



Observatoire du littoral de l'Île de Ré : Retour d'expérience méthodologique, amélioration des connaissances du fonctionnement hydro-sédimentaire et impact des tempêtes de l'hiver 2013 – 2014

Didier RIHOUEY ¹, Emilie TIRARD ², Damien DAILLOUX ¹, Rémi BUR ¹

1. CASAGEC INGENIERIE, 18 Rue Maryse Bastié, 64600 Anglet, France.

rihouey@casagec.fr

2. Communauté de Communes de l'Île de Ré, 3 rue du Père Ignace, 17410 Saint-Martin-de-Ré, France.

emilie.tirard@cc-iledere.fr

Résumé :

Dans le cadre du Programme d'Action de Prévention des Inondations (PAPI) pour l'Île de Ré, la Communauté de Communes a mis en place un observatoire dont les objectifs sont d'améliorer les connaissances du fonctionnement hydro-sédimentaire et d'appréhender la vulnérabilité des cordons dunaires face aux tempêtes extrêmes.

Depuis 2013, des levés topographiques semestriels couvrent les estrans sableux et les cordons dunaires depuis Trousse-Chemise (Les Portes-en-Ré) au Nord jusqu'à la pointe de Sablanceaux (Rivedoux-Plage) au Sud. Des levés bathymétriques sont également réalisés au niveau du Banc du Bucheron et de la Pointe de Sablanceaux qui constituent respectivement les "terminaisons" Nord et Sud des transits littoraux autour de l'Île. Enfin, la mise en place et l'exploitation de modèles hydrodynamiques complètent le dispositif de suivi.

Cet article présente le retour d'expérience de la mise en œuvre des campagnes de terrain s'appuyant sur différentes techniques (GPS RTK, scanner laser terrestre, photogrammétrie drone) et des chaînes de traitements de données développées pour analyser l'évolution de différents indicateurs (pied de dune, face de dune, volume de l'estran). L'évolution du littoral de l'Île de Ré est alors appréhendée à travers l'exploitation des données 2013 - 2016 et la modélisation des processus pour différentes conditions océano-climatiques. In fine, l'impact des tempêtes de l'hiver 2013-2014 sur les dunes de l'Île de Ré et la résilience des cordons ont pu être précisément quantifiés.

Mots-clés :

Observatoire du trait de côte, Île de Ré, Dynamique hydro-sédimentaire, Vulnérabilité des cordons dunaires, Tempêtes de l'hiver 2013 – 2014.

Thème 2 – Dynamique sédimentaire

1. Introduction

L'observation du trait de côte est devenue un enjeu essentiel dans la gestion des risques littoraux et la maîtrise des aléas. La Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte, adoptée par la France en 2012, a d'ailleurs permis la mise en place d'un réseau national des observatoires du trait de côte sur l'ensemble du territoire national en s'appuyant à l'échelle locale sur les acteurs et les démarches existantes. Dans le cadre du Programme d'Action de Prévention des Inondations (PAPI) pour l'Île de Ré, la Communauté de Communes a mis en place un observatoire en 2013 dont les objectifs sont d'améliorer les connaissances du fonctionnement hydro-sédimentaire et d'appréhender la vulnérabilité des cordons dunaires face aux tempêtes extrêmes. Cet article présente une synthèse des suivis mis en œuvre et des résultats obtenus sur la période 2013-2016.

2. Présentation du site d'étude

L'Île de Ré est située sur la façade atlantique, au large des côtes de la Charente-Maritime et au Sud de la Vendée. Elle est séparée du continent au Nord par le pertuis Breton, et de l'île d'Oléron et du continent au Sud par le pertuis d'Antioche. Le substratum de l'île de Ré est constitué de 4 môles calcaires du Jurassique. Ces môles, qui affleurent principalement sous forme de falaises au Sud de l'île, se prolongent en mer par des platiers rocheux. Ils forment en réalité 4 îles (l'île des Portes, l'île de Loix, l'île d'Ars, l'île de Saint Martin) reliées postérieurement par des cordons dunaires qui s'étendent aujourd'hui sur près de 20 km soit presque un tiers du littoral (figure 1) :

- Au Nord, entre la pointe des Baleines et le Lisay et au niveau de Trousse Chemise.
- Sur la façade Sud-Ouest, entre la pointe des Baleines et Grignon, et le long de l'Anse du Jumeau.

Les estrans sableux sont relativement étroits et les surfaces de déflation éolienne sont donc limitées. Par ailleurs les tempêtes récentes ont fortement attaqué l'avant-dune. Ainsi, les faciès de haut de plage et de dune embryonnaire sont inexistantes et la dune blanche présente un profil en falaise faiblement végétalisé.

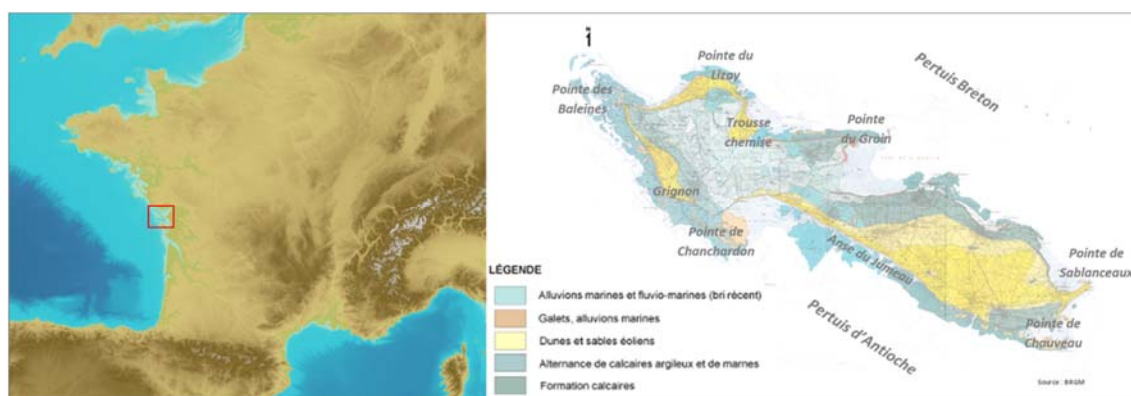


Figure 1. Localisation et carte géologique de l'Île de Ré.

3. Moyens et méthodes

3.1 Mesures *in situ*

Les levés topographiques et bathymétriques de l'Observatoire du littoral de l'Île de Ré couvrent (figure 2): à terre (topographie), les estrans sableux et les cordons dunaires depuis Trouse-Chemise (Les Portes-en-Ré) au Nord jusqu'à la pointe de Sablanceaux (Rivedoux-Plage) au Sud ; en mer (bathymétrie), la fosse de Loix et le Fier d'Ars / le banc du Bûcheron / la Pointe de Sablanceaux.

- *Suivi dunaire* : Le suivi topographique des cordons dunaires a été réalisé au GPS-RTK centimétrique. Les levés ont été effectués au printemps une fois par an à pied selon des profils espacés de 100 m, du haut de dune (espace végétalisé) jusqu'à une dizaine de mètres au-delà du pied de dune. Pour chacun des profils réalisés, des photographies panoramiques géo-référencées de la dune ont été prises en haut de plage. Pour le levé de 2016, scanner laser dynamique et drone photogrammétrique ont été mis en œuvre pour améliorer la couverture et la qualité des données, et pour tester leur faisabilité de déploiement dans le cadre de la poursuite de l'observatoire.
- *Suivi de l'estran* : Le suivi topographique de l'estran a été réalisé au GPS-RTK centimétrique embarqué sur un quad. Les levés ont été réalisés deux fois par an (printemps et automne), à marée basse, le long de profils perpendiculaires à la plage espacés de 100 m.
- *Suivi bathymétrique* : Les levés bathymétriques ont été réalisés une fois par an à l'aide d'un sondeur mono-faisceau bi-fréquence, couplé à un GPS-RTK centimétrique. Les profils sont espacés d'environ 100 m et sont réalisés à pleine mer de façon à recouvrir au mieux les données topographiques.

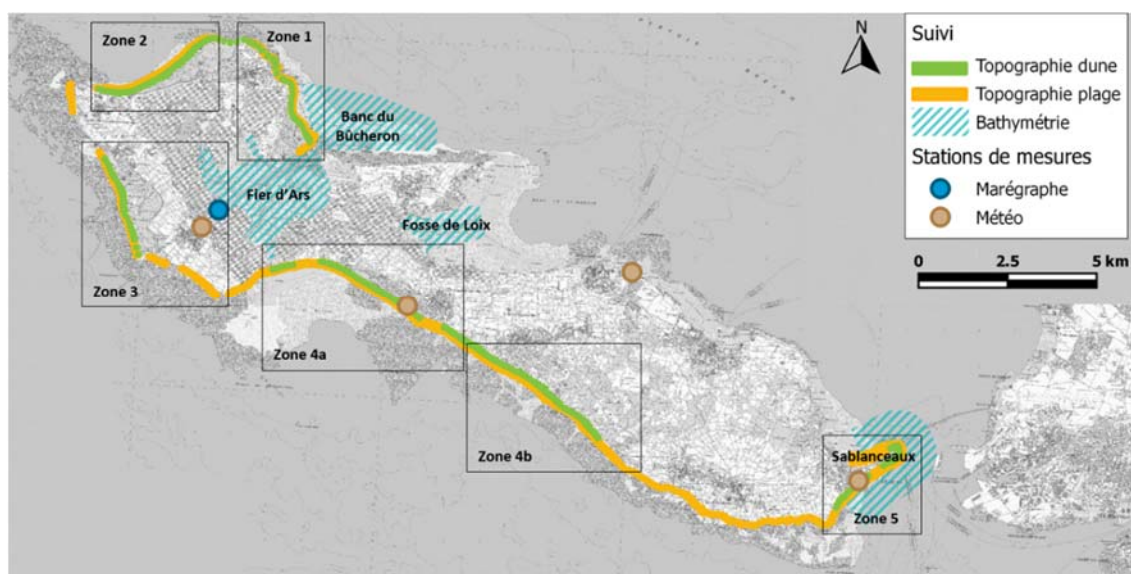


Figure 2. Dispositif et emprise du suivi de l'Observatoire de l'Île de Ré.

Thème 2 – Dynamique sédimentaire

3.2 Indicateurs de suivi de l'évolution du littoral

Afin d'analyser les évolutions du littoral de l'Île de Ré, plusieurs indicateurs synthétiques ont été choisis. Ils permettent de suivre et de quantifier les évolutions observées, analyser les effets des choix de gestion et orienter la prise de décision.

Les trois indicateurs retenus dans le cadre de cette étude et calculés à l'aide des informations de levés topographiques sont les suivants :

- La position du pied de dune qui correspond à la rupture de pente, plus ou moins marquée, entre le front dunaire (front de dune) et la plage,
- Le recul du front dunaire à mi-hauteur,
- Les volumes de l'estran.

La figure 3 présente, à titre d'exemple, une synthèse des résultats sur le secteur de la Conche des Baleines. Elle illustre un recul quasi généralisé de la dune (b) de l'ordre de 5 à 9 m survenu au cours de l'hiver 2013 – 2014 (c) et ayant occasionné le basculement du Blockhaus en 2015 (d). Au niveau de l'estran (e), les suivis mettent en évidence des fluctuations saisonnières classiques (érosion en hiver / accrétion en été) à l'exception d'avril 2014 où la plage était alimentée par le sable de la dune.

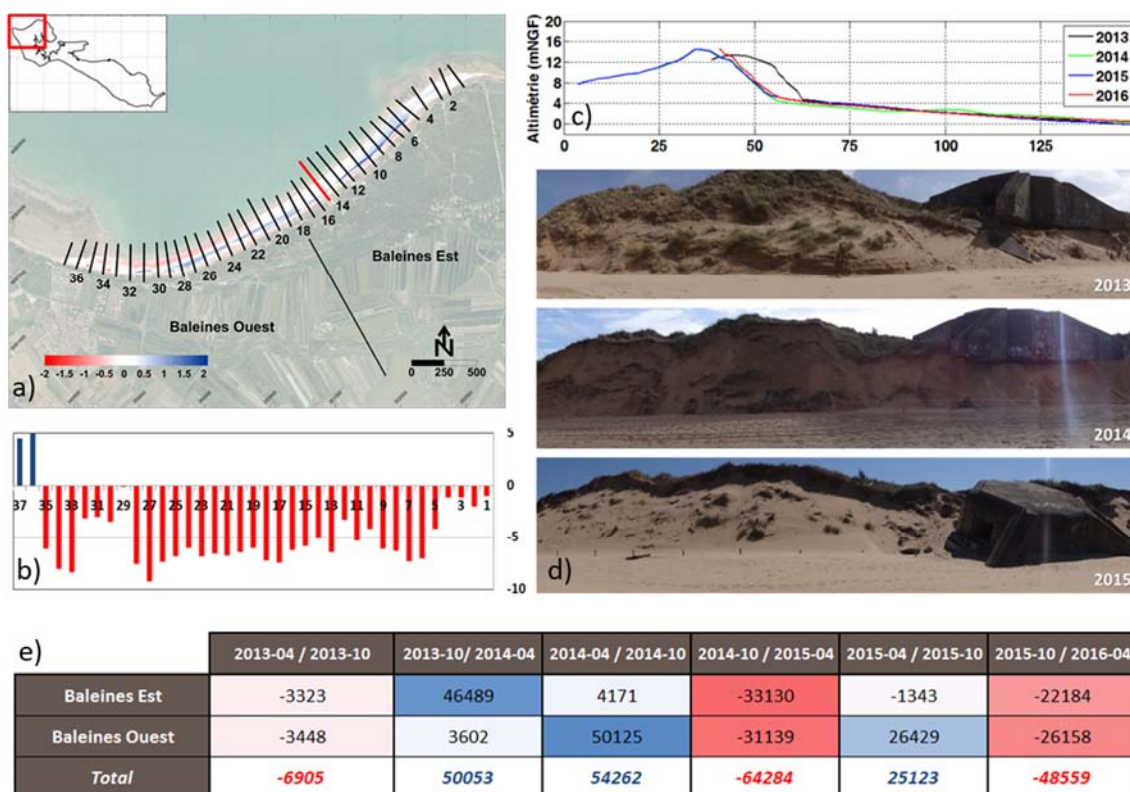


Figure 3. (a) Zone de suivi topographique de la Conche Baleines le long de 37 profils transversaux. (b) Evolution du pied de dune (en mètres) le long de 37 profils transversaux. (c) Evolution du profil de dune N°14 et (d) photographies associées. (e) Evolution saisonnière du volume de sable sur l'estran.

3.3 Modélisation numérique

Une modélisation numérique a été mise en œuvre à l'aide de la suite logicielle TELEMAC-TOMAWAC. Elle permet de reproduire les conditions hydrodynamiques autour de l'Île de Ré. La marée astronomique, la pression atmosphérique, le vent, la houle et les courants induits par les vagues sont pris en compte par le modèle qui compte 274 724 nœuds de calcul. Les tailles des mailles sont comprises entre 5 m à la côte jusqu'à 3 km au large. La marée astronomique est forcée sur la frontière océanique grâce au modèle de marée TPXO et le modèle a été calé (DUGOR *et al.* 2016) en niveau d'eau et en vitesse pour les circulations générales de marée. In fine, le modèle a été mis en œuvre pour différentes classes de houle représentatives, définies par segmentation sur une chronique couvrant la période 1958 à 2014 issue d'une fusion des bases de données BoBWA-H (CHARLES *et al.*, 2012) et HOMERE (BOUDIERE *et al.*, 2013). Les résultats des modèles permettent d'appréhender les processus responsables des évolutions mesurés par les différents suivis.

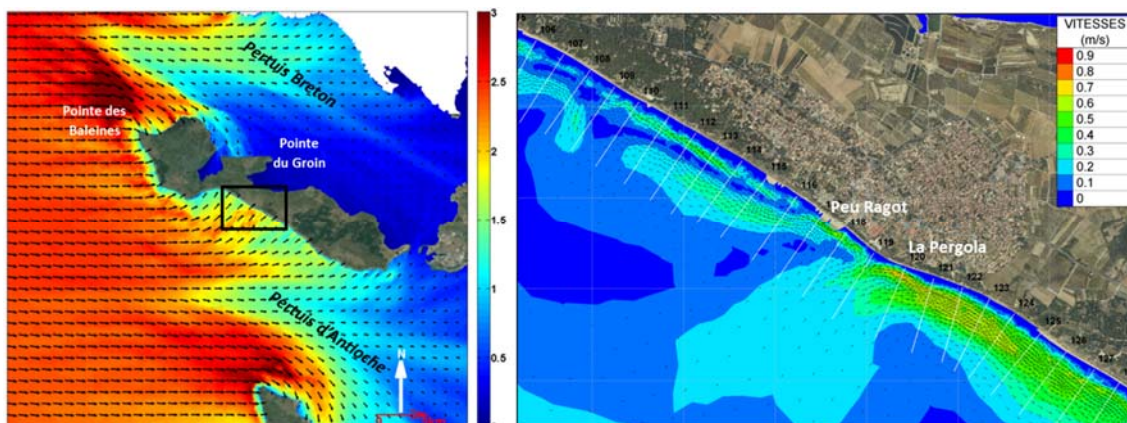


Figure 4. (a) Propagation à l'approche de l'Île de Ré d'une houle d'Ouest ($H_s = 2,4m / T_p = 14s / Dirp = N270$) et (b) courant induit par la houle et la marée au flot.

La figure 4 illustre la propagation d'une houle énergétique d'Ouest et les courants induits par la houle sur le secteur de la Couarde (Zone 4a). À l'approche de la côte et lors de la propagation dans le pertuis Breton et le Pertuis d'Antioche, les houles du large subissent d'importantes déformations. Sur la côte Nord de l'Île de Ré, on note un gradient important des hauteurs de houle entre la Pointe des Baleines et la Pointe du Grouin. Au Sud, les houles qui se propagent dans le pertuis d'Antioche, s'épanouissent par réfraction sur le talus et ont tendance à s'infléchir tout en maintenant une certaine obliquité au trait de côte. Ainsi, les courants de dérive littorale sont orientés d'Ouest en Est. Ils sont confinés sur le haut de l'estran et peu influencés par la marée. Une concentration significative de l'agitation est observée au droit de la plage du Peu Ragot, où une recirculation d'Est en Ouest se crée, tandis que la dérive littorale s'accélère à la Pergola, atteignant 0,7 m/s au jusant comme au flot.

Thème 2 – Dynamique sédimentaire

4. Synthèse des évolutions mesurées entre 2013 et 2016

4.1 Conditions d'agitation

Les conditions d'agitation rencontrées au cours de la période de suivi sont représentées sur la figure 5 et les caractéristiques des tempêtes (NICOLAE LERMA *et al.*, 2014) sont synthétisées dans le tableau 1.

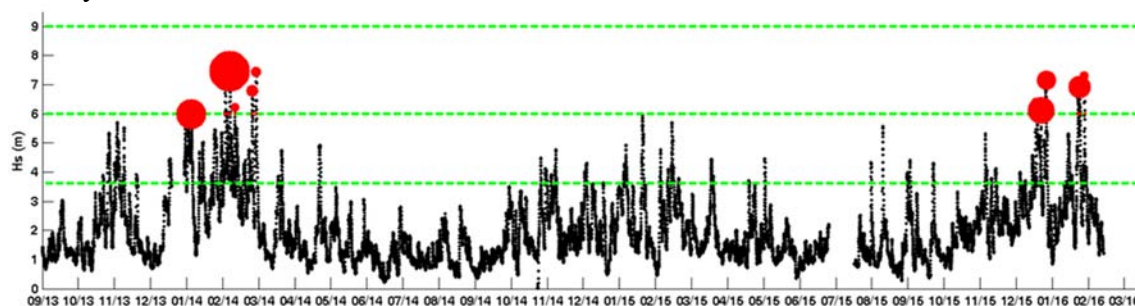


Figure 5. Séries temporelles (2013 – 2016) des mesures de hauteur de houle au niveau de la bouée Oléron. Les droites en pointillés verts représentent (du haut vers le bas) H_s , 10ans, H_s 2/3 et H_s 2/5. Les cercles rouges représentent le pic des périodes de tempêtes et leur taille est proportionnelle à la durée de l'évènement.

Tableau 1. Caractéristiques des régimes de tempêtes hivernales entre 2013 et 2016 au niveau de la bouée Oléron.

	2013 - 2014	2014-2015	2015-2016
Nb d'épisodes	5	0	5
H_s pic moyen	7	-	6,9
H_s max	7,5	5,7	7,3
Durée moyenne	64	-	56
Durée max	133	-	87
Nb d'épisodes ($H_s > H_s$ 2/5)	28	17	21
Nb d'heures ($H_s > H_s$ 2/5)	1167	369	558

L'hiver 2014-2015 a été peu énergétique par rapport aux hivers 2013-2014 et 2015-2016. Si ces deux hivers énergétiques ont eu un nombre d'épisodes de tempêtes équivalent, l'intensité des tempêtes de l'hiver 2013-2014 est beaucoup plus importante :

- Le nombre d'heures où $H_s > H_s$ 2/5 est globalement le double en 2013-2014 comparé à 2015-2016,
- Les périodes de pic (T_p) des houles des tempêtes 2013-2014 ont fréquemment dépassé les 16 s et atteint les 20s pour les tempêtes Christina et Hercules du 03 janvier au 06 janvier 2014.
- Les périodes de pic (T_p) des houles des tempêtes 2015-2016 n'ont pas dépassé les 14 s.

Enfin, les tempêtes de l'hiver 2013-2014 ont été concomitantes avec des marées de vive-eau (coefficient de 106 pendant Hercules) alors que les tempêtes de l'hiver 2015-2016 ont été concomitantes avec des marées de morte-eau.

4.2 Présentation des résultats par cellules sédimentaires

Ces suivis couvrent les estrans sableux et cordons dunaires depuis Trousse-Chemise au Nord jusqu'à la Pointe de Sablanceaux au Sud. Les résultats sont présentés par "cellules sédimentaires" définies dans le cadre de la présente étude (figure 6).

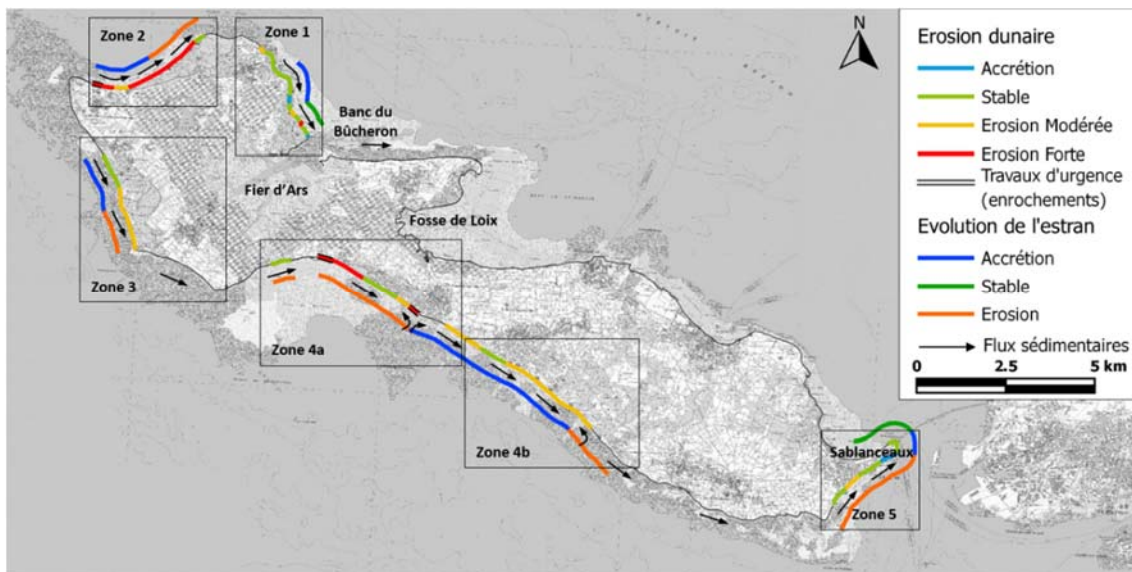


Figure 6. Synthèse des évolutions mesurées entre 2013 et 2016 dans le cadre de l'Observatoire du littoral de l'Île de Ré.

- *Zone 1 – Les Portes en Ré* : relativement protégée de l'action des houles et segmentée par des épis, cette zone ne constitue pas une zone sensible du littoral de l'Île de Ré. Certains secteurs sont en accrétion avec la formation de banquettes végétalisées qui traduisent la résilience des cordons dunaires suite aux tempêtes de l'hiver 2013-2014. Seul le secteur de Trousse-Chemise présente localement des reculs importants (20 m) à l'aval du dernier épi qui capte les transits littoraux.
- *Zone 2 - Les Baleines* : exposé à de fortes houles, ce secteur constitue une zone sensible du littoral de l'Île de Ré. Des reculs significatifs des cordons dunaires (pied et fosse de dune avec un recul maximum de 10m) ont été mesurés au cours de l'hiver 2013-2014. Au cours des hivers suivants, cette partie du littoral a montré une certaine stabilité. Le suivi de ce secteur devra être renforcé, notamment après la démolition des blockhaus en 2016.
- *Zones 3 - Ars-en-Ré* : bien qu'exposé à de fortes houles, ce secteur constitue une zone modérément sensible du littoral de l'Île de Ré. A l'amont des épis de Saint-

Thème 2 – Dynamique sédimentaire

Clément, le trait de côte est globalement stable. A l'aval des épis, le recul du trait de côte est modéré (5m) et concerne essentiellement le pied de dune. Ce secteur serait propice à l'accompagnement de formation de banquettes végétalisées par la mise en place de pièges à sable et par la plantation d'espèces adaptées.

- *Zone 4a - Le Martray / La Couarde-sur-Mer* : globalement soumis à des processus érosifs très intenses, ce secteur constitue une zone sensible du littoral de l'Île de Ré. Certains secteurs ont été protégés par des enrochements (Moulin Brulé, Le Peu Ragot, La Pergola) au cours de l'hiver 2013-2014 suite à des reculs de l'ordre de 10m. Au droit des enrochements, on constate un abaissement des fonds, et à l'aval, des reculs importants du pied de dune sont observés. Le suivi de cette zone devra être renforcé, notamment sur le secteur du Peu Ragot où les processus érosifs sont exacerbés.
- *Zone 4b - Le Bois / Les Grenettes* : exposé à des houles relativement atténuées, ce secteur constitue une zone modérément sensible du littoral de l'Île de Ré (recul du pied de dune de l'ordre de 5m). Cette zone serait propice à l'accompagnement de formation de banquettes végétalisées par la mise en place de pièges à sable et la plantation d'espèces adaptées. Une réflexion sur le maintien de l'épi du Petit-Sergent pourrait également être initiée dans le cadre des futures études de l'Observatoire.
- *Zone 5 - Rivedoux-Plage* : exposée à des houles très obliques, la partie occidentale de la plage de Sablanceaux connaît un processus érosif important orienté en direction de la flèche qui s'engraisse. Si les reculs restent modérés (5m) à l'enracinement de la flèche, l'étroitesse et la faible altitude des cordons confèrent au secteur une sensibilité importante à l'érosion. L'engraissement de la pointe permet d'envisager l'utilisation de ce secteur comme zone de prélèvements destinés au confortement de l'enracinement de la flèche de Sablanceaux.

5. Conclusion et perspectives

Les suivis et modélisations mis en œuvre dans le cadre de l'Observatoire ont permis d'améliorer les connaissances de la dynamique hydro-sédimentaire du littoral de l'Île de Ré. Par ailleurs, l'impact des tempêtes de l'hiver 2013-2014 sur les dunes de l'Île de Ré et la résilience des cordons sur certains secteurs ont pu être précisément quantifiés.

En termes de perspectives, l'observatoire a été reconduit pour la période 2017-2019. Les levés topographiques de dune sont désormais réalisés à l'aide d'un scanner laser dynamique terrestre de façon à appréhender l'évolution des cordons de manière plus exhaustive. Un suivi de la granulométrie de l'estran et des prospections de gisement sableux (sonar latéral et prélèvements sédimentaires) complètent le dispositif. Les reculs dunaires mesurés au cours de l'hiver 2013-2014 ont été utilisés pour calibrer des modèles Xbeach (BAILLS, 2017) et appréhender la vulnérabilité des cordons face aux événements extrêmes. Enfin, un plan de gestion des sédiments est en cours d'élaboration.

6. Références bibliographiques

- BOUDIERE E., MAISONDIEU C. (2014). *Manuel de l'utilisateur de la base de données HOMERE*. Rapport IFREMER - RDT/LCSM/C&R14LCSM301/EB/CM.
- CHARLES E., IDIER D., THIEBOT J., LE COZANNET G., PEDREROS R., ARDHUIN F., PLANTON S. (2012). *Wave climate variability and trends in the Bay of Biscay from 1958 to 2001*. *Journal of Climate*. Vol. 25, pp 2020-2039
<https://doi.org/10.1175/JCLI-D-11-00086.1>
- DUGOR J., RIHOUEY D., VAN DER MEER J. (2016). *Modélisation du risque de submersion marine intégrant les défaillances d'ouvrages. Application à l'île de Ré*. XIV^{èmes} Journées de Génie Côtier - Génie Civil, Toulon, pp 651-660.
<https://doi.org/10.5150/jngcgc.2016.072>
- NICOLAE LERMA A., BULTEAU T., MUGICA J. (2014). *Caractérisation des évènements de tempête de l'hiver 2013-2014 pour la côte aquitaine*. Rapport BRGM/RP-64020-FR.
- BAILLS J., DUGOR J. (2017). *Estimation of dune vulnerability on the different exposed coastlines of Ile de Ré*. Xbeach X Conference, Delft, 2017.

Thème 2 – Dynamique sédimentaire