M., FICHAUT B. (2010) - Monitoring of Recent Morphological Changes of the Dune of Vougot Beach (Brittany, France) Using Differential GPS, *Shore & Beach*, vol. 78, n° 1, p. 37-47.

SUANEZ S., CARIOLET J.-M. (2010) - *Rapport d'activité sur le suivi morpho-sédimentaire du cordon dunaire de la plage du Vougot (commune de Guissény) pour l'année 2010*, GEOMER - LETG UMR 6554 CNRS, I.U.E.M., 16 p.

SUANEZ S., CARIOLET J.-M., CANCOUET R., ARDHUIN F., DELACOURT C. (2012a) - Dune recovery after storm erosion on a high-energy beach: Vougot beach, Brittany (France), *Geomorphology*, vol. 139-140, p. 16-33.

SUANEZ S., BLAISE E., FICHAUT B. (2012b) – *Rapport sur le suivi morphosédimentaire du cordon dunaire de la plage du Vougot pour l'année 2011*, GEOMER - LETG UMR 6554 CNRS, I.U.E.M., 19 p.

SUANEZ S., BLAISE E., FICHAUT B. (2013) – *Rapport sur le suivi morphosédimentaire du cordon dunaire de la plage du Vougot pour l'année 2012*, GEOMER - LETG UMR 6554 CNRS, I.U.E.M., 18 p.