



OBSERVATOIRE CÔTE AQUITAINE

Document public

Rapport final

Acquisition et valorisation des données de l'Observatoire de la Côte Aquitaine

BRGM/RP-69242-FR
Septembre 2019

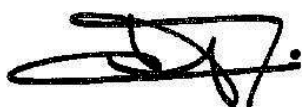
Auteurs : Nicolae Lerma A., Bulteau T., Ayache B., Garnier C., Bernon N., Mallet C.,
Maugard F., Rosebery D.

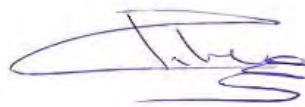


Acquisition et valorisation des données de l'Observatoire de la Côte Aquitaine

BRGM/RP-69242-FR
Septembre 2019

Étude réalisée dans le cadre des opérations de service public du BRGM
AP19BDX015

Vérificateur :
Nom : Julie MUGICA
Date : 23/09/2019
Signature : 

Approbateur :
Nom : Nicolas PEDRON
Date : 16/10/2019
Signature : 

Auteurs : Nicolae Lerma A., Bulteau T., Ayache B., Garnier C., Bernon N., Mallet C.,
Maugard F., Rosebery D.



Mots-clés : littoral, données, acquisition, outils, LiDAR, DGPS, valorisation, partenariat, Aquitaine, observatoire

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Nicolae Lerma A., Bulteau T., Ayache B., Garnier C., Bernon N., Mallet C., Maugard F., Rosebery D. (2019) - Acquisition et valorisation des données de l'Observatoire de la Côte Aquitaine. Rapport final. BRGM/RP-69242-FR, 68 p., 26 fig., 11 tabl., 1 ann.

© BRGM, 2019, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

L'Observatoire de la Côte Aquitaine est un outil d'observation, d'aide à la décision et de partage de la connaissance pour la gestion et la prévention des risques côtiers. Il est initié en 1996, sans statut juridique, financé par l'Europe (PO FEDER 2015-2020), l'État et la Région Nouvelle-Aquitaine (CPER 2015-2020) ; les Conseils départementaux de la Gironde, des Landes, des Pyrénées-Atlantiques ; le Syndicat intercommunal du Bassin d'Arcachon ; le BRGM et l'ONF. Ses missions sont pilotées par les co-financeurs et les opérateurs techniques (BRGM et ONF), en lien avec les organismes de recherche et d'expertise de la région Nouvelle-Aquitaine et le GIP Littoral.

Ce rapport répond à une demande, exprimée par le comité de pilotage de l'OCA, de disposer d'un document cadre concernant l'acquisition et l'utilisation des données produites par l'OCA. Il s'agit d'exposer la manière dont sont acquises et valorisées ces données, en répondant aux questions suivantes : Quelles données sont produites par l'OCA ? Comment et pourquoi sont-elles acquises ? À quoi et à qui servent-elles ?

Le rapport est articulé autour de 4 chapitres principaux :

- le chapitre 1 rappelle le contexte d'élaboration du document et précise ses objectifs ;
- le chapitre 2 présente succinctement les différents environnements couverts par l'OCA (i.e. le littoral de la région ex-Aquitaine), ainsi que les descripteurs adaptés à chaque environnement, qui peuvent faire l'objet de suivis par l'OCA ;
- le chapitre 3 détaille l'acquisition et l'analyse des données de l'OCA, qui s'articulent autour de 5 problématiques d'amélioration de la connaissance ;
- le chapitre 4 est consacré à la valorisation et la diffusion des données produites par l'OCA, en lien avec d'autres acteurs du littoral.

Ce document, structurant pour l'activité de l'Observatoire, donne un cadre aux acquisitions actuelles de données sur le littoral par le BRGM et l'ONF. Il a vocation à être actualisé en tant que de besoin et au minimum à chaque renouvellement de la convention de partenariat (adossée aux CPER et PO FEDER).

Sommaire

1. Introduction	11
1.1. CONTEXTE.....	11
1.2. OBJECTIFS	12
2. La côte aquitaine.....	13
2.1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DES ENVIRONNEMENTS AQUITAINS.....	13
2.1.1. La côte sableuse.....	13
2.1.2. Le Bassin d'Arcachon	15
2.1.3. La côte rocheuse.....	16
2.2. DESCRIPTEURS ADAPTÉS AUX ENVIRONNEMENTS AQUITAINS	18
3. Acquisition et analyse des données	23
3.1. PROBLÉMATIQUE 1 : COMPRENDRE ET PRÉVOIR L'ÉVOLUTION DU TRAIT DE CÔTE	23
3.1.1. Objectifs	23
3.1.2. Descripteurs et indicateurs.....	23
3.1.3. Outils et données.....	24
3.1.4. Analyse des données et indicateurs	26
3.2. PROBLÉMATIQUE 2 : ÉVALUER LES STOCKS SÉDIMENTAIRES ET LEUR DYNAMIQUE EN LIEN AVEC L'ÉVOLUTION GÉOMORPHOLOGIQUE DU LITTORAL SABLEUX	29
3.2.1. Objectifs	29
3.2.2. Descripteurs et indicateurs.....	29
3.2.3. Outils et données.....	31
3.2.4. Analyse des données et indicateurs	33
3.3. PROBLÉMATIQUE 3 : CARACTÉRISER LES PROCESSUS D'ÉROSION ET LES MOUVEMENTS DE TERRAIN SUR LA CÔTE ROCHEUSE	38
3.3.1. Objectifs	38
3.3.2. Descripteurs et indicateurs.....	38
3.3.3. Outils et données.....	39
3.3.4. Analyse des données et indicateurs	41
3.4. PROBLÉMATIQUE 4 : ANTICIPER ET DÉTERMINER L'IMPACT DES TEMPÊTES HIVERNALES SUR LE LITTORAL.....	45
3.4.1. Objectifs	45
3.4.2. Descripteurs et indicateurs.....	46
3.4.3. Outils et données.....	47
3.4.4. Analyse des données et indicateurs	49

3.5. PROBLÉMATIQUE 5 : APPRÉHENDER L'IMPACT DE L'ÉROSION CÔTIÈRE ET DE L'HOMME SUR L'ENVIRONNEMENT, POUR UNE MEILLEURE GESTION DES ÉCOSYSTÈMES CÔTIERS	50
3.5.1. Objectifs	50
3.5.2. Descripteurs et indicateurs.....	51
3.5.3. Outils et données	52
3.5.4. Analyse des données et indicateurs	55
4. Valorisation et diffusion des données : relations avec les acteurs territoriaux.....	57
4.1. APPUI AUX POLITIQUES PUBLIQUES	57
4.2. ACCOMPAGNEMENT SPÉCIFIQUE DES SLGBC	58
4.3. LIENS AVEC LA RECHERCHE.....	59
4.4. COLLECTE ET DIFFUSION DES DONNÉES.....	60
4.4.1. Collecte de données et métadonnées.....	60
4.4.2. Diffusion	61
4.5. LIEN AVEC LE RÉSEAU NATIONAL DES OBSERVATOIRES DU TRAIT DE CÔTE	63
5. Conclusion.....	65
6. Bibliographie	67

Liste des illustrations

Figure 1 : Typologie du littoral aquitain et cellules hydro-sédimentaires.....	14
Figure 2 : Segmentation, proposée par le Parc Naturel Marin du Bassin d'Arcachon, des 4 grands compartiments géographiques au regard de leurs dynamiques hydro-bio-sédimentaires.....	16
Figure 3 : Types de morphologie côtière dans les communes littorales de la côte basque (Genna et al., 2004).....	17
Figure 4 : Schématisation des environnements littoraux aquitains et descripteurs de suivi associés (les éléments des schémas ne sont pas à l'échelle)	21
Figure 5 : Taux moyens annuels d'érosion de la côte sableuse aquitaine (extrait de Bernon et al., 2016)	27
Figure 6 : Evolutions planimétriques pour les descripteurs haut de plage, pied de dune et front de dune entre 2011 et 2017 (la ligne noire sur la droite représente le trait de côte)	28
Figure 7 : Identification du trait de côte 2016, autour du Bassin d'Arcachon	29
Figure 8 : Schéma du fonctionnement littoral (extrait de Planton et al., 2015) - A : forçages et processus naturels ; B : forçages et processus anthropiques	30
Figure 9 : Morphologies des entailles d'érosion, suite à l'hiver 2013-2014 et banquettes en haut de plage constituées au cours de la période 2014-2016 (extrait de Ayache et al., 2018).....	34
Figure 10 : Exemple de fiche "transect", consultable en ligne.....	35
Figure 11 : Cartes de synthèse des entailles d'érosion marine et des fronts de dunes, pour la période 2009-2017...	36
Figure 12 : MNT bathymétrique des passes internes du Bassin d'Arcachon	37

Figure 13 : Retour d'expérience des levés réalisés sur le littoral de Saint-Jean-de-Luz	42
Figure 14 : Exemple de nuage de points 3D dans le secteur de la grotte du Sémaphore, coloré selon l'indicateur qualitatif de performance de l'algorithme de post-traitement SLAM	44
Figure 15 : Levé ZEB-REVO de la cavité du Sémaphore.....	44
Figure 16 : Représentation cartographique des tronçons côtiers utilisés dans le dispositif "Surveillance Erosion", des appareils de mesures virtuels (ou bouées virtuelles - BV) et des marégraphes/houlographes présents le long du littoral aquitain [illustration extraite du rapport Bulteau et al. (2019)]	49
Figure 17 : Exemple de données pré- et post-tempête sur le site de Biscarrosse (à gauche - Biauxque, 2018) ; utilisation d'un modèle morpho-dynamique (X-Beach) pour simuler les effets de la tempête (à droite)...	50
Figure 18 : Répartition des 94 transects écologiques, suivis par l'ONF, dans le cadre de la problématique 5.....	53
Figure 19 : Exemple de fiche « bilan sédimentaire par commune », commune de Soulac-sur-Mer, disponible en ligne : http://www.observatoire-cote-aquitaine.fr/Fiches-bilan-sedimentaire-par-commune-120	58
Figure 20 : Interface web de l'accès aux données de l'OCA.....	61
Figure 21 : Outil cartographique interactif, accessible en ligne http://www.observatoire-cote-aquitaine.fr/-Cartographie-interactive-	62
Figure 22 : Nombre de conventions de MADD depuis 2009.....	63
Figure 24 : Carte de localisation des acquisitions D-GPS annuelles.....	69
Figure 25 : Fiche « état des plages » remplie par les agents ONF au printemps et à l'automne	71
Figure 26 : Complémentarité des couvertures spatiales/précisions des acquisitions concernant les aspects géomorphologiques et sédimentaires réalisées par l'OCA.....	72

Liste des tableaux

Tableau 1 : Descripteurs de la bande côtière suivis dans le cadre de l'OCA (CS=côte sableuse ; CR=côte rocheuse ; BA=Bassin d'Arcachon)	19
Tableau 2 : Ensemble des outils et caractéristiques des acquisitions réalisées dans le cadre de la problématique 1 (BE : bureau d'études ; TDC : trait de côte)	25
Tableau 3 : Indicateurs d'évolution morphologique et de stock sédimentaire, pour la côte sableuse, et descripteurs associés	31
Tableau 4 : Ensemble des outils et caractéristiques des acquisitions réalisées dans le cadre de la problématique 2 (BE : bureau d'études).....	32
Tableau 5 : Indicateurs d'évolution géomorphologique pour les falaises de la côte rocheuse, et descripteurs associés	39
Tableau 6 : Ensemble des outils et caractéristiques techniques des acquisitions réalisées dans le cadre de la problématique 3 (MVT : mouvements de terrain ; MNT : modèle numérique de terrain).....	40
Tableau 7 : Indicateurs analysés pour répondre à la problématique 4, et descripteurs associés.....	47
Tableau 8 : Principaux outils et caractéristiques techniques des acquisitions réalisées dans le cadre de la problématique 4	48
Tableau 9 : Indicateurs d'évolution environnementale du littoral sableux, et descripteurs associés	51

Tableau 10 : Principaux outils et caractéristiques techniques des acquisitions réalisées, dans le cadre de la problématique 5	52
Tableau 11 : Surfaces des faciès dunaires selon leur état écologique.....	55

Liste des annexes

Annexe 1 - Les produits de l'Observatoire.....	69
--	----

1. Introduction

1.1. CONTEXTE

L'Observatoire de la Côte Aquitaine (OCA) est un outil d'observation, d'aide à la décision et de partage de la connaissance pour la gestion et la prévention des risques côtiers, initié en 1996 et sans statut juridique. Il est financé par l'Europe (PO FEDER 2015-2020) ; l'État et la Région Nouvelle-Aquitaine (CPER 2015-2020) ; les Conseils départementaux de la Gironde, des Landes, des Pyrénées-Atlantiques ; le Syndicat intercommunal du Bassin d'Arcachon ; le BRGM et l'ONF. Ses missions sont pilotées par les co-financiers et les opérateurs techniques (BRGM et ONF), en lien avec les organismes de recherche et d'expertise de la région Nouvelle-Aquitaine et le GIP Littoral.

Ce partenariat régional est l'expression d'une dynamique d'acteurs volontaires, pour gérer collectivement et mutualiser les savoir-faire et compétences concernant notamment **les aléas érosion côtière et submersion marine**, à partir d'une expertise scientifique partagée, fondée sur des suivis réguliers et continus de l'hydro-géomorphologie littorale. **C'est en effet grâce à des suivis et des protocoles adaptés à l'environnement, effectués sur le long terme, que l'expertise scientifique se construit et se renforce et qu'un accompagnement technique performant des décideurs est possible.**

L'OCA répond ainsi aux besoins exprimés dans l'axe A de la Stratégie Nationale de gestion intégrée du trait de côte, établie par le ministère en charge de l'Environnement en 2012 et par la Stratégie régionale de gestion de la bande côtière, animée par le GIP Littoral et mise en place à la même période.

L'emprise géographique de l'Observatoire s'étend, à l'heure actuelle, de l'embouchure de la Gironde à celle de la Bidassoa, intégrant le Bassin d'Arcachon. Les acquisitions présentées dans ce document concernent donc uniquement cette portion du littoral de la Nouvelle-Aquitaine.

Les principales missions de l'OCA sont les suivantes :

- **Observer** : mobiliser un réseau unique de mesures et d'observations pérennes pour suivre la dynamique de la bande côtière ; analyser et interpréter les évolutions constatées afin d'améliorer la compréhension du littoral et renforcer l'expertise scientifique ;
- **Accompagner** : offrir aux pouvoirs publics un savoir-faire scientifique, technique et objectif, d'aide à la décision et à la gestion durable de l'environnement du littoral aquitain ;
- **Communiquer** : mettre à disposition du grand public et des gestionnaires de la côte aquitaine des données et des informations actualisées sur le littoral, afin de partager la connaissance et la culture des risques. L'OCA joue ainsi le rôle de centre de ressources régional pour ces thématiques.

Le BRGM et l'ONF sont les deux opérateurs techniques de l'OCA. Leurs rôles respectifs, au sein de l'OCA, sont complémentaires. En particulier concernant les suivis du littoral, le BRGM acquiert des mesures géomorphologiques et topographiques sur les systèmes plages-dunes, mais également sur la côte rocheuse basque, afin de constituer un socle de données de référence sur l'évolution du littoral et de caractériser les aléas (érosion, submersion). L'ONF, quant à lui, grâce à son maillage territorial et la présence d'agents sur tout le littoral sableux, procède à des observations semi-quantitatives de l'état des plages plusieurs fois par an, mesure les entailles d'érosion dunaire pendant l'hiver et collecte un panel d'indicateurs biologiques (faune, flore), afin d'étudier l'impact de l'érosion ou de la fréquentation des plages sur la biodiversité.

Grâce à des **protocoles robustes et éprouvés** pour les acquisitions et les méthodes de traitement des données, l'OCA produit des **données de référence qualifiées**, associées à leurs métadonnées permettant une traçabilité de leur genèse. De plus, grâce à une veille permanente, les **outils de mesure et de traitement les plus adaptés** sont choisis selon les objets à mesurer, en prenant en compte l'optimisation des coûts et

la mutualisation des moyens. Les outils et méthodes utilisés sont ainsi évolutifs suivant les besoins, les développements technologiques et économiques, les opportunités de partenariats (industriels, projets R&D...).

Ce document, demandé par le comité de pilotage de l'OCA, actualise le rapport Mugica *et al.* de 2008. Il donne un cadre aux acquisitions de données par le BRGM et l'ONF concernant le littoral, et a vocation à être actualisé en tant que de besoin, et au minimum à chaque renouvellement de la convention de partenariat (adossée aux CPER et PO FEDER).

1.2. OBJECTIFS

Ce document présente le cadre qui structure actuellement l'acquisition et l'analyse des données de l'OCA. Il vise à décrire et à montrer la cohérence et la complémentarité des suivis effectués par l'ONF et le BRGM pour répondre aux problématiques d'amélioration de la connaissance portées par l'OCA :

- comprendre et prévoir l'évolution du trait de côte,
- évaluer les stocks sédimentaires et leurs dynamiques, en lien avec l'évolution géomorphologique du littoral sableux,
- caractériser les processus d'érosion et les mouvements de terrain sur la côte rocheuse,
- anticiper et déterminer l'impact des tempêtes hivernales sur le littoral,
- appréhender l'impact de l'érosion côtière et de l'Homme sur l'environnement, pour une meilleure gestion des écosystèmes côtiers.

Un autre objectif du document est de montrer la valorisation et l'intégration des données acquises, au sein d'un ensemble d'acteurs locaux (stratégies locales de gestion de la bande côtière - SLGBC ; Conservatoire du littoral), bureaux d'études (BE), partenaires académiques (laboratoires de recherche...) et techniques (Cerema...).

2. La côte aquitaine

Ce chapitre présente les principales caractéristiques de la côte aquitaine, ainsi que les descripteurs (cf. 2.2) pour chaque type d'environnement (littoral sableux, littoral rocheux, marais maritime, cf. Figure 1), faisant l'objet de suivis réguliers dans le cadre de l'OCA.

2.1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DES ENVIRONNEMENTS AQUITAINS

2.1.1. La côte sableuse

De la Pointe de Grave au nord au Cap Saint-Martin au sud, la côte sableuse aquitaine a pour principale caractéristique d'être constituée d'un système plage-dune, dont l'étendue - plus de 230 km - est unique en Europe. Ce système quasi continu, uniquement interrompu par les passes du Bassin d'Arcachon et de manière plus modeste par les courants landais, est fortement mobile. Ses paysages et ses évolutions sont le fruit d'héritages géologiques quaternaires, de mesures de gestion séculaire et de forçages météo-marins aux fluctuations permanentes.

Malgré son apparente homogénéité, la côte sableuse aquitaine présente, du nord au sud, une succession de secteurs aux caractéristiques géomorphologiques variées (Figure 1) :

- le littoral du Nord-Médoc, de la Pointe de Grave à la Pointe de la Négade, longeant la passe sud de l'estuaire de la Gironde ;
- la côte sableuse girondine, de la Pointe de la Négade au Cap-Ferret, où le massif dunaire a isolé de l'océan les étangs d'Hourtin/Carcans et de Lacanau ;
- l'embouchure du Bassin d'Arcachon ;
- la côte landaise, qui s'étend du Bassin d'Arcachon à l'embouchure de l'Adour, régulièrement percée par les courants landais, exutoires des étangs côtiers ;
- la côte sableuse basque de l'embouchure de l'Adour au Cap Saint-Martin.

Afin de caractériser les dynamiques et les évolutions de la côte sableuse aquitaine, on utilise le concept de cellule hydro-sédimentaire (BRGM et ONF, 2018). Cette subdivision est fondée sur des caractéristiques telles que le type de plage, le type de dune, le type de contact dune/plage, l'évolution historique du trait de côte, etc. Compte tenu des spécificités de la côte aquitaine, les limites de ces cellules peuvent être nettement identifiables ou relativement perméables, en fonction des variations de direction et d'intensité de la dérive littorale le long de la côte (Figure 1).

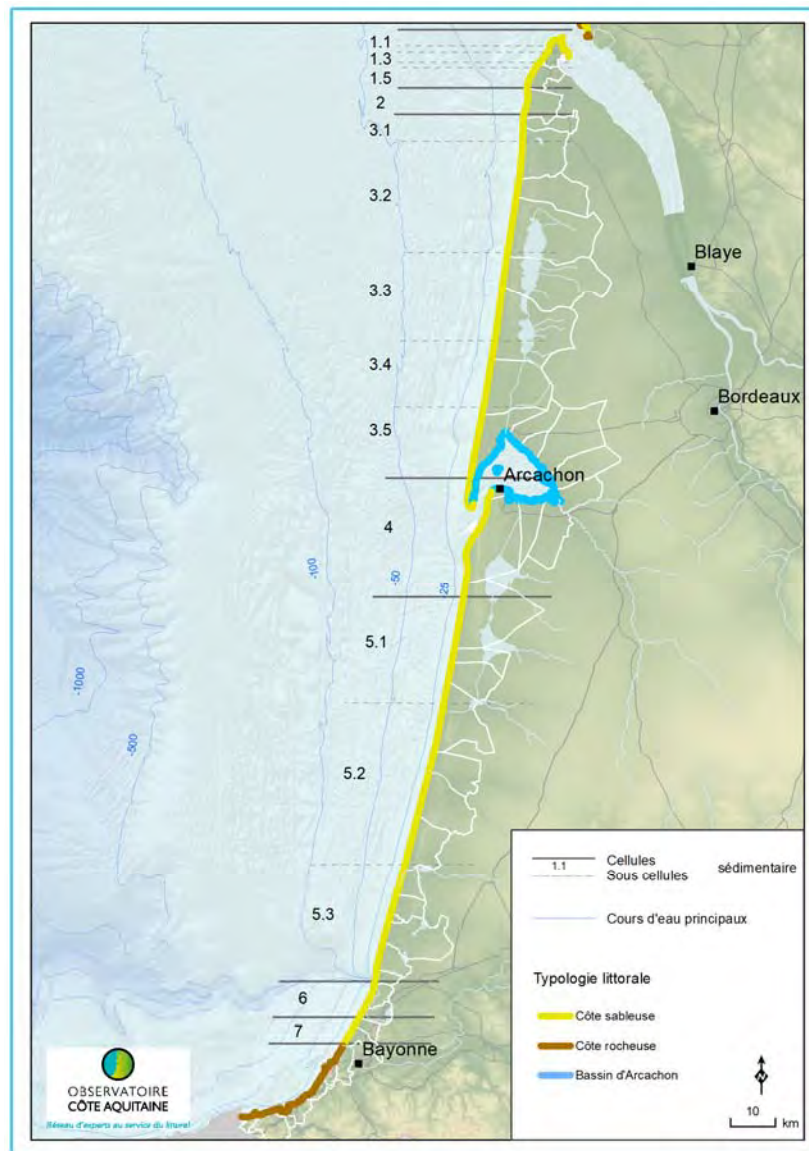


Figure 1 : Typologie du littoral aquitain et cellules hydro-sédimentaires

Sept cellules hydro-sédimentaires sont définies. Ces cellules peuvent elles-mêmes être divisées en sous-cellules, en affinant les mêmes critères qui ont servi à la définition des cellules. Les cellules hydro-sédimentaires sont présentées, ci-dessous, du nord au sud (Figure 1) :

- la cellule 1 « Nord Médoc » s'étend de la Pointe de Grave à la Pointe de la Négade. Elle est limitée au nord par l'embouchure de la Gironde et au sud par le changement d'orientation de la côte à la Pointe de la Négade, qui entraîne une divergence de la dérive littorale. Elle se caractérise par une dérive littorale résultante dirigée vers le nord, et par une forte influence estuarienne ;
- la cellule 2 « Anse du Gurd » forme une petite baie dont le fonctionnement est relativement indépendant des littoraux adjacents ; au nord, la dérive littorale s'inverse au niveau de la Pointe de la Négade, tandis que la limite sud, située à « Dépé », correspond également à une nouvelle inflexion de l'orientation de la côte, qui modifie la dérive littorale de part et d'autre ;

- la cellule 3 « Médoc », de « Dépé » au Cap Ferret, constitue la cellule principale du littoral girondin, et se caractérise par une dérive littorale résultante du nord vers le sud ; la limite nord est située à « Dépé » où le littoral change nettement d'orientation, tandis que la limite sud est définie sur la flèche sableuse du Cap Ferret, à l'endroit où les processus d'embouchure du Bassin d'Arcachon commencent à influencer la morphologie de la plage ;
- la cellule 4 « Passes d'Arcachon » correspond à la zone de l'embouchure tidale du Bassin d'Arcachon. Elle s'étend de la pointe du Cap-Ferret à Biscarrosse et constitue une limite naturelle entre le littoral girondin et le littoral landais. La dynamique de l'embouchure, rythmée par le cycle des passes du Bassin d'Arcachon (Gassiat, 1989 ; Michel and Howa, 1997 ; Nahon, 2018), influence la morphologie des plages ;
- la cellule 5 « Landes » comprend la quasi-totalité du littoral des Landes, du sud de Biscarrosse, au nord, secteur où le transit sédimentaire littoral n'apparaît plus affecté par les courants des passes du Bassin d'Arcachon, jusqu'au Gouf de Capbreton au sud. Elle est donc limitée par deux entités géomorphologiques majeures : l'embouchure tidale du Bassin d'Arcachon et le canyon de Capbreton, qui influencent fortement la propagation des houles et le transport sédimentaire littoral ;
- la cellule 6 « Nord Adour » est bien identifiée par des éléments géomorphologiques et anthropiques. Elle s'étend du Gouf de Capbreton jusqu'à l'embouchure de l'Adour et son imposante digue brise-lame. L'orientation du trait de côte induit une faible dérive littorale ;
- la cellule 7 « Sud Adour » s'étend de l'embouchure de l'Adour au Cap Saint-Martin, pointe rocheuse proéminente qui marque la frontière entre la côte sableuse aquitaine et la côte rocheuse basque. Cette cellule concerne les plages sableuses de la commune d'Anglet.

Cette segmentation du littoral constitue aujourd'hui une base essentielle utilisée pour caractériser les évolutions continues des systèmes plages/dunes, proposer des analyses descriptives des évolutions saisonnières, aborder les concepts de bilan sédimentaire ou encore de trajectoire d'évolution prévisible du trait de côte.

2.1.2. Le Bassin d'Arcachon

Le Bassin d'Arcachon est un site unique et emblématique de la région Nouvelle-Aquitaine. Cette lagune mésotidale¹, aux puissantes dynamiques mixtes (principalement associées à la marée et aux vagues), réunit un nombre d'enjeux environnementaux, socio-économiques et scientifiques considérables. Le Bassin est souvent perçu comme un milieu naturel relativement stable sur le long terme. Dans la zone interne, le trait de côte y est en effet fixé en grande partie par des ouvrages se substituant à sa morphologie « naturelle ». Mais, dans les zones lagunaires, et encore plus dans l'embouchure, il s'agit en réalité d'un espace possédant des dynamiques d'évolution diverses, où les effets combinés de la marée et de la houle modèlent les morphologies de l'estran des marais maritimes et des bancs sableux situés à l'embouchure. Ces variations morphologiques affectent le Bassin d'Arcachon à toutes les échelles de temps, de l'instant à l'échelle pluriséculaire. Du point de vue de ses dynamiques hydro-sédimentaires et plus largement environnementales, le Bassin d'Arcachon fonctionne de manière systémique (Bouchet *et al.*, 1997). Toutefois, il est traditionnellement subdivisé en 4 grands compartiments géographiques (Figure 2) :

- le delta de l'Eyre (zone I) ;
- la lagune au sens strict (zone II) ;

¹ Désigne l'amplitude de marée, comprise entre 2 et 4 m

- les passes et bancs sableux, situés à l'embouchure (zone III) ;
- le milieu océanique (zone IV, avec une différenciation a) et b) de part et d'autre des passes, respectivement en amont et en aval de la dérive littorale dominante).

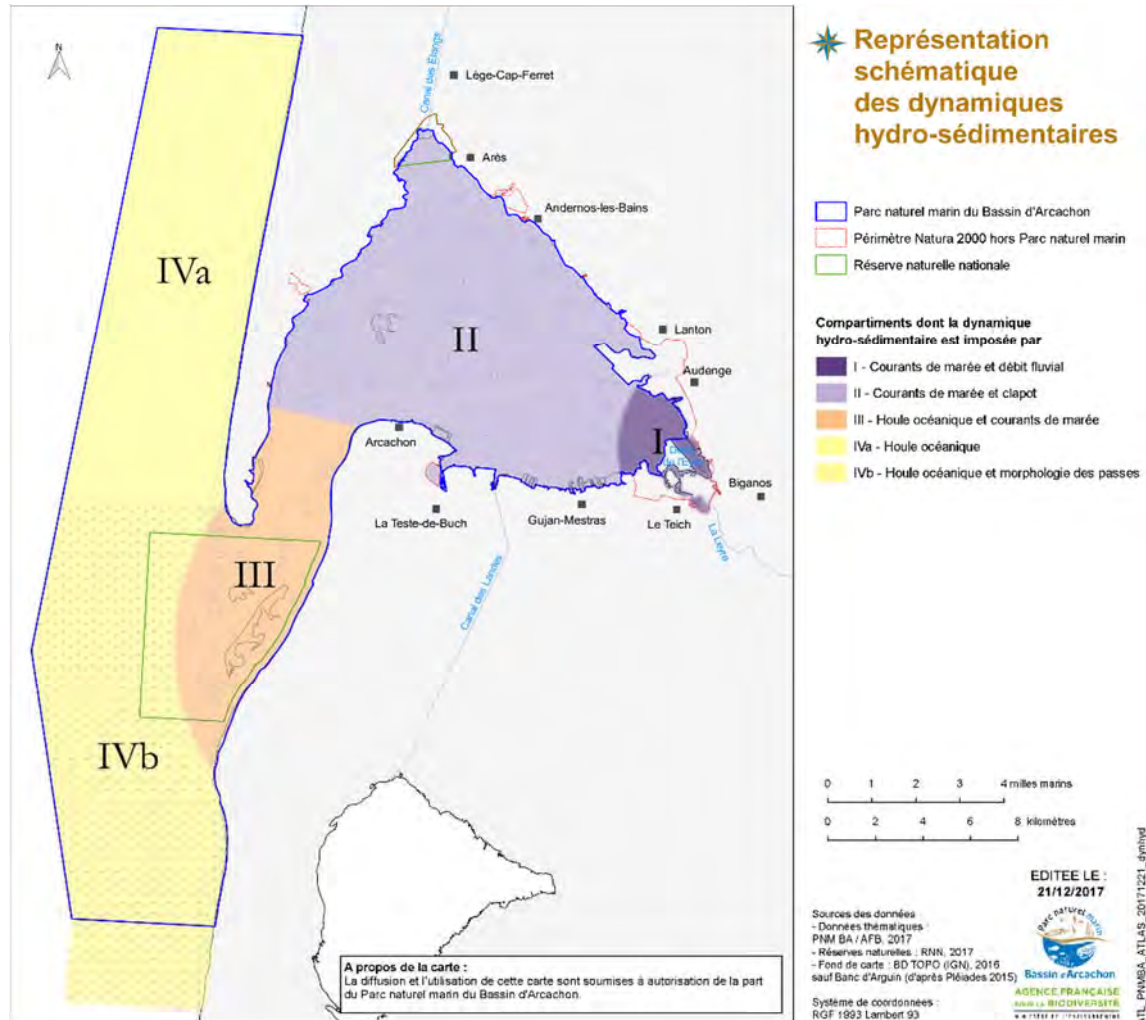


Figure 2 : Segmentation, proposée par le Parc Naturel Marin du Bassin d'Arcachon, des 4 grands compartiments géographiques au regard de leurs dynamiques hydro-bio-sédimentaires

2.1.3. La côte rocheuse

La côte basque, longue d'environ 40 km, se situe au sud-est du Golfe de Gascogne. Elle est limitée au nord par la Pointe Saint-Martin (Biarritz) et au sud par l'embouchure de la Bidassoa (Hendaye). La côte basque, orientée ENE-OSO, contraste avec le littoral sableux quasi-rectiligne des Landes et de la Gironde, orienté sensiblement NNE-SSO.

Depuis le nord, la côte sableuse qui s'étend sur le territoire d'Anglet, entre l'Adour et la Pointe Saint-Martin, laisse place à des falaises dominant des plages de fond de baie, c'est-à-dire situées entre deux caps rocheux. La hauteur de ces falaises varie entre 10 et 70 m environ et leur pente entre 10° et 90°.

Jusqu'à la Pointe Sainte-Barbe (commune de Saint-Jean-de-Luz), de petites criques découpent les falaises sub-verticales, atteignant souvent jusqu'à 40 m de hauteur. On rencontre, sur ce tronçon, les falaises les plus hautes de la côte basque, en partie centrale du littoral de Bidart.

Plus au sud, les falaises sont interrompues par la baie de Saint-Jean-de-Luz. De Socoa à la Baie de Loya (Hendaye), les falaises constituent la Corniche Basque dont les hauteurs varient entre 10 et 40 m environ.

La côte basque est affectée par des mouvements de terrain, localisés au niveau des falaises rocheuses. Les formations géologiques en présence produisent des paysages variés. Une typologie de la côte rocheuse a été définie en 2004 (Genna *et al.*, 2004) en fonction de la géologie, du comportement mécanique des roches et de leur mode de dégradation. Sept types de côte ont été définis (Figure 3) :

- Type 1 : roche dure à stratification sub-horizontale, recouverte d'une faible épaisseur de sédiments récents et/ou d'altérites, correspondant à la formation superficielle issue de la dégradation de la roche ;
- Type 2 : roche meuble à stratification déformée avec couverture de sédiments récents et d'altérites ;
- Type 3 : roche dure et plissée avec couverture récente et altérites ;
- Type 4 : roche dure et plissée avec des altérites au sommet ;
- Type 5 : roche dure basculée et non plissée ;
- Type 6 : altérites en relief bas ;
- Type 7 : sables et dunes.



Figure 3 : Types de morphologie côtière dans les communes littorales de la côte basque (Genna *et al.*, 2004)

La géologie conditionne en grande partie l'apparition de nombreux phénomènes naturels (glissements de terrain, chutes de blocs, éboulements...), regroupés sous le terme générique de « mouvements de terrain ». De nombreux facteurs géologiques et environnementaux interviennent à des degrés divers dans la dynamique des mouvements de terrain : la nature des roches (lithologie), leur fracturation, leur altération et leur perméabilité, mais également les circulations d'eau dans les massifs rocheux ou les dynamiques marines.

2.2. DESCRIPTEURS ADAPTÉS AUX ENVIRONNEMENTS AQUITAINS

Comme introduit précédemment, le littoral aquitain est constitué de 3 grands types d'environnement (Figure 4) :

- Côte sableuse (système plage/dune continu),
- Côte rocheuse (falaises et plages de poche),
- Bassin d'Arcachon (système lagunaire).

Ces environnements ont chacun un contexte géologique qui leur est propre et des morphologies variées, qui évoluent différemment en réponse aux processus météo-marins (actions des vagues, des courants, de la marée, du vent...) et continentaux (ruissellement, gel, hydraulique fluviale, eaux souterraines ...). Cette diversité d'environnements et de dynamiques littorales peut être appréhendée par le suivi de descripteurs spécifiques, adaptés à chacun d'eux.

Un descripteur est défini comme un objet physique observable et/ou mesurable sur le terrain. Il est observé ou mesuré selon des protocoles et des outils adaptés à l'environnement littoral et aux processus que l'on cherche à caractériser.

Le suivi de l'évolution d'un descripteur constitue **un indicateur**, sous-entendu, un indicateur d'évolutions spatio-temporelles, à mettre en relation avec les processus agissant sur le milieu.

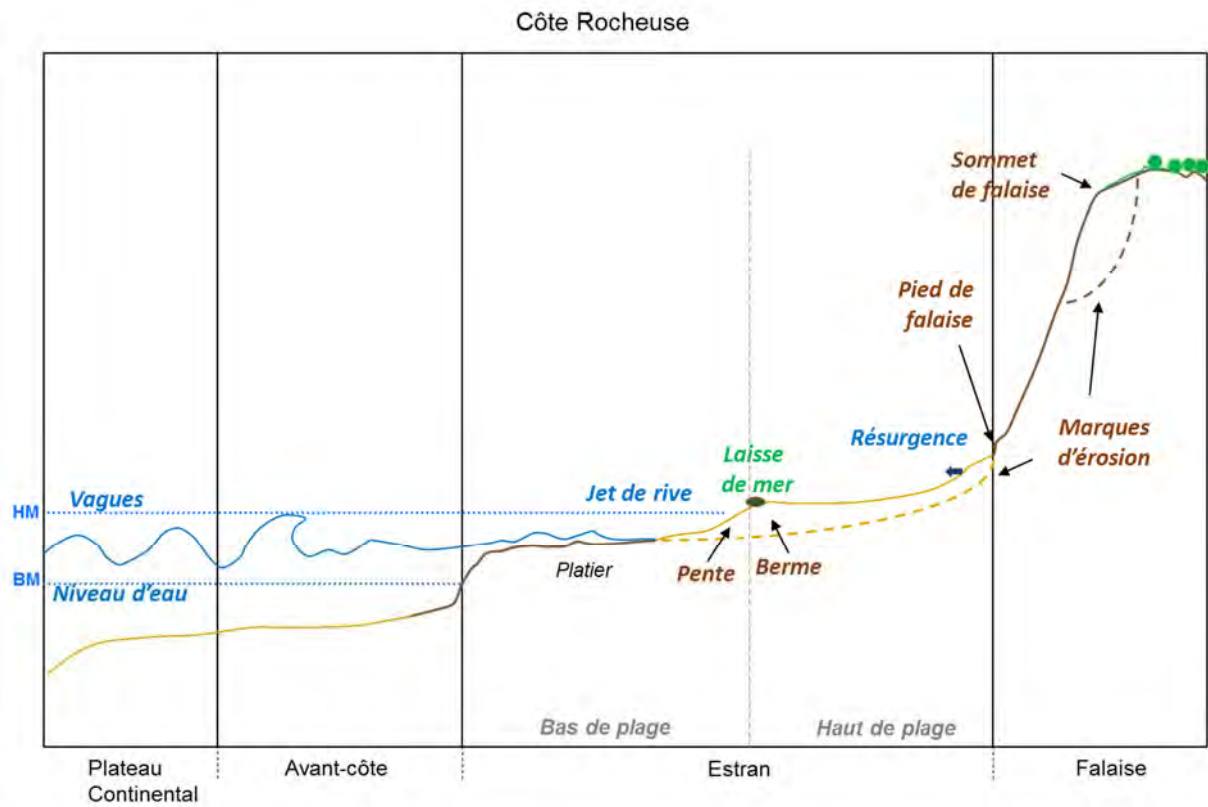
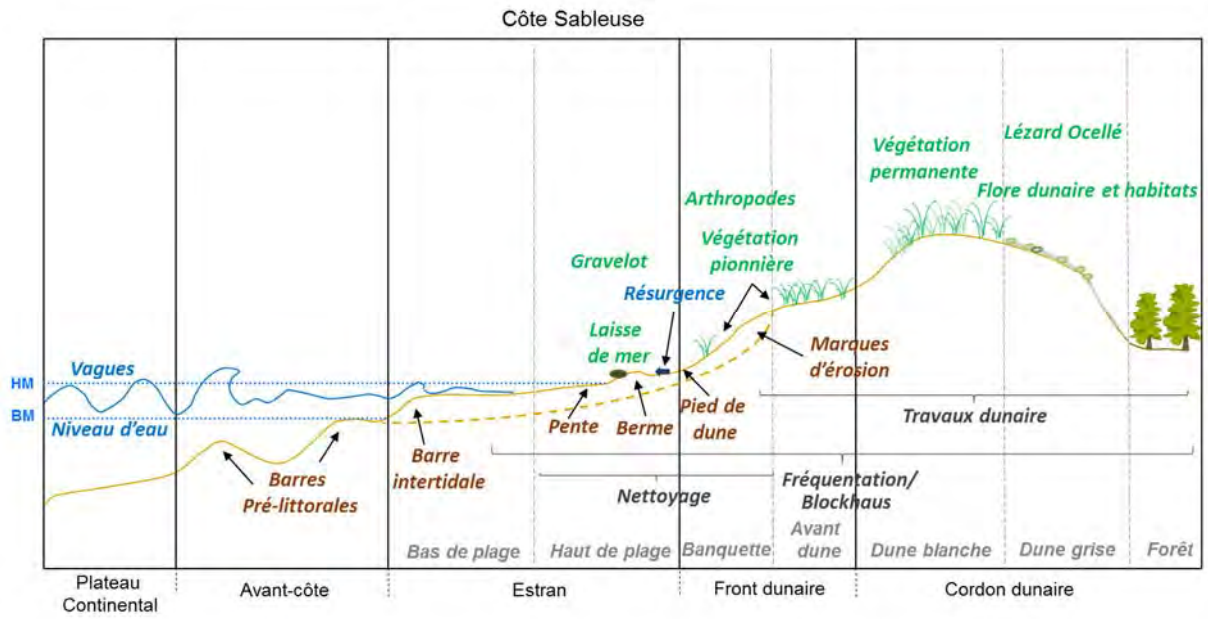
La mesure des descripteurs constitue une donnée ou un groupe de données. Ces données sont considérées comme des **données brutes**, lorsque qu'elles proviennent directement des appareils de mesure. On parle de **données traitées** lorsque ces données ont été récupérées, nettoyées, archivées et analysées pour répondre à une problématique.

Sans être exhaustifs, la Figure 4 et le Tableau 1, ci-dessous, proposent une illustration des différents descripteurs, actuellement suivis régulièrement sur les environnements de la côte aquitaine, dans le cadre du programme annuel de l'OCA. Ils sont classés en cinq grands types :

- les descripteurs de milieux (permettent d'identifier un compartiment du littoral, caractérisé par un lien entre morphologie et particularité de faune et/ou de flore, e.g. dune blanche, dune grise...);
- les descripteurs morphologiques (concernent uniquement la forme, la géométrie, ou une caractéristique ponctuelle du milieu, e.g. ouvrage, berme, marque d'érosion...);
- les descripteurs environnementaux ou biologiques (sont en lien avec les communautés faune/flore, e.g. arthropodes, gravelot à collier interrompu, lézard ocellé...);
- les descripteurs hydrologiques et hydrodynamiques (concernent les caractéristiques et les paramètres physiques associés aux agents dynamiques et aux processus marins et hydrologiques, e.g. hauteur significative des vagues, niveau de marée, débits...);
- les descripteurs d'activité humaine (concernent les actions de gestion, d'implantation ou de fréquentation du littoral).

Descripteur	Type	Environnement
Bas de plage	Milieu	CS, CR, BA
Haut de plage	Milieu	CS, CR, BA
Avant-dune	Milieu	CS
Banquette	Milieu	CS
Dune blanche	Milieu	CS
Dune grise	Milieu	CS
Forêt	Milieu	CS
Pied de dune	Morpho	CS, BA
Ouvrage de protection longitudinal	Morpho	CS, CR, BA
Pied de falaise	Morpho	CR
Sommet de falaise	Morpho	CR
Marque d'érosion/accrétion	Morpho	CS, CR, BA
Berme	Morpho	CS, CR, BA
Pente de plage	Morpho	CS, CR, BA
Barres pré-littorales et intertidales	Morpho	CS, BA
Profil/surface plage-dune	Morpho	CS, BA
Profil/surface plage-falaise	Morpho	CR
Profil/surface de l'avant-côte	Morpho	CS, CR, BA
Limite de végétation permanente	Bio	CS, BA
Limite de végétation pionnière	Bio	CS, BA
Laisses de mer	Bio	CS, CR, BA
Flore dunaire et habitats	Bio	CS
Population arthropodes	Bio	CS
Population gravelot à collier interrompu	Bio	CS
Population lézard ocellé	Bio	CS
Niveau d'eau	Hydro	CS, CR, BA
Vagues	Hydro	CS, CR, BA
Jet de rive	Hydro	CS, CR
Résurgences	Hydro	CS, CR, BA
Niveau des nappes	Hydro	CR
Travaux dunaires	Humain	CS
Nettoyage des plages	Humain	CS
Fréquentation	Humain	CS
Blockhaus	Humain	CS

Tableau 1 : Descripteurs de la bande côtière suivis dans le cadre de l'OCA (CS=côte sableuse ; CR=côte rocheuse ; BA=Bassin d'Arcachon)



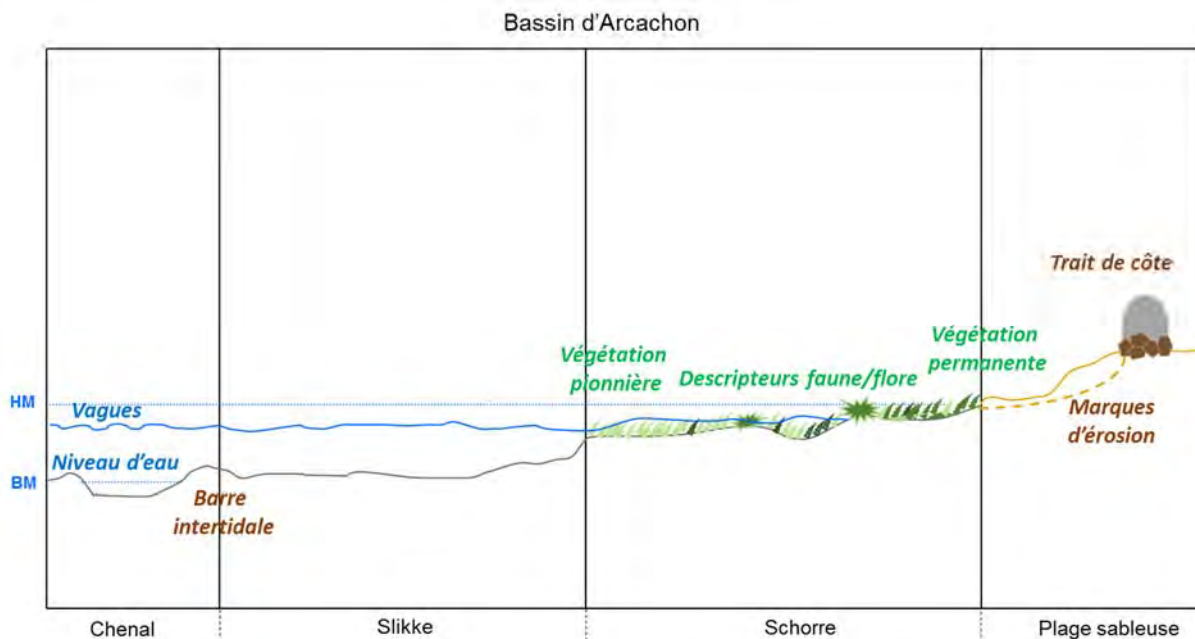


Figure 4 : Schématisation des environnements littoraux aquitains et descripteurs de suivi associés
(les éléments des schémas ne sont pas à l'échelle)

Les profils de plage en pointillés représentent une configuration schématique hivernale, les traits continus une configuration estivale ; les abréviations HM et BM signifient respectivement Hautes Mers et Basses Mers.

L'organisation des campagnes de mesures des descripteurs, puis la définition et l'analyse d'indicateurs basés sur l'évolution spatio-temporelle des descripteurs, constituent le cadre d'acquisition et d'exploitation des données de l'OCA. Ces éléments sont développés dans le chapitre suivant.

3. Acquisition et analyse des données

L'acquisition et l'analyse des données de l'OCA s'articulent autour de 5 problématiques d'amélioration de la connaissance. Ce chapitre présente successivement ces 5 problématiques en identifiant les objectifs poursuivis, les descripteurs et indicateurs de suivi associés, les outils utilisés pour acquérir les données, soit de manière routinière par l'OCA, soit de manière occasionnelle par l'OCA ou un partenaire (sous maîtrise d'ouvrage OCA ou non) et enfin l'exploitation qui en est faite au travers d'exemples d'études récentes.

3.1. PROBLÉMATIQUE 1 : COMPRENDRE ET PRÉVOIR L'ÉVOLUTION DU TRAIT DE CÔTE

3.1.1. Objectifs

Les objectifs poursuivis sont de comprendre la dynamique du trait de côte, à plusieurs échelles de temps, et de prévoir son évolution future, en prenant en compte notamment les impacts du changement climatique.

Plus précisément, l'acquisition et l'analyse de données pour cette problématique ont pour finalités :

- **la quantification de l'évolution du trait de côte** et de sa variabilité, le long de la côte aquitaine et notamment au droit des secteurs littoraux aménagés ;
- **une meilleure compréhension des rythmes d'évolution** aux échelles de temps événementielle, saisonnière, interannuelle, pluriannuelle et séculaire ;
- **une meilleure caractérisation de l'aléa recul du trait de côte** sur le littoral aquitain, en lien avec les effets du réchauffement climatique.

3.1.2. Descripteurs et indicateurs

Frontière entre la terre et la mer, et valable pour tous les types d'environnements de la côte aquitaine, le trait de côte peut se définir de plusieurs manières, selon les analyses thématiques envisagées (Boak and Turner, 2005 ; Mallet *et al.*, 2012). La définition retenue par l'OCA répond à des critères géomorphologiques permettant de cartographier facilement les limites estrans-dunes ou estrans-falaises, au regard des spécificités de la côte aquitaine. Elle permet d'identifier ces limites aussi bien à partir d'observations et de mesures de terrain que de l'analyse et de l'interprétation d'images aériennes ou spatiales et elle est également un marqueur durable permettant des analyses diachroniques à des échelles de temps longues. Enfin, c'est une définition fonctionnelle : elle est repérable sur le terrain, de manière relativement évidente, par différents types d'acteurs, scientifiques ou non :

- pour la côte sableuse, séparation entre la dune et la plage, correspondant, selon la configuration géomorphologique, à l'un et/ou l'autre des descripteurs suivants :
 - rupture de pente topographique,
 - pied de falaise dunaire,
 - limite de végétation dunaire,
 - ouvrage de protection longitudinal ;
- pour la côte rocheuse, séparation entre la falaise et l'estran, correspondant, selon la configuration géomorphologique, à l'un et/ou l'autre des descripteurs suivants :
 - sommet de falaise rocheuse,

- o pied d'ouvrage de protection longitudinal,
- o ou en fond de baie aux mêmes indicateurs que pour la côte sableuse : pied de falaise dunaire, rupture de pente topographique, limite de végétation dunaire ;
- pour le Bassin d'Arcachon, dans la zone lagunaire, séparation entre l'estran et la bordure continentale, correspondant, selon la configuration géomorphologique, à l'un et/ou l'autre des descripteurs suivants :
 - o pied d'ouvrage longitudinal,
 - o limite supérieure du schorre,
 - o rupture de pente (cordon sableux ou dune).

L'évolution du trait de côte, dans le temps, est un indicateur d'érosion (ou d'accrétion). Il permet d'identifier la perte ou le gain de terre sur la mer, après une tempête, une saison ou plusieurs années, selon la fréquence des suivis. Bien qu'il ne permette pas de caractériser la dynamique côtière dans toute sa diversité et sa complexité, cet indicateur est considéré comme le plus représentatif pour le suivi de l'érosion côtière chronique (i.e. à l'échelle de temps pluriannuelle).

3.1.3. Outils et données

Le suivi des évolutions du trait de côte mobilise plusieurs outils, types de données et traitements, dont l'exploitation est complémentaire du point de vue de la couverture spatiale et temporelle, et permet de s'assurer de la fiabilité des protocoles mis en place. L'OCA réalise ce suivi de l'évolution du trait de côte, à l'échelle régionale, à partir des acquisitions suivantes (cf. partie supérieure Tableau 2 et Annexe 1 pour description) :

- données D-GPS ;
- orthophotos ;
- levés LiDAR (aéroportés) ;
- photographies obliques (terrestres ou aériennes).

Outil	Opérateur	Type de données	Fréquence d'acquisition	Couverture	Usage OCA
D-GPS	BRGM	X,Y,Z	Annuelle Evènementielle	Régionale Locale	Vérité terrain
Orthophotos	IGN	X,Y	Annuelle	Régionale	Analyse des tendances long terme
LiDAR aéroporté	IGN	X,Y,Z	Annuelle	Régionale	Détection semi-automatique du TDC
Photographies (dont campagne oblique ULM)	BRGM, ONF, prestataire	qualitative	Annuelle Evènementielle	Régionale	Suivi qualitatif des évolutions du TDC
Imagerie spatiale	CNES	X,Y	Evènementielle	Régionale	Etat pré et post évènement érosif (littoraux non aménagés)
Vidéo observation	BE	X,Y	Continue	Locale	Etat post évènement érosif (littoraux aménagés)
Photogrammétrie	BE, Univ.	X,Y,Z	Evènementielle	Locale	Données complémentaires

Tableau 2 : Ensemble des outils et caractéristiques des acquisitions réalisées dans le cadre de la problématique 1 (BE : bureau d'études ; TDC : trait de côte)

L'OCA est également amené à acquérir, faire acquérir, échanger avec ses partenaires, des données de manière occasionnelle, en vue de densifier spatialement et temporellement l'analyse des évolutions du trait de côte. Ces acquisitions ponctuelles peuvent avoir lieu à la suite d'évènements érosifs exceptionnels ou dans le cadre de missions spécifiques d'appui aux politiques publiques (e.g. accompagnement des SLGBC dans la mise en œuvre de leurs plans d'actions). Les acquisitions de données en question peuvent faire appel à différents outils complémentaires (cf. partie inférieure du Tableau 2) :

- **l'imagerie spatiale** : historiquement, via l'utilisation des campagnes FORMOSAT-2, SPOT-5 et désormais à partir des données Sentinel 1 et 2, des analyses de l'évolution du trait de côte (et de la plage et de l'avant-côte, voir §3.2.3) peuvent être réalisées, notamment grâce à la couverture étendue (régionale) et relativement fréquente (de 2-3 jours à une semaine) de ce type de données (ex : analyse des données Sentinel dans le cadre du suivi de l'évolution de la pointe du Cap-Ferret, SLGBC de Lège-Cap-Ferret ; Bernon et Mallet (2018)).
- la **vidéo observation** : plusieurs sites de la côte aquitaine bénéficient de systèmes d'observation vidéo pérennes (e.g. Biscarrosse, Capbreton, Anglet ...). De manière routinière et continue, il est possible de détecter la position du trait de côte et sa potentielle évolution dans le temps. On peut ainsi par exemple caractériser des reculs lors d'évènements de tempête ou des progressions à l'échelle de temps saisonnière.
- la **photogrammétrie (avion et drone)** : des initiatives portées par le BRGM (e.g. levé continu de l'ensemble du littoral à l'automne 2015) ou par d'autres partenaires (universitaires, bureaux d'études) ont permis de mettre en œuvre de la photogrammétrie aéroportée ou par drone. Les produits issus de ces levés permettent de nombreuses exploitations, parmi lesquelles l'identification du trait de côte. Relativement souple d'usage et peu coûteuse, l'acquisition par drone permet de suivre à fréquence régulière (semaine, mois ou après un évènement marquant) des linéaires de quelques kilomètres.

3.1.4. Analyse des données et indicateurs

L'exploitation croisée des données et indicateurs présentés permet d'établir la position du trait de côte à différentes échelles spatio-temporelles. Des suivis « évènementiels » peuvent être réalisés pour répondre aux besoins de collectivités locales ou pour mieux comprendre et, à terme, anticiper les reculs du trait de côte imputables à une tempête ou une succession d'évènements météo-marins. Dans ces cas d'observations d'urgence ou d'observations déléguées, un simple jalon et un suivi photo permet de suivre l'évolution du trait de côte. Ces suivis « évènementiels » sont plus particulièrement exploités dans le cadre de la problématique 4 (cf. §3.4). Le suivi saisonnier du trait de côte pour l'ensemble de l'ex-région Aquitaine (croisement des données printemps (D-GPS) et automne (orthophoto et LiDAR)) permet, par sa régularité (effectué tous les ans, aux mêmes saisons), de disposer de données de base pour déterminer les tendances d'évolutions actuelles et établir des perspectives à moyen et long termes (quelques années à quelques décennies), quant au recul du trait de côte et aux potentiels impacts du changement climatique.

Les acquisitions et leurs traitements ont donné lieu à plusieurs valorisations ou rapports techniques récents ; certains sont présentés de manière synthétique ci-dessous :

Pour l'ensemble de la côte - Bernon *et al.*, 2016 : "Caractérisation de l'aléa recul du trait de côte sur le littoral de la côte aquitaine aux horizons 2025 et 2050".

La position historique du trait de côte issue du traitement des données disponibles, notamment des photos aériennes anciennes, permet de remonter aux années 1930. Toutefois, la digitalisation de la position du trait de côte, à partir de ces images, n'offre pas une précision suffisante pour qu'elle puisse être exploitée dans le cadre d'étude réglementaire. Actuellement, 11 traits de côte historiques, faisant référence et permettant une analyse diachronique s'étalant sur la période 1985 - 2017, sont disponibles. Ils couvrent les années : 1985, 1998, 2000, 2006, 2007, 2008, 2009, 2014, 2016, 2017. L'analyse de ces traits de côte (période 1985-2014) a permis, à partir de traitements SIG et de dires d'experts, de définir l'aléa "recul du trait de côte" le long du littoral aquitain à échéance 2025 et 2050 (Figure 5). Un état de l'art et une analyse des méthodes disponibles pour prendre en compte les effets de l'élévation du niveau de la mer liée au réchauffement climatique ont également été réalisés. Ils ont permis de fournir une première approximation de quantification du recul du trait de côte, engendré par le réchauffement climatique, en exposant les nombreuses incertitudes relatives à cet exercice.

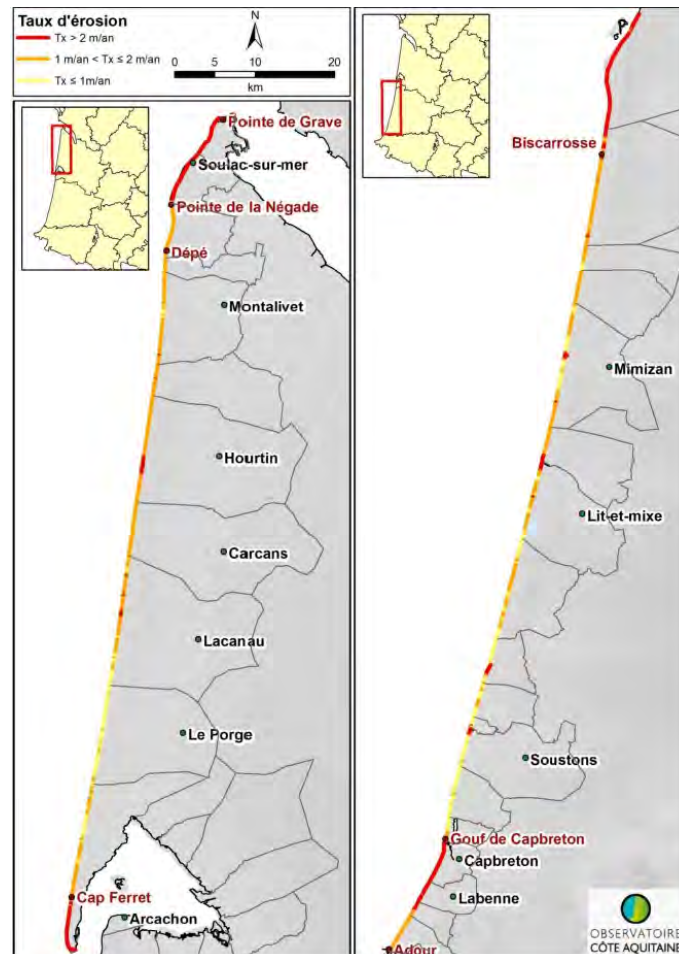


Figure 5 : Taux moyens annuels d'érosion de la côte sableuse aquitaine (extrait de Bernon et al., 2016)

Pour la côte sableuse - Nicolae Lerma et al., 2019 : “Pluriannual beach-dune evolutions at regional scale : Erosion and recovery sequences analysis along the Aquitaine coast based on airborne LiDAR data”.

Cette contribution présente les travaux basés sur des campagnes LiDAR aéroportées, réalisées en 2011, 2014, 2016 et 2017. Les évolutions géomorphologiques sont étudiées à l'échelle des cellules et sous-cellules sédimentaires de la côte aquitaine. L'étude propose une détection automatique des falaises dunaires et des avant-dunes naissantes, l'analyse d'indicateurs planimétriques et le bilan sédimentaire de l'interface plage-dune. Les analyses ont été effectuées pour deux périodes : 2011-2014 (y compris l'impact érosif de l'hiver 2013-2014) et 2014-2017. Une classification basée sur la longueur des escarpements dunaire montre, suite à l'hiver 2013-2014, une grande diversité de dynamiques d'érosion, qui sont directement liées aux caractéristiques géomorphologiques de la côte, à la disponibilité en sédiments et au système de barres littorales. L'analyse pour la période suivante montre une récupération rapide et massive en haut de plage, pour la plus grande partie de la côte. Au cours de la première période (y compris l'hiver 2013-2014), plus de $15,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ de sédiments ont été érodés à l'interface plage-dune, ce qui représente en moyenne une perte de 66 m^3 par mètre linéaire. Les gains au cours de la période suivante (2014-2017) sont également massifs, supérieurs à $13,5 \times 10^6 \text{ m}^3$, soit un gain moyen de 57 m^3 par mètre linéaire. Ainsi, 86,5 % des volumes de sable érodés en 2014 ont regagné l'interface plage-dune en 2017. Toutefois, 90 % de ces volumes sont localisés entre le haut de plage et le pied des dunes. La tendance de récupération progressive des avant-dunes est massive mais fragile, car les sédiments peuvent être à nouveau rapidement érodés en cas de tempête énergétique. Aux échelles de temps pluriannuelle, décennale et

pluri-décennale, les données historiques de trait de côte, les suivis D-GPS de l'OCA et les résultats obtenus par l'analyse des données LiDAR montrent une bonne cohérence et indiquent que le trait de côte suit des tendances d'évolutions contrastées du nord au sud de la côte.

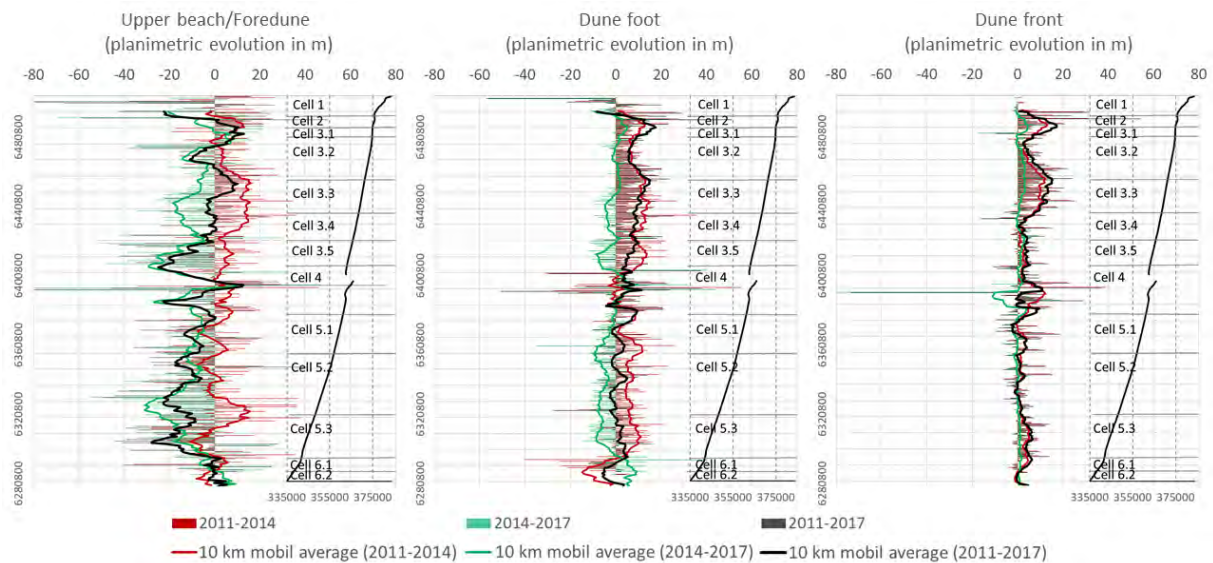


Figure 6 : Evolutions planimétriques pour les descripteurs haut de plage, pied de dune et front de dune entre 2011 et 2017 (la ligne noire sur la droite représente le trait de côte)

Pour le Bassin d’Arcachon - Bernon et Mugica, 2019 : “Mise en place d'un programme de suivi géomorphologique autour du Bassin d'Arcachon - Bilan de 1^{ère} année”.

Le suivi du trait de côte à partir des orthophotos et du LiDAR, acquis par le SIBA en 2016, est intégré au programme de suivi géomorphologique du Bassin d’Arcachon de l’OCA. Le trait de côte de 2016 a ainsi été défini sur cette base et est actuellement la référence la plus récente et complète disponible à l’échelle du Bassin d’Arcachon (cf. Figure 7). L’OCA prévoit en 2019 le tracé du trait de côte 2018 à partir d’une orthophotographie, de nouveau acquise par le SIBA en août 2018. Bien qu’aucune information topographique ne soit associée à cette acquisition, les données D-GPS, récoltées par l’OCA dans le cadre du programme de suivi géomorphologique, seront utilisées en vue de suivre les évolutions géomorphologiques sur l’ensemble du pourtour du Bassin. Une analyse et une harmonisation des données plus anciennes existantes seront également entreprises (e.g. traits de côte 2005-2009-2012-2016), afin de réaliser une analyse diachronique de ces évolutions tout autour du Bassin.

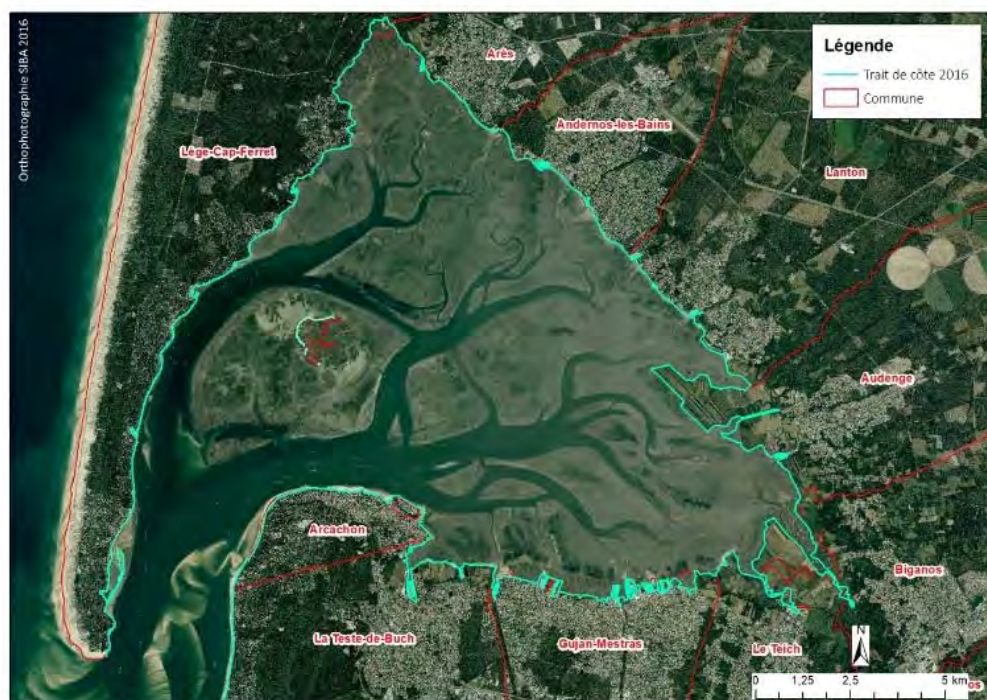


Figure 7 : Identification du trait de côte 2016, autour du Bassin d'Arcachon

3.2. PROBLÉMATIQUE 2 : ÉVALUER LES STOCKS SÉDIMENTAIRES ET LEUR DYNAMIQUE EN LIEN AVEC L'ÉVOLUTION GÉOMORPHOLOGIQUE DU LITTORAL SABLEUX

3.2.1. Objectifs

Le suivi des évolutions morphologiques de la bande littorale et l'évaluation des stocks sédimentaires associés répondent à plusieurs objectifs :

- enrichir l'analyse des évolutions du trait de côte par des informations complémentaires et ainsi mettre en perspective les évolutions du trait de côte avec celles de l'ensemble du système littoral ;
- quantifier les stocks et les flux sédimentaires à l'échelle régionale ;
- caractériser les volumes sédimentaires associés aux phénomènes d'érosion et de reconstruction des plages (notamment évolution saisonnière) ;
- fournir des indicateurs de suivi pour la mise en œuvre de plans de gestion des sédiments à l'échelle locale et appréhender les systèmes littoraux dans leur ensemble, dans le but d'identifier des pratiques durables en matière de gestion du littoral.

3.2.2. Descripteurs et indicateurs

Le domaine littoral est un système complexe dont les évolutions résultent de phénomènes d'actions et de rétroactions entre les forçages (niveaux d'eau, vagues, vent) et les morphologies (i) aériennes (dune, plage supratidale), (ii) dans la zone de battement des marées (domaine intertidal), (iii) sous-marines (infratidale), à plusieurs échelles de temps, le tout en fonction des stocks sédimentaires disponibles (Figure 8).

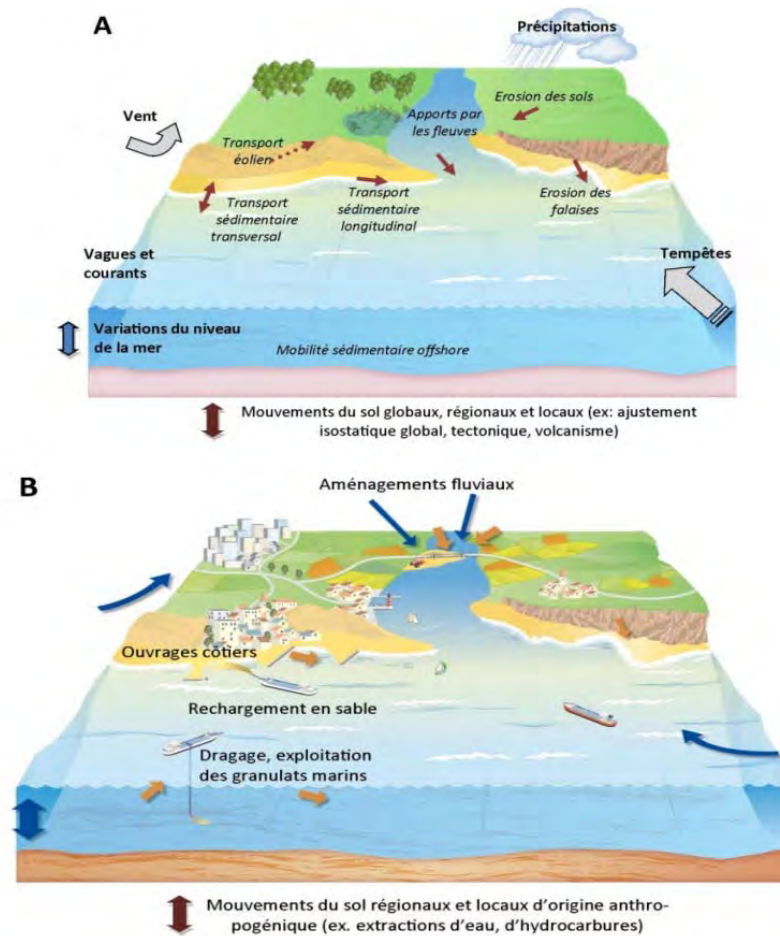


Figure 8 : Schéma du fonctionnement littoral (extrait de Planton et al., 2015) - A : forçages et processus naturels ; B : forçages et processus anthropiques

La compréhension des évolutions morphologiques et des mouvements des stocks sédimentaires demande donc de pouvoir mesurer un grand nombre de variables, tant morphologiques que météo-marines. Pour des raisons financières, techniques ou de difficulté d'accès, il est rare de pouvoir bénéficier d'acquisitions de données morphologiques couvrant l'ensemble de la frange littorale de manière synchrone. De plus, associer ces évolutions morphologiques aux conditions marines, à différentes échelles de temps (événementielle, saisonnière, interannuelle), reste un défi scientifique.

Face à la complexité des évolutions spatiales et temporelles de la bande côtière, des descripteurs spécifiques sont suivis et des **indicateurs d'évolution géomorphologique** sont élaborés afin de synthétiser et caractériser les évolutions géomorphologiques des compartiments du système littoral. Ces indicateurs peuvent être qualitatifs ou quantitatifs, géométriques ou volumétriques, renseignant ainsi respectivement sur les notions d'évolution morphologique ou de stock sédimentaire.

Au sein de l'OCA, les évolutions de la dune, de la plage et de l'avant-côte, de l'environnement de la côte sableuse, sont analysées au regard de plusieurs indicateurs, synthétisés dans le Tableau 3 Tableau 3.

Objectif	Interface littorale	Indicateurs	Descripteurs nécessaires (cf. §2.2)
Evolution morphologique	Du bas de plage au revers de dune	Variation de l'altitude (ou du niveau) de la plage dans le temps	Profil ou surface plage-dune
		Dynamique des compartiments géomorphologiques	Compartiments géomorpho (bas de plage, haut de plage, banquette, avant-dune, dune blanche, dune grise, forêt)
		Occurrence et caractérisation des marques d'érosion/accrétion	Marques d'érosion ou d'accrétion (entailles, banquettes)
		Variation de la pente de plage au cours du temps	Pente de plage
	Avant-côte	Evolution temporelle des isobathes	Profil ou surface des petits-fonds
		Dynamique et caractérisation des barres pré-littorales	Barres pré-littorales
Evolution du stock sédimentaire	Du bas de plage au revers de dune	Occurrence et volumes associés aux marques d'érosion/accrétion	Marques d'érosion ou d'accrétion (entailles, banquettes)
		Bilan sédimentaire de la plage (évolution diachronique) (profil - 2D ou zonal - 3D)	Profil ou surface plage-dune
	Avant-côte	Bilan sédimentaire des petits-fonds	Profil ou surface des petits-fonds

Tableau 3 : Indicateurs d'évolution morphologique et de stock sédimentaire, pour la côte sableuse, et descripteurs associés

Remarques :

Dans le cas particulier des passes du Bassin d'Arcachon, l'exploitation des données bathymétriques, relevées notamment pour les besoins de navigation par le SIBA et la DDTM, permettent de restituer les évolutions des bancs sableux sous-marins et intertidaux et la morphologie des chenaux. Les indicateurs étudiés à partir des données bathymétriques sont identiques à ceux présentés dans le Tableau 3.

L'OCA opère des suivis d'indicateurs spécifiques pour la côte rocheuse, qui sont détaillés dans le cadre de la problématique 3 (cf. §3.3). Toutefois, les plages de poche et en pied de falaise de la côte rocheuse font l'objet de suivi de l'évolution des stocks sédimentaires à partir d'acquisitions et de méthodes identiques à celles de la côte sableuse.

3.2.3. Outils et données

Plusieurs outils et types d'acquisition sont utilisés de manière complémentaire, afin de renseigner les indicateurs précités à l'échelle régionale ou à des emprises locales. Les outils utilisés permettent également de couvrir un large spectre de fréquences temporelles d'acquisition allant de l'évènement aux évolutions pluriannuelles.

L'OCA réalise un suivi annuel et une analyse à l'échelle régionale des évolutions géomorphologiques des plages et des dunes, à partir des outils et données suivants (cf. partie supérieure du Tableau 4 et Annexe 1 pour description) :

- **formulaires (inventaires ou relevés) papiers ou numériques** (ex. : fiches « état des plages ») ;
- **données D-GPS** ;
- **levés LiDAR (aéroportés)** ;
- **orthophotos** ;
- **photographies obliques (terrestres ou aériennes)**.

Outil	Opérateur	Type de données	Fréquence d'acquisition	Couverture	Usage OCA
Photographies (dont campagne oblique ULM)	BRGM, ONF, Prestataire	Qualitative	Annuelle Evènementielle	Régionale	Description générale, connaissance historique
Fiches « état des plages »	ONF	Qualitative	Saisonnnière	Régionale	Description générale, type de contacts plages-dunes
D-GPS	BRGM	X,Y,Z	Annuelle	Régionale	Vérité terrain
LiDAR aéroporté	IGN	X,Y,Z	Annuelle	Régionale	Evaluation des stocks sédimentaires
Orthophotos	IGN	X,Y	Annuelle	Régionale	Identification de morphologies remarquables
D-GPS	BRGM, BE	X,Y,Z	Evènementielle	Locale	Suivi de plage
Inventaire encoches d'érosion	ONF	Qualitative	Evènementielle	Régionale	Entailles d'érosion dunaires, contacts plages-dunes
Photogrammétrie	BE, Univ.	X,Y,Z	Evènementielle	Locale	Données complémentaires
Imagerie spatiale	CNES	X,Y	Evènementielle	Régionale	Etat pré et post évènement érosif (littoraux non aménagés), évolution avant-côte
Vidéo observation	BE	X,Y	Continue	Locale	Etat post évènement érosif (littoraux aménagés), évolution avant-côte
Sondeur bathymétrique	BE	X,Y,Z	Evènementielle	Locale	Analyse des morphologies sous-marines

Tableau 4 : Ensemble des outils et caractéristiques des acquisitions réalisées dans le cadre de la problématique 2 (BE : bureau d'études)

Ces outils et données, couvrant l'ensemble de la région, sont complétés ponctuellement, aussi bien spatialement que temporellement, par d'autres acquisitions. Celles-ci peuvent être réalisées par l'OCA ou

par des partenaires, comme des bureaux d'études dans le cadre des SLGBC, ou des universitaires (cf. partie inférieure du Tableau 4) :

- les **données D-GPS** : lors d'évènement remarquable ou d'expertise (e.g. entaille dunaire faisant suite à une tempête, suivi d'ouvrage...), des acquisitions de données d'urgence peuvent être réalisées en vue de suivre les évolutions : levés pré- et post-tempête, par exemple. Au sein des stratégies locales, des levés topographiques avant/après travaux de rechargement peuvent être envisagés, comme à Lège-Cap Ferret. Enfin, le complément de données peut consister à densifier le nombre de profils D-GPS suivis dans le cadre de la campagne annuelle ou à réaliser des levés complets du système plage-dune, en vue de réaliser des Modèles Numériques de Terrain (MNT).
- l'**inventaire « encoches d'érosion »** : en période hivernale, les observateurs ONF de l'OCA réalisent les relevés des encoches d'érosion, à l'issue de chaque évènement tempétueux. Le bilan, en fin d'hiver, des érosions ainsi recueillies constitue un indicateur du phénomène à court terme. Au printemps, la description des types de contacts plages - dunes permet d'obtenir un indicateur de l'évolution du littoral à l'échelle saisonnière. Ces deux indicateurs complémentaires fournissent un état des lieux continu des effets de l'aléa "érosion marine" et permettent de caractériser les capacités de résilience du littoral sableux.
- la **photogrammétrie (en avion ou par drone)** : ce type de levés flexibles et relativement peu coûteux est utilisé de manière croissante et régulière par les bureaux d'études ou les laboratoires universitaires, afin de réaliser des MNT de très haute précision (précision verticale de quelques centimètres), moyennant des procédures de référencement sollicitant notamment l'utilisation d'un D-GPS. Ces données sont ainsi couramment utilisées pour des évaluations très précises de l'évolution des stocks sédimentaires (rechargement, interaction avec la végétation pionnière, érosion évènementielle...) et permettent de suivre à fréquence variable (semaine, mois ou après un évènement marquant) des linéaires de quelques kilomètres.
- l'**imagerie spatiale** : ce type de données permet la réalisation des produits servant à identifier de manière qualitative, et dans une certaine mesure quantitative (méthodes d'inversion bathymétrique par la couleur de l'eau ou par le comportement des vagues), l'évolution des systèmes de barres et plus généralement la bathymétrie côtière.
- la **vidéo observation** : le traitement des données vidéos, issues de dispositifs situés en haut de plage, offre la possibilité d'évaluer qualitativement l'évolution des morphologies sableuses sous-marines (systèmes de barres-bâines). Par ailleurs, le développement des méthodes d'inversion bathymétrique (relevant encore du domaine de la recherche) offre des perspectives intéressantes pour la reconstitution de la bathymétrie littorale, à partir du comportement des vagues dans la zone de déferlement.
- le **sondeur mono / multifaisceaux** : l'utilisation de sondeur reste le moyen privilégié pour la réalisation de bathymétrie côtière. Cette technique permet de disposer de levés de précision décimétrique sur quelques kilomètres de côte et d'appréhender les évolutions de l'avant-côte ou des chenaux, pouvant déstabiliser les plages à long terme. Elle permet également, dans le cas de mesures synchrones avec la partie aérienne de la plage, d'analyser les volumes de sédiments échangés entre l'avant-côte et la plage et donc les processus d'érosion.

3.2.4. Analyse des données et indicateurs

L'exploitation croisée des données et indicateurs présentés permet d'établir des bilans sédimentaires interannuels, couvrant l'ensemble de la région ex-Aquitaine. La fréquence (annuelle) et la régularité (à la même saison) des campagnes d'acquisition des données de profils (réalisées au printemps) et des données LiDAR (réalisées à l'automne) permettent d'analyser et de quantifier les évolutions interannuelles et

saisonniers au droit des profils. Les suivis à plus haute fréquence spatio-temporelle permettent d'évaluer les volumes sédimentaires associés aux processus d'érosion et de reconstruction lors d'évènements majeurs ou sur des sites particulièrement sensibles. Les acquisitions et leurs traitements ont donné lieu à plusieurs valorisations ou rapports techniques récents, comme présenté ci-dessous.

Pour la côte sableuse :

- **Ayache et al., 2018 :** "Evolution géomorphologique de la côte sableuse en Gironde et Landes entre 2011 et 2017 à partir de l'exploitation du LiDAR".

Ce rapport présente la méthodologie d'analyse et les résultats de l'exploitation des jeux de données LiDAR, disponibles depuis 2011, à l'échelle de la côte sableuse de l'ex-Aquitaine (Gironde et Landes). Il propose trois traitements à l'échelle régionale afin de caractériser l'évolution géomorphologique de la bande littorale à l'interface plage/dune. Ce travail a permis de mettre en place une méthodologie de détection des formations d'entailles dunaires (caractéristiques des processus d'érosion et de leur ampleur), ainsi que l'identification de formation de banquettes dunaires (synonymes de processus d'accumulation éoliens et des capacités de résilience du système plage/dune) (Figure 9). Enfin, des bilans sédimentaires, à l'échelle des sous-cellules sédimentaires et de l'ensemble de la côte aquitaine, ont mis en évidence la variabilité spatiale à la fois des conséquences de l'hiver exceptionnel de 2013-2014 et des rythmes et capacités de résilience des interfaces plages/dunes, au regard des disponibilités sédimentaires à l'échelle de temps pluriannuelle.

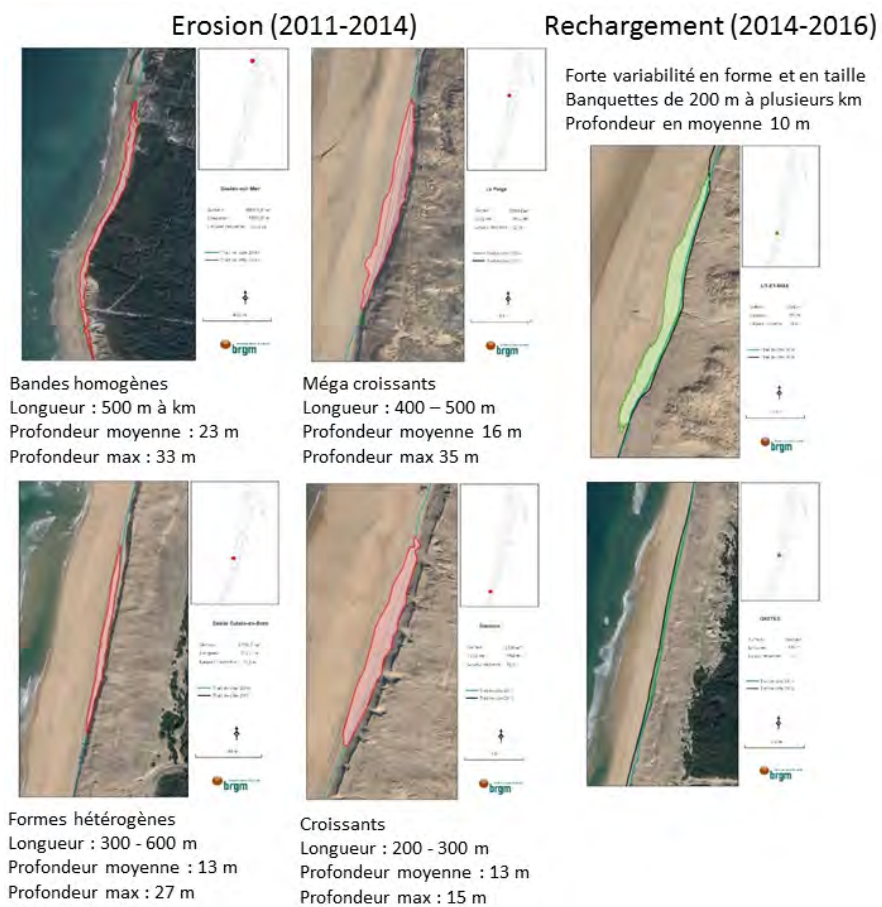


Figure 9 : Morphologies des entailles d'érosion, suite à l'hiver 2013-2014 et banquettes en haut de plage constituées au cours de la période 2014-2016 (extrait de Ayache et al., 2018)

Les fiches "transects"

Les fiches "transects" sont des supports interactifs de visualisation des données de profils plages/dunes, acquises par l'OCA, lors des campagnes D-GPS annuelles (Figure 10). Les données sont mises à disposition via ces fiches pour l'ensemble des profils topographiques suivis sur la côte aquitaine depuis 2008. Outre la visualisation des différentes campagnes, des limites des compartiments géomorphologiques, de l'enveloppe des variabilités observées et des références altimétriques locales, les fiches "transects" proposent des outils d'analyse des données. Ces outils spécifiques permettent de calculer : des différentiels de volumes sédimentaires entre deux dates, la pente entre deux points le long du profil, l'évolution de la position du trait de côte au cours du temps et l'évolution de la hauteur du pied de dune. Les fiches "transects" sont publiques et accessibles en ligne depuis l'*Espace cartographique* du site web de l'OCA (ex. : <http://www.observatoire-cote-aquitaine.fr/fiche-transect/index.php?id=7>).

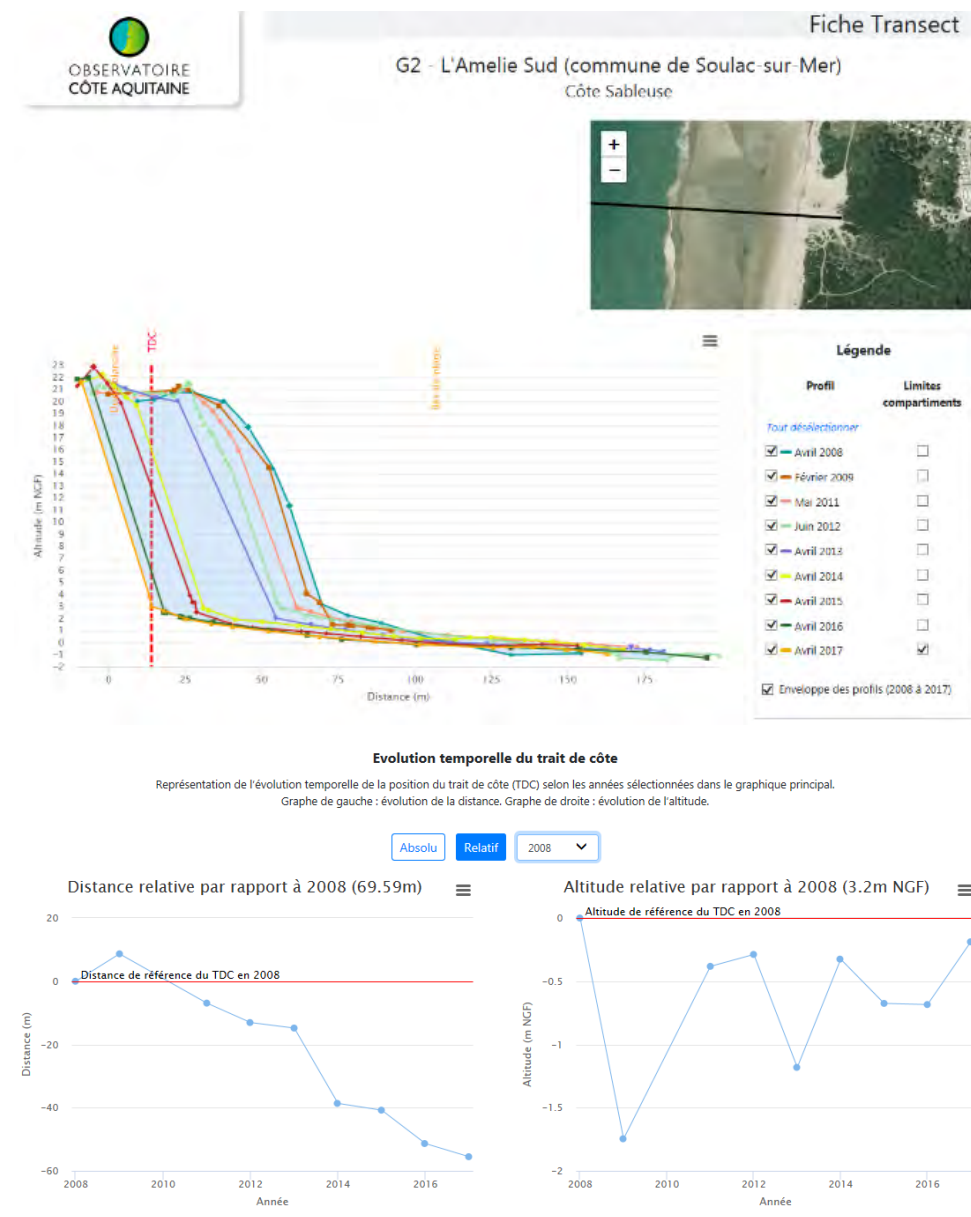


Figure 10 : Exemple de fiche "transect", consultable en ligne

Les cartes d'érosion

Les relevés effectués par les observateurs ONF de l'OCA aboutissent à l'élaboration de cartes qui caractérisent l'érosion des dunes et son évolution pluriannuelle, pour l'ensemble du littoral sableux. Ces cartes permettent de suivre l'évolution des phénomènes dans le temps et l'espace. On note ainsi la forte diminution des érosions marines après l'hiver 2013-2014, particulièrement tempétueux, et la reconstruction progressive du système dunaire suite à la succession des années faiblement érosives. Ces informations issues de relevés de terrain viennent compléter l'analyse réalisée à partir de données de télédétection (i.e. LiDAR).

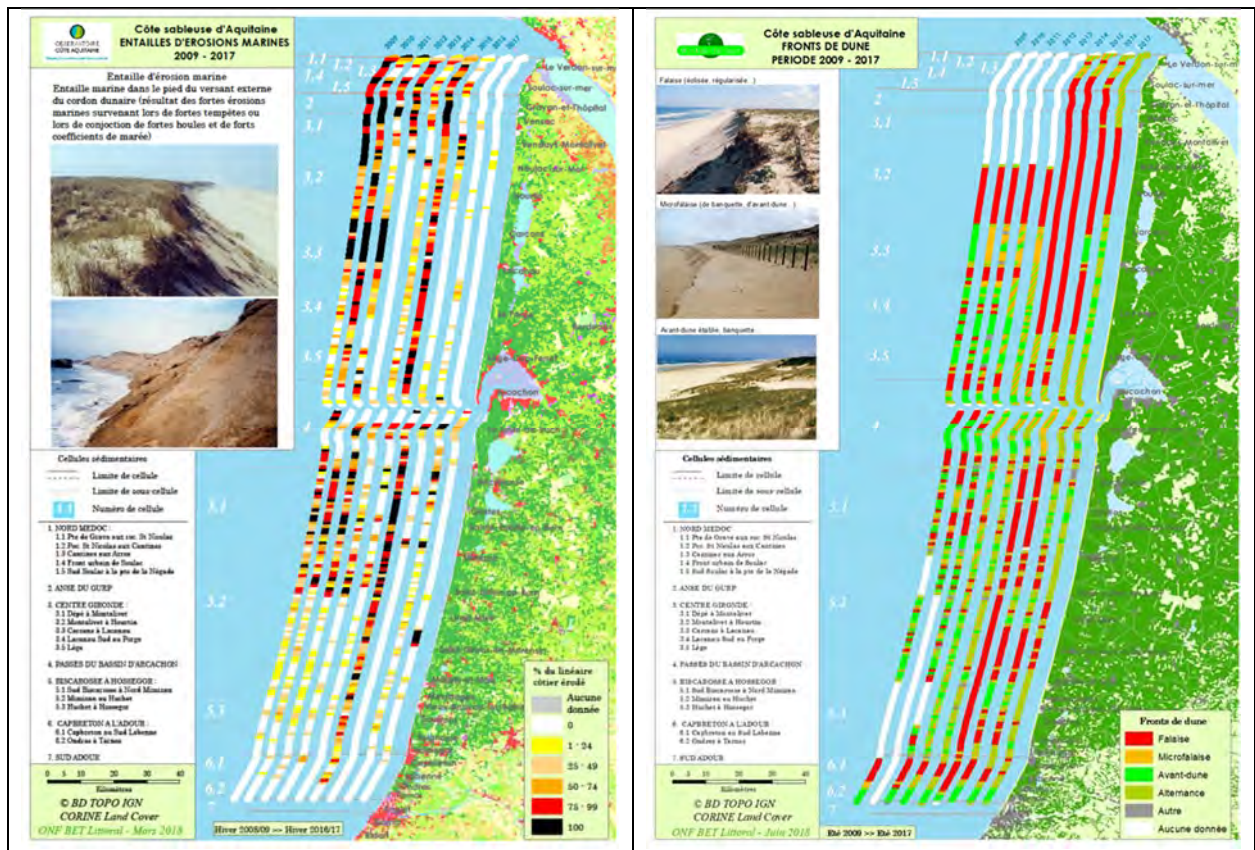


Figure 11 : Cartes de synthèse des entailles d'érosion marine et des fronts de dunes, pour la période 2009-2017

Pour le Bassin d'Arcachon :

- **Rapport de stage de François Jude, 2018** : "Evolutions morpho-bathymétriques récentes des passes internes du Bassin d'Arcachon (banc de Bernet et chenal du Ferret)".
- **Bernon et al., 2019** : "Etat des connaissances sur la dynamique hydro-sédimentaire à l'embouchure du Bassin d'Arcachon en lien avec les actions de lutte active souple à la Pointe du Cap-Ferret".

Ces 2 études se sont intéressées à la caractérisation des évolutions morphologiques et à la dynamique de l'embouchure tidale du Bassin d'Arcachon (Figure 12). À partir de plusieurs jeux de données bathymétriques, couvrant la période de 1969 à 2016, des MNT et des indicateurs de suivis géomorphologiques (suivis d'isobathes, profils bathymétriques, analyse de surface et de volume) ont été créés. L'analyse de la dynamique de la zone des passes internes et du delta de flot a permis de réaliser une synthèse de leurs évolutions morpho-bathymétriques, en lien avec les évolutions des passes externes, pendant les 50 dernières années, venant ainsi actualiser les connaissances sur ce système.

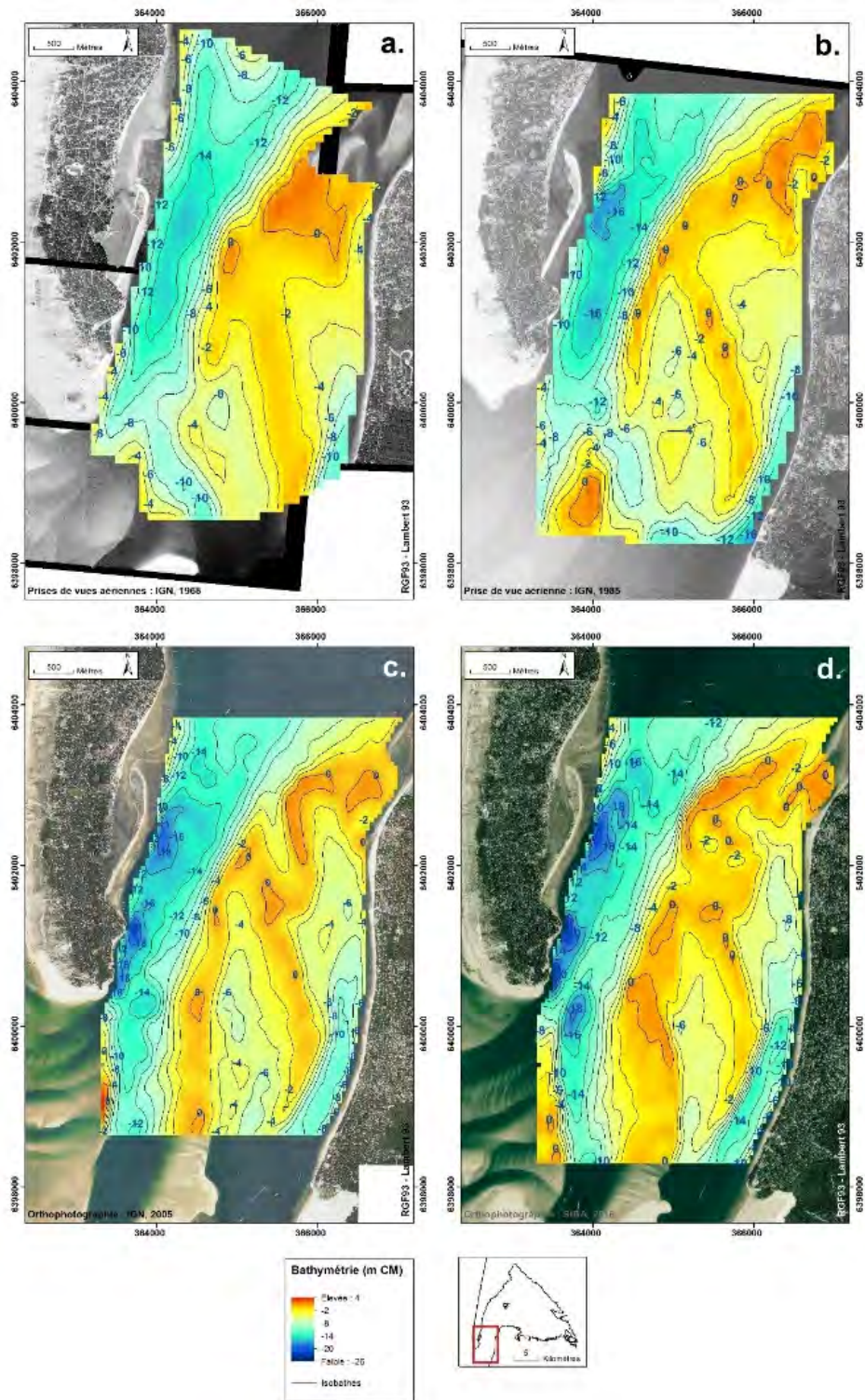


Figure 12 : MNT bathymétrique des passes internes du Bassin d’Arcachon

a. bathymétrie de 1969 (maillage 100 m x 100 m) et orthophotographie de 1968. b. bathymétrie de 1985 (maillage 100 m x 100 m) et orthophotographie de 1985. c. bathymétrie de 2005 (maillage 50 m x 50 m) et orthophotographie de 2005. d. bathymétrie de 2016 (maillage 50 m x 50 m) et orthophotographie de 2011

3.3. PROBLÉMATIQUE 3 : CARACTÉRISER LES PROCESSUS D'ÉROSION ET LES MOUVEMENTS DE TERRAIN SUR LA CÔTE ROCHEUSE

3.3.1. Objectifs

Les acquisitions de données et les suivis réalisés sur la côte rocheuse ont été mis en place en vue de disposer d'informations permettant d'identifier les évolutions morphologiques du système plage / falaise / sommet de falaise, dues à des mouvements de terrain (qu'ils résultent de phénomènes peu intenses mais « chroniques » ou d'évènements pouvant être qualifiés *de référence* au regard de leur intensité et de leur dynamique) et de les associer aux processus-clés susceptibles d'occasionner leur déclenchement.

Ainsi l'acquisition et l'analyse de données pour cette problématique ont pour objectifs :

- **l'identification des secteurs de falaise en recul** (érosion du pied de falaise, évolution régressive du sommet de falaise) ou des secteurs sur lesquels une évolution des facteurs influençant les conditions de stabilité (modification d'écoulements d'eau, du couvert végétal, développement d'une zone de sous-cavage, etc.), de nature à augurer de l'occurrence prochaine d'une instabilité, est perceptible ;
- **l'identification et la caractérisation des mouvements de terrain** (géométrie, volume mobilisé, dégâts éventuels occasionnés, facteurs déstabilisateurs en jeu, etc.) survenant sur la frange côtière et participant au recul du trait de côte et/ou pouvant conduire à la déstabilisation d'ouvrages en falaise ou d'ouvrages de haut de plage ;
- **la connaissance du fonctionnement hydrogéologique** de la côte rocheuse, l'eau sous-terrain étant l'un des facteurs prépondérants de prédisposition et/ou de déclenchement des mouvements de terrain ;
- **la détection des mouvements du sous-sol** susceptibles de révéler une déstabilisation des terrains et une possible rupture.

Remarque :

Pour ce qui concerne les plages et les petits-fonds du littoral basque, les suivis et les protocoles d'analyse des données acquises sont identiques à ceux mis en œuvre dans le cadre de la problématique 2 sur la côte sableuse (cf. §3.2). La problématique 3 se concentre essentiellement sur les falaises et les mouvements de terrain.

3.3.2. Descripteurs et indicateurs

La morphologie de la côte basque et la nature des matériaux qui la constitue sont très variables spatialement. De plus, les facteurs de déstabilisation (fonctionnement hydrogéologique, exposition aux actions marines...) s'expriment le plus souvent selon des spécificités locales. Il est donc nécessaire de disposer de plusieurs indicateurs de différentes natures (volumétrique, géométrique - notamment des vecteurs de déplacement - et qualitative) pour caractériser et comprendre les évolutions géomorphologiques, souvent d'emprises locales, des falaises rocheuses. De plus, au regard de la dynamique très variable des mouvements de terrain (en fonction de leur typologie, des sites, etc.), les temporalités de ces évolutions peuvent fortement varier, de quelques secondes à des réactivations progressives et saisonnières pour certains glissements de terrain.

Face à la complexité des évolutions spatiales et temporelles de la côte rocheuse, les indicateurs utilisés sont les suivants (Tableau 5) :

Indicateurs d'évolution géomorphologique	Descripteurs nécessaires (cf. §2.2)
Evolution temporelle de la position du sommet de falaise	Sommet de falaise
Evolution temporelle de la position du pied de falaise	Pied de falaise
Occurrence et caractérisation des instabilités	Marques d'érosion, profil/surface plage-falaise
Vecteur et vitesse de déplacement sur les zones actives	Marques d'érosion, profil/surface plage-falaise
Occurrence et caractérisation des résurgences en falaise	Résurgences
Evolution temporelle des niveaux de nappe	Niveaux de nappe

Tableau 5 : Indicateurs d'évolution géomorphologique pour les falaises de la côte rocheuse, et descripteurs associés

3.3.3. Outils et données

Plusieurs outils et types d'acquisition sont utilisés de manière complémentaire afin de renseigner les indicateurs précités, à l'échelle de l'ensemble de la côte rocheuse, à des fréquences variables selon les outils (cf. partie supérieure du Tableau 6 et Annexe 1 pour description) :

- données D-GPS ;
- LiDAR aéroporté (visée verticale) ;
- orthophotos ;
- photographies obliques (terrestres ou aériennes) ;
- mesures piézométriques ;
- recensement de résurgences littorales.

Outils	Opérateur	Type de données	Fréquence d'acquisition	Couverture	Usage OCA
Photographies (dont campagne oblique ULM)	BRGM, ONF, Prestataire	Qualitative	Annuelle Evènementielle	Régionale Locale	Description générale, connaissance historique
D-GPS	BRGM	X,Y,Z	Annuelle	Régionale	Vérité terrain
LiDAR aéroporté	IGN	X,Y,Z	Annuelle	Régionale	MNT, identification et quantification des MVT
Orthophoto	IGN	X,Y	Annuelle	Régionale	Identification des MVT
Photographies obliques	BRGM	Qualitative	Annuelle	Régionale	Description générale
Piézomètre	BRGM	Niveau nappe	Annuelle	Côte rocheuse	Identification de l'influence des nappes et venues d'eau
Fiche résurgence	BRGM	X,Y	Occasionnelle	Côte rocheuse	Identification de l'influence des venues d'eau sur les MVT
D-GPS	BRGM, BE	X,Y,Z	Bi-annuelle	Locale	Activités potentielles
Photogrammétrie (hélicoptée)	BE	X,Y,Z	Occasionnelle	Locale	Quantification des MVT
LiDAR hélicopté	BE	X,Y,Z	Occasionnelle	Locale	MNT haute résolution
Photographies obliques (hélicoptées)	BE	Qualitative	Occasionnelle	Locale	Clichés de détail
Scanner laser mobile	BRGM	X,Y,Z	Occasionnelle	Locale	Falaises sous cavées

Tableau 6 : Ensemble des outils et caractéristiques techniques des acquisitions réalisées dans le cadre de la problématique 3 (MVT : mouvements de terrain ; MNT : modèle numérique de terrain)

Pour certains sites sensibles, ces outils et l'analyse des données, réalisées à l'échelle de l'ensemble de la côte basque, sont complétés par d'autres acquisitions. Celles-ci peuvent être réalisées par l'OCA ou par des sous-traitants (cf. partie inférieure du Tableau 6) :

- **levés D-GPS de repères ponctuels** (clous ou bornes de géomètre), pour les sites de Biarritz, Bidart, Guéthary, Saint-Jean-de-Luz, Ciboure et Hendaye. Dans ces secteurs du littoral basque présentant une activité "mouvement de terrain" potentielle ou avérée, des levés sont réalisés 1 à 2 fois dans l'année, en début et/ou sortie de saison hivernale. Sur le site de Bidart, ces suivis sont réalisés dans le cadre de l'OCA. La fréquence des acquisitions est susceptible d'être adaptée en fonction des tendances de déplacement enregistrées ou d'éventuels phénomènes particuliers (épisodes hydro-météorologiques à l'origine de possibles phases d'accélération des déplacements).
- **Levés photogrammétriques (hélicoptés)**, au-dessus du littoral de Saint-Jean-de-Luz (hors baie). Production d'une modélisation 3D de haute précision permettant de suivre l'évolution des falaises et de procéder (par itération) à une quantification des volumes érodés ou sujets à mouvement de terrain. Les données permettent différentes exploitations : mesures (longueur, surface, volume), différentiel entre MNT ou modèles 3D (en cas d'itération), suivi du trait de côte (cf. §3.1.3), ...

- **LiDAR hélicopté (visée oblique)**, pour les sites de la Corniche (Urrugne) et de Bidart en 2016, ainsi que pour le littoral (hors baie) de Saint-Jean-de-Luz en 2017 et 2018. Les données obtenues selon un plan de vol adapté (visée verticale à 180 m environ du sol et visée oblique à une distance d'environ 100 m de la falaise) permettent de compléter les données LiDAR aéroporté de la campagne régionale annuelle, dont l'angle est zénithal. L'angle de visée permet de lever avec une plus grande précision les zones de falaises aux faciès complexes ou les zones de sous-cavage. La densité des points levés est également plus importante, avec des concentrations de 40 à 80 points/m², contre des densités inférieures à 10 points/m² pour le LiDAR aéroporté.
- **photographies aériennes obliques** prises par moyens hélicoptés, au-dessus de certains tronçons de la Route de la Corniche (Urrugne) et des falaises de Bidart. Les acquisitions sont faites par un prestataire ou un BE (photographe professionnel) et concernent des vues d'ensemble (système estran / falaise) et des vues de détail, en visions oblique et verticale. Les campagnes sont réalisées en moyenne 1 fois par an, en sortie ou début de saison hivernale. Le survol hélicopté permet (par rapport aux acquisitions par moyens aéroportés utilisés à l'échelle régionale) de réaliser à la fois des vues d'ensemble et des clichés de détail (selon des angles variés) de points spécifiques de falaise, avec l'objectif de mettre en évidence des instabilités de terrain ou des modifications de conditions de stabilité sur des sites où la présence d'enjeux peut nécessiter les mesures de sauvegarde particulières.
- **scanner laser mobile**, dans les sites de falaises sous-cavées, ou d'autres environnements particuliers (cavité du sémaphore de Socoa, crique de Socoa, ouvrages « boucliers » de pied de falaise de la plage de Miramar à Biarritz ou autres ouvrages de défense contre la mer, etc.). La numérisation 3D obtenue par cet outil permet de compléter les moyens d'acquisition topographique 3D aéroportés utilisés classiquement. La facilité de mise en œuvre de l'outil au regard des techniques classiques permet de surcroît d'envisager des acquisitions fréquentes sur des étendues relativement réduites, afin d'en suivre l'évolution. Cette technique a été expérimentée dans les falaises et les cavités de Socoa (Figure 14).
- **inclinomètres**, dans les sites de la Muserie (suivi depuis 2005) au droit de la plage d'Harotzen Costa (Guéthary), objet d'un glissement important en janvier 2004, et à l'est de la plage d'Erromardie (suivi depuis 2008). La mesure inclinométrique permet d'identifier et de suivre des déplacements horizontaux des terrains dans les zones de glissement, et de préciser la ou les profondeur(s) de glissement (de façon à identifier s'il s'agit d'un glissement superficiel ou profond). Ces suivis inclinométriques dans les sites précités ont été abandonnés en 2018 ; les enregistrements inclinométriques montrant en effet une perte de fiabilité dans les valeurs, témoignant du fait que le matériel arrivait très probablement en fin de vie et ne pouvait être remis à niveau (la poursuite du suivi nécessiterait la pose de nouveaux inclinomètres).

3.3.4. Analyse des données et indicateurs

L'exploitation des jeux de données et l'analyse des indicateurs présentés permettent d'avoir une vision générale de l'évolution de la problématique érosive à l'échelle du littoral basque français et de l'activité "mouvements de terrain". Elles permettent également de mieux cerner la limite de validité des différents vecteurs d'acquisition et jeux de données en fonction des caractéristiques (versants peu inclinés et végétalisés, falaises abruptes et à nu, présence de surplombs / de bancs rentrants, etc.) et de l'étendue des environnements ciblés. Les démarches menées ont par ailleurs permis d'apporter la connaissance requise pour répondre aux besoins des collectivités, suite à l'occurrence d'un évènement particulier (tempête, mouvement de terrain, etc.) ou dans le cadre d'expertises et de l'accompagnement technique opéré par l'OCA (à la suite d'un sinistre ou dans le cadre de travaux, etc.). Les acquisitions et leurs traitements ont donné lieu à plusieurs valorisations ou rapports techniques récents, comme présenté ci-dessous.

- **Ulvoas et al., 2018** : "Modélisation 3D des falaises pour l'analyse et le suivi de secteurs stratégiques du littoral de Saint-Jean-de-Luz".

Dans le cadre de la mise en place d'un protocole de suivi du littoral de Saint-Jean-de-Luz, et en complément des données topographiques, issues de différentes campagnes LiDAR et photogrammétriques, réalisées par l'OCA, à l'échelle régionale, l'opérationnalité d'outils d'acquisition légers à basse altitude (drone, hélicoptère) a été testée. Ces tests ont permis de préciser l'efficacité des différents supports d'acquisition et types de données acquises (LiDAR, photogrammétrie) en fonction des caractéristiques du linéaire de falaises à suivre (Figure 13).

	LIDAR	LIDAR + Photogrammétrie	Photogrammétrie
Temps d'acquisition	Rapide		Plus long
Moyen de transport	Avion, Hélicoptère, Peu répandu encore sur drone	Avion, Hélicoptère (ou drones)	Tout type de mobiles Possibilité sur des mobiles léger (drone)
Conditions météo Plages horaires	Peut être réalisé la nuit Eviter les conditions humides qui peuvent impacter la précision des résultats	Lumière adéquate Eviter les conditions humides qui peuvent impacter la précision des résultats En fonction du moyen de transport utilisé, conditions limitantes de vent et de pluie (drone)	Lumière adéquate En fonction du moyen de transport utilisé, conditions limitantes de vent et pluie (drone)
Temps de traitement	Rapide		Long
Résultat brut issu de l'acquisition	Nuages de points	Nuages de points + photographies	Photographies
Produits possibles après traitement	MNS, MNT, Mesh3D non texturé et produits dérivés (carte des pentes, courbes de niveaux, différentiels de MNT en cas de plusieurs campagnes), nuage de points classifié	Produits issus des deux acquisitions : géométrie issue du LiDAR et les images de la photogrammétrie Modèle texturé (apport des images) Complément MNS Apporte une information sur la couverture du sol	Orthophotographie MNS, MNT, Mesh3D et les mêmes produits dérivés listés dans la première colonne Nuages de points (avec information de la couleur Rouge-Vert-Bleu (issu de l'image) sur chaque point
Précision	Quelques centimètres		Quelques centimètres
Avantages/Limites	Possibilité du laser de traverser en grande partie la végétation Indépendant de la luminosité (peut se faire la nuit) Conditions d'humidité à éviter : impact sur la précision du signal retour	Reprend les avantages des deux techniques Solution adaptée aux environnements naturels accidentés et couverts de végétation : information plus complète du sol, et apport de l'image	Difficulté d'avoir des points au sol en cas de végétation Nécessite de bonnes conditions de lumière

Figure 13 : Retour d'expérience des levés réalisés sur le littoral de Saint-Jean-de-Luz

Compte-tenu des caractéristiques du littoral luzien suivi (couverture végétale sur certaines parties, profils de falaise présentant localement une alternance de bancs en surplombs et de bancs « rentrants »), il a été proposé de privilégier un suivi topographique par levé LiDAR du système « estran / falaise / arrière de falaise », pour la production d'un MNS/MNT et d'un maillage 3D. Les levés sont à réaliser par moyens aériens (hélicoptère ou drone) de manière à naviguer plus facilement et à basse altitude, par visées verticales et obliques. Ces modalités d'acquisition permettent d'optimiser le taux de couverture et d'accroître la résolution des modèles. Les visées orthogonales aux falaises, couplées aux visées verticales réalisées classiquement, sont nécessaires pour visualiser l'intégralité des escarpements, montrant des surplombs plus ou moins prononcés. La

fréquence annuelle par défaut des levés doit être adaptée en fonction de la survenue éventuelle d'évènements tempétueux marquants et/ou de mouvements de terrain d'importance, pouvant nécessiter la réalisation d'acquisition complémentaire. De façon couplée aux acquisitions LiDAR, la prise de vue aérienne pour constitution d'une banque d'orthophotographies (vues de face et verticale) constitue un complément permettant d'aider à l'identification et à l'interprétation des mouvements de terrain.

- **Yart S. et Masson F., 2018 :** "Levé 3D au scanner laser mobile de la falaise de la Corniche Basque - Communes de Ciboure et Urrugne (64)".

Un levé 3D d'un tronçon de 1 700 m de la Route de la Corniche, situé entre le Fort de Socoa (commune de Ciboure) et le carrefour des routes D912 et D913 (commune d'Urrugne), a été réalisé à l'aide d'un scanner laser mobile ZEB-REVO (Figure 14). Les objectifs de cette opération étaient (1) d'évaluer la pertinence de l'utilisation de l'outil pour le suivi de l'évolution de la falaise, (2) d'acquérir de la donnée dans les zones sous-cavées de la falaise, non visibles par les méthodes aéroportées et (3) de compléter la chronique de données 3D (LiDAR et photogrammétrie) disponibles dans le secteur, afin d'améliorer la compréhension des processus d'érosion. La campagne d'acquisition, d'une durée de 2 jours, a permis de couvrir une superficie de 6 ha. En pied de falaise, les levés ont été réalisés le long d'un linéaire d'environ 900 m, en 3 heures d'acquisition effective. En sommet de falaise, un linéaire de 1 050 m a été couvert, en 3 heures d'acquisition effective. Le tronçon de trait de côte ciblé n'a pas pu être levé de façon exhaustive, du fait notamment de la difficulté d'accès à certaines zones (escarpement, végétation) et de la portée effective du scanner, limitée à quelques mètres en milieu exposé à la lumière du jour. Le test réalisé a montré que l'outil n'était pas adapté pour la couverture exhaustive de grandes étendues.

La méthode s'est par contre révélée particulièrement adaptée au levé d'environnements singuliers, tels que la cavité du sémaphore de Socoa, permettant d'en obtenir une géométrie 3D géoréférencée (Figure 15) et des informations précieuses vis-à-vis de l'évaluation des aléas "mouvements de terrain" dans ce type de contexte : volume de la cavité, dimensions des vides, profondeur, épaisseur des terrains de recouvrement, etc. Le scanner ZEB-REVO apporte un réel bénéfice en étant utilisé en complément des techniques aéroportées, dans des secteurs localisés non « visibles » par ces dernières.

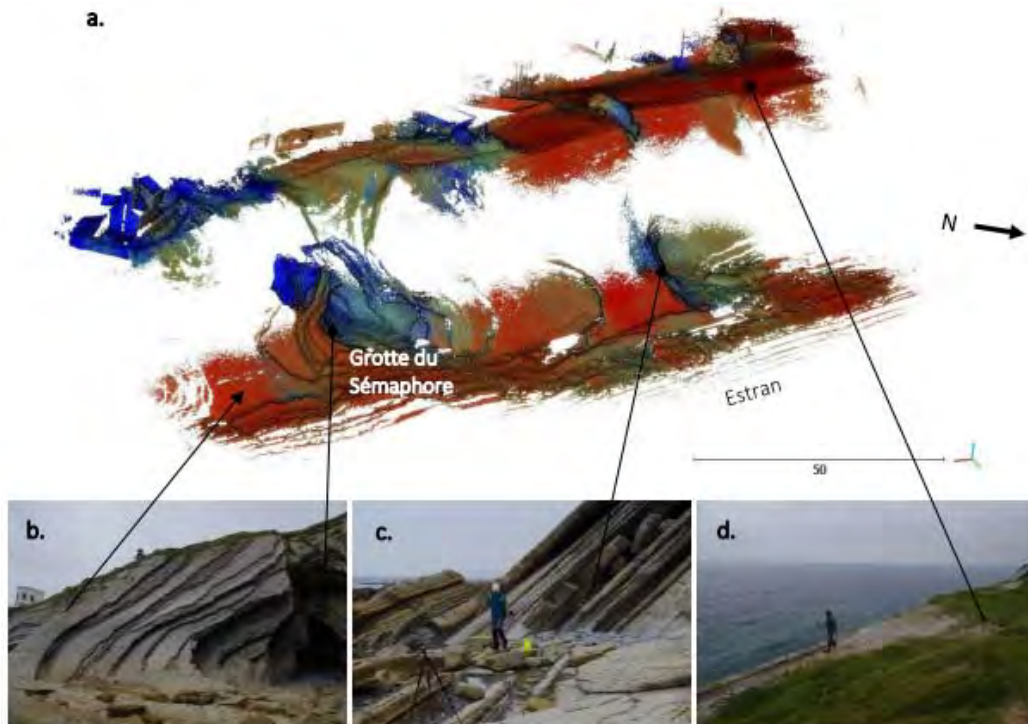


Figure 14 : Exemple de nuage de points 3D dans le secteur de la grotte du Sémaphore, coloré selon l'indicateur qualitatif de performance de l'algorithme de post-traitement SLAM

a) Les points colorés en bleu indiquent un traitement de bonne qualité : zones sous-cavées (ex. b) ou présentant un relief marqué. Les points rouges indiquent un traitement de qualité moindre : dalles rocheuses (ex. c) et zones planes en sommet de falaise (ex. d). Les zones blanches sont les zones non couvertes par le levé. Illustration extraite du rapport Yart et Masson (2018).

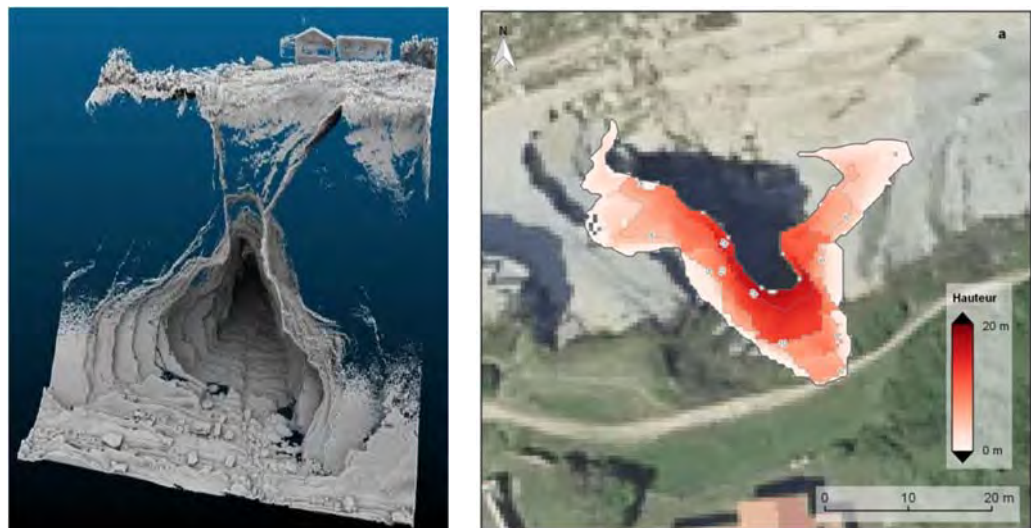


Figure 15 : Levé ZEB-REVO de la cavité du Sémaphore

cliché de gauche : vue en perspective du modèle 3D - cliché de droite : cartographie de la hauteur de la cavité. Illustration extraite du rapport Yart et Masson (2018).

3.4. PROBLÉMATIQUE 4 : ANTICIPER ET DÉTERMINER L'IMPACT DES TEMPÊTES HIVERNALES SUR LE LITTORAL

3.4.1. Objectifs

Les tempêtes qui frappent la côte aquitaine en hiver peuvent générer une érosion massive du littoral sableux, ainsi que des épisodes de submersions marines. Ces phénomènes sont temporaires et peuvent être réversibles. On distingue ainsi le recul du trait de côte lors de tempête (qui peut atteindre plusieurs dizaines de mètres en quelques heures, sur la côte sableuse et qui peut ensuite s'estomper dans le temps) de l'érosion chronique pluriannuelle (tendance nette du recul estimée à 1 à 3 m/an en moyenne sur la côte sableuse aquitaine). Pour autant, la destruction d'enjeux par le recul du trait de côte lors de tempête n'a pas de caractère réversible.

La compréhension des relations entre les conditions météo-océaniques et la dynamique littorale est encore très limitée, notamment à cause du manque d'observations terrain réalisées lors des périodes de tempêtes. D'autre part, afin d'anticiper les impacts potentiels des tempêtes sur le littoral, les collectivités porteuses de stratégie locale de gestion de la bande côtière (SLGBC) en Aquitaine souhaitent se doter d'un outil de surveillance et de prévision de l'érosion (Axe 2 des programmes d'actions des SLGBC).

Répondre à ce double besoin est l'objet de la problématique 4. Plus précisément, il s'agit ici d'anticiper et de qualifier, voire quantifier, l'impact des tempêtes hivernales sur la côte aquitaine. Le suivi et l'analyse des phénomènes et de leurs impacts passent depuis 2015 par le développement d'un réseau "tempêtes", auquel participent bénévolement les partenaires de l'OCA, constitué d'une plateforme de surveillance des conditions météo-marines, d'un dispositif de prévision de l'aléa "érosion côtière" à 5 jours sur l'ensemble du littoral aquitain (dispositif "Surveillance Erosion"), de nouveaux outils de communication pour la remontée d'informations-terrain, ainsi que d'une base de données de bancarisation de l'information.

Les objectifs généraux du réseau tempêtes sont les suivants :

- **informer sur les conditions météo-marines** ainsi que sur leur potentiel érosif avant la tempête (émission automatique d'un bulletin de prévision de l'aléa "érosion" spatialisé à 5 jours) ;
- **homogénéiser et mutualiser les observations** faites sur le littoral aquitain avant, pendant ou à la suite d'une tempête à travers des outils dédiés : forum du réseau "tempêtes", application mobile i-InfoTerre™ ;
- **informer sur ce qui s'est produit après la tempête** (conditions météo-marines, observations, dégâts...) et mettre à disposition du public ces informations ;
- **capitaliser les informations** sur les tempêtes majeures qui ont affecté le littoral régional (BD-Tempêtes du BRGM) ;
- **contribuer à l'amélioration de la compréhension des processus conduisant à l'érosion du littoral.**

Remarque :

Il est important de souligner que le dispositif "Surveillance Erosion", mis en place par le BRGM n'est pas un système d'alerte officiel. Il se distingue clairement de la Vigilance météorologique de Météo-France (et en particulier la vigilance "vagues-submersion") : il ne vise pas l'ensemble de la population, mais uniquement des experts ou des agents techniques volontaires participant au réseau ; il s'intéresse principalement aux phénomènes morphogènes, i.e. les événements susceptibles de favoriser l'érosion ; il travaille à une échelle beaucoup plus locale ; il a pour finalités d'informer les parties prenantes et de mieux comprendre les phénomènes et leurs impacts sur le littoral.

D'autre part, si le dispositif "Surveillance Erosion" ne vise pas spécifiquement à renseigner sur les éventuels épisodes de submersion marine sur le littoral, les observations de terrain faisant état de tels phénomènes sont bien entendues capitalisées au même titre que des constats d'érosion.

3.4.2. Descripteurs et indicateurs

Le dispositif "Surveillance Erosion" est au cœur du fonctionnement du réseau "tempêtes". Il permet la veille automatique sur les événements météo-marins, pouvant générer une érosion rapide des littoraux sableux de la côte aquitaine. Il utilise conjointement des prévisions océanographiques côtières (vagues, niveaux d'eau, surcotes, vent) et des observations géomorphologiques acquises lors des campagnes de mesures menées par l'OCA sur le littoral aquitain (profils des plages, ortho-photographies, levés topographiques haute-résolution LiDAR). Il permet quotidiennement, par le croisement des prévisions météo-marines et de données géomorphologiques du littoral, la construction d'un **indicateur d'impact érosif** potentiel. Celui-ci indique un degré d'intensité local de l'évènement (sur des segments côtiers d'environ 5 km de long, voir Figure 16), basé sur la notion d'atteinte ou non du trait de côte par le niveau d'eau, modulée par la puissance des vagues libérée au rivage.

La construction de cet indicateur se base sur des descripteurs hydrodynamiques et morphologiques (cf. §2.2, Figure 4 ; voir également le rapport Bulteau *et al.* (2019) pour plus de détails concernant la construction de l'indicateur).

À partir du croisement des différents descripteurs, de la définition de seuils adaptés aux variables hydrodynamiques et d'une méthode d'agrégation des résultats (dépassements de seuils), l'indicateur d'impact érosif est calculé, permettant d'identifier les secteurs côtiers susceptibles d'être affectés par l'érosion selon l'échelle d'impacts suivante :

FAIBLE : Les impacts attendus se concentrent sur la plage. Si présentes, les bermes sont susceptibles de disparaître.

MOYEN : Les impacts attendus se concentrent sur la plage. Risque de décaissement et d'abaissement du niveau de la plage.

FORT : Sur la côte sableuse, le haut de plage subit les assauts de l'océan et des reculs importants du trait de côte sont possibles. Sur la côte rocheuse, la plage est fortement sollicitée et les vagues peuvent générer des impacts en pied de falaise.

SEVERE : Sur la côte sableuse, le pied de dune est atteint et des reculs importants du trait de côte sont à prévoir. Sur la côte rocheuse, le pied de falaise ou les ouvrages de haut de plage sont atteints et des déstabilisations sont susceptibles de se produire.

Sur le terrain, les observations post-tempête concernent les marques d'érosion ou d'instabilité, ainsi que les traces éventuelles de submersion marine, dont les laisses de mer sont un descripteur (Tableau 7).

Indicateurs	Descripteurs nécessaires (cf. §2.2)
Impact érosif potentiel	Niveau d'eau (prévision)
	Vagues (puissance d'attaque) (prévision)
	Jet de rive (prévision)
	Pied de dune (sur côte sableuse)
	Pied de falaise (secteur falaise, côte rocheuse)
	Crête d'ouvrage de protection longitudinal (plage de poche, côte rocheuse)
Occurrence et caractérisation des marques d'érosion/instabilité	Marques d'érosion ou d'instabilité
Occurrence et caractérisation des marques de submersion marine	Laisses de mer

Tableau 7 : Indicateurs analysés pour répondre à la problématique 4, et descripteurs associés

3.4.3. Outils et données

Plusieurs outils et types d'acquisition sont utilisés de manière complémentaire afin de renseigner les indicateurs précités à l'échelle régionale ou à des emprises locales. L'essence même du dispositif "Surveillance Erosion" requiert un suivi continu des variables hydrodynamiques (puissance des vagues, niveaux d'eau instantanés), les variables morphologiques (altitude du pied de dune ou pied de falaise ou crête d'ouvrage de protection) pouvant quant à elles être ajustées saisonnièrement ou annuellement au regard de la configuration morphologique du littoral.

L'OCA traite quotidiennement les données hydrodynamiques issues des :

- modèles numériques spectraux de vague ;
- modèles numériques hydrodynamiques déterminant les paramètres de niveaux marins, surcotes, vitesses des courants.

Ces données sont issues des plateformes de diffusion des modèles numériques opérationnels ou pré-opérationnels pour la prévision météo-marine. La description de ces plateformes est détaillée dans le rapport Bulteau *et al.* (2019).

Ces données sont également régulièrement confrontées aux **observations des marégraphes et des houlographes** présents sur la côte aquitaine (Figure 16). Ces données sont utilisées pour caractériser les événements tempétueux lors de la rédaction des notes bilans post-tempête et vérifier la capacité de prédiction des modèles utilisés. Des **observations-terrain qualitatives** lors de tempête sont faites par les opérateurs de l'OCA et les membres du réseau "tempêtes".

Les paramètres de vent (intensité, direction) fournis par les modèles Météo-France (ARPEGE et AROME) et la NOAA (NCEP) sont également archivés pour l'ensemble du littoral aquitain. Ils ne sont pas exploités pour le moment mais pourraient l'être prochainement notamment pour intégrer la notion d'érosion éolienne dans l'outil prédictif.

Les paramètres géomorphologiques, utilisés pour la détermination du niveau d'intensité de l'indicateur d'impact érosif, sont issus du traitement des **données LiDAR** de l'ensemble des campagnes disponibles (2011, 2014, 2016, 2017).

Enfin, des **levés D-GPS ponctuels** peuvent être réalisés en conditions post-tempête, afin de disposer d'évaluations quantitatives des impacts des tempêtes sur les plages et à l'interface plage/dune.

Le Tableau 8 synthétise les principaux outils et caractéristiques techniques des acquisitions réalisées dans le cadre de la problématique 4.

Outils	Opérateur	Type de données	Fréquence d'acquisition	Couverture	Usage OCA
D-GPS	BRGM, Univ., BE	X,Y,Z	Evènementielle	Locale	Suivi post-tempête
LiDAR aéroporté	IGN	X,Y,Z	Annuelle	Régionale	Paramètres morphologiques
Observations in-situ	Shom/Cerema/Météo France	Niveau d'eau, vagues, vent	Quotidienne	Locale	Contrôle des prévisions, expertise
	BRGM/ONF/membres du réseau tempêtes	Qualitative	Evènementielle	Locale	Analyse des phénomènes d'érosion
Modèle hydrodynamique	Ifremer/Shom	Niveau d'eau, courants	Quotidienne	Régionale	Prévisions, expertise
Modèle spectral	Ifremer/Shom	Vagues	Quotidienne	Régionale	Prévisions, expertise
Modèle de vents	Météo France	Vent	Quotidienne	Régionale	Prévisions, expertise

Tableau 8 : Principaux outils et caractéristiques techniques des acquisitions réalisées dans le cadre de la problématique 4

Le réseau "tempêtes" dispose d'**outils numériques supplémentaires** développés pour faciliter la remontée d'information de terrain, le partage d'information entre les membres du réseau, la coordination entre les observateurs et la bancarisation de l'information relative aux impacts des tempêtes :

- le **forum "tempête"**. Le forum (privé) du réseau "tempêtes" de l'OCA constitue la pierre angulaire du processus de diffusion de l'information au sein du réseau. Il est le lieu d'échanges privilégié entre les membres du réseau, pour tout ce qui a trait aux tempêtes touchant les côtes de la région Nouvelle-Aquitaine. Il est accessible via l'url : <http://reseau-tempetes-oca.forumactif.com/>.
- l'**application mobile i-InfoTerre™**, développée par le BRGM, est le visualiseur de données géoscientifiques du BRGM pour téléphones mobiles. Il s'agit d'une version mobile et simplifiée de InfoTerre™ (<http://infoterre.BRGM.fr/>). L'application offre un accès cartographique en ligne (connexion Internet via Wifi, 3G, 4G, etc.) à différentes couches thématiques (par exemple, cartes géologiques 1/50 000 et leurs légendes, mouvements de terrain, cavités souterraines, aléa "retrait-gonflement"...). Plusieurs fonds de carte sont disponibles gratuitement : orthophotographies, plans, mais aussi cartes géologiques. Il permet dans le cas du réseau "tempêtes" de charger un masque spécifique dédié au recensement des impacts des tempêtes sur le terrain. Sa finalité est de fournir un outil ergonomique et pratique pour faciliter les observations de terrain et la remontée de ces informations.

Le forum et l'application mobile sont complémentaires. Le forum sert avant tout à remonter et partager des informations sur les tempêtes, à tous les membres du réseau "tempêtes". Le masque de saisie "tempête" de l'appli i-InfoTerre™ peut être utilisé en parallèle, en particulier lors de tempête majeure et sur des sites d'observation prédéfinis, afin de faciliter la bancarisation dans la base de données "Tempêtes".

- la **base de données Tempêtes**, hébergée sur un serveur BRGM, repose sur un système de gestion de base de données relationnelle « Postgres » afin de faciliter la mutualisation des observations post-tempête. Deux outils en ligne permettent respectivement (i) de saisir des informations relatives à une tempête (données hydro-météorologiques, observations sur les impacts, photographies), (ii) de visualiser le contenu de la base de données (liste de tempêtes par année où un lien permet d'accéder à une « fiche tempête » compilant l'ensemble des informations relatives à une tempête donnée).

3.4.4. Analyse des données et indicateurs

Le réseau "tempêtes" constitue un outil fondamental de l'approche intégrée, portée par l'OCA. Il a vocation à anticiper l'impact érosif des tempêtes, améliorer nos compréhensions des facteurs à l'origine de l'érosion du littoral, apporter une vision régionale des impacts des tempêtes, coordonner les acteurs aquitains autour de la remontée d'informations pré- et post-tempête et enfin bancariser ces informations. Plusieurs rapports et valorisations concernant la mise en place et l'exploitation de ce réseau sont disponibles.

- **Bulteau et al., 2019** : "Le réseau "tempêtes" de l'Observatoire de la Côte Aquitaine".

Ce rapport décrit la mise en place du réseau depuis 2015, son organisation générale et présente les outils de collecte et de partage d'informations et de bancarisation développés ou améliorés dans le projet. Y sont également présentés le dispositif "Surveillance Erosion" et les évolutions récentes apportées pour en faire un outil plus opérationnel, ainsi que l'ensemble des finalités et des détails techniques relatifs aux données, aux indicateurs et à leurs agrégations. La dernière partie du rapport fait le bilan de la mise en place du réseau "tempêtes" et met en avant des perspectives de travail pour améliorer le dispositif "Surveillance Erosion" et le fonctionnement général du réseau.

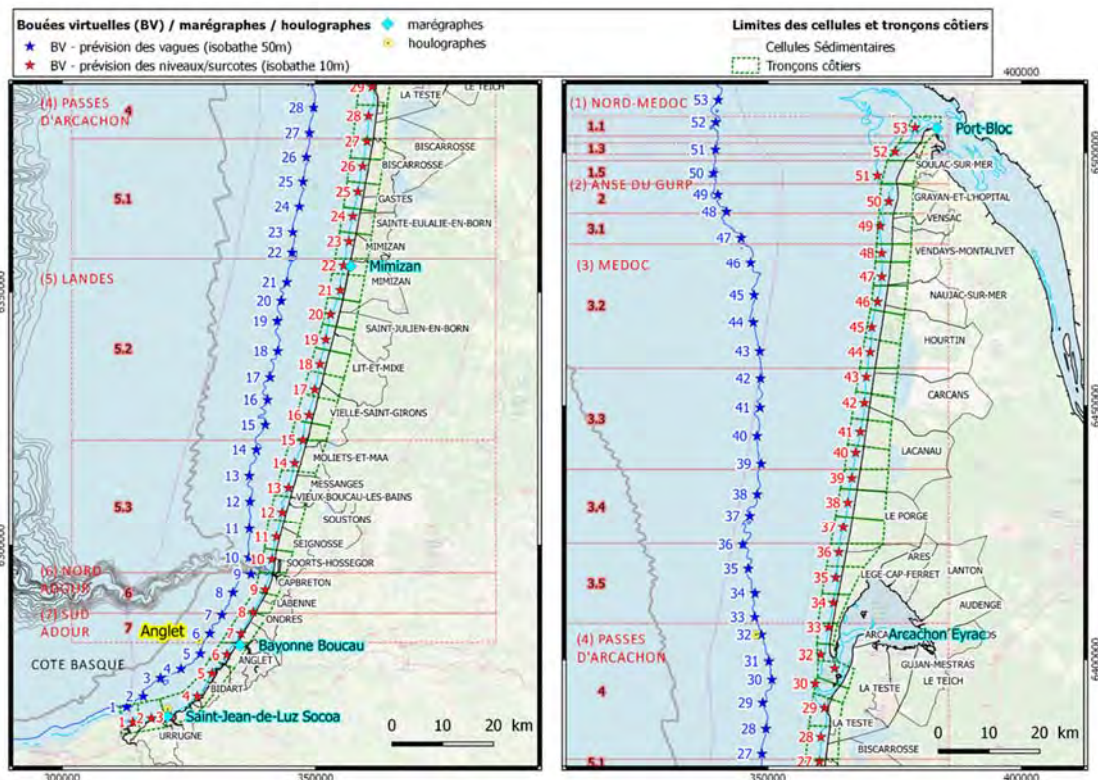


Figure 16 : Représentation cartographique des tronçons côtiers utilisés dans le dispositif "Surveillance Erosion", des appareils de mesures virtuels (ou bouées virtuelles - BV) et des marégraphes/houlographes présents le long du littoral aquitain [illustration extraite du rapport Bulteau et al. (2019)]

- **Nicolae Lerma *et al.*, 2018** : “Towards the development of a storm erosion EWS for the French Aquitanian coast”.

Ce travail présente les étapes de mise en place, de calibration et de validation des niveaux d'impacts érosifs, à partir d'une analyse des évolutions morphologiques observées lors de tempêtes isolées et de successions de tempêtes, pour les sites du Truc Vert (Gironde) et de Biscarrosse (Landes) (Figure 17). Il montre la pertinence de l'approche, développée au sein du réseau "tempêtes" de l'OCA, pour détecter les événements susceptibles d'affecter le pied de dune de la côte sableuse. Enfin, il propose des perspectives de développement pour quantifier le recul prédictif du trait de côte, notamment par l'utilisation de modèle morpho-dynamique capable de simuler l'impact érosif des tempêtes.

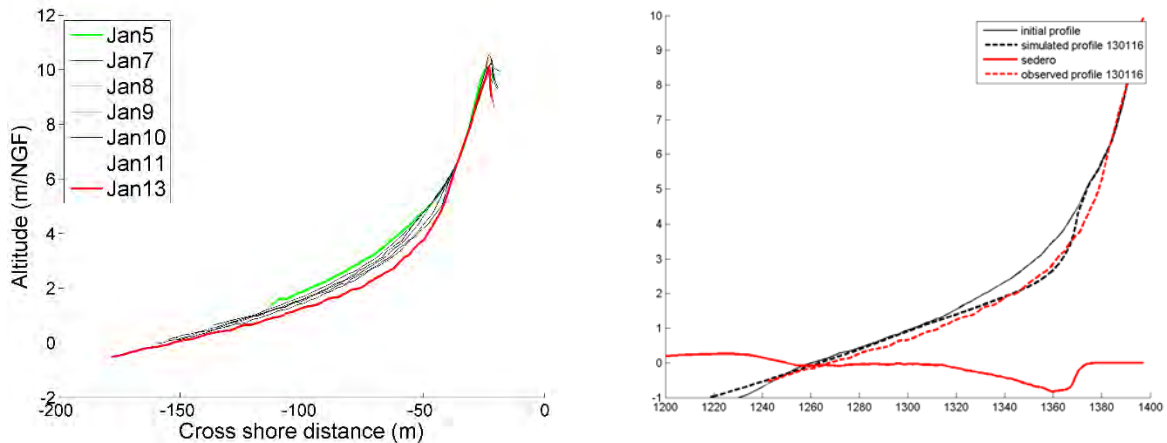


Figure 17 : Exemple de données pré- et post-tempête sur le site de Biscarrosse (à gauche - Biausque, 2018) ; utilisation d'un modèle morpho-dynamique (X-Beach) pour simuler les effets de la tempête (à droite)

3.5. PROBLÉMATIQUE 5 : APPRÉHENDER L'IMPACT DE L'ÉROSION CÔTIÈRE ET DE L'HOMME SUR L'ENVIRONNEMENT, POUR UNE MEILLEURE GESTION DES ÉCOSYSTÈMES CÔTIERS

3.5.1. Objectifs

La problématique 5 consiste à évaluer l'impact combiné des différents contextes morpho-sédimentaires et des activités anthropiques sur la biodiversité littorale de la côte sableuse. Plus précisément, les objectifs poursuivis sont les suivants :

- **suivre et quantifier des espèces végétales et animales.** Les relevés des arthropodes des hauts de plages, de la végétation dunaire et des populations estivales de gravelots à collier interrompu constituent les principaux suivis développés à ce jour.
- **évaluer l'état de la dune non boisée** qui intègre le suivi de la mosaïque des habitats dunaires. Le but de ce suivi périodique est de déterminer l'impact des érosions marines et éoliennes, de la dynamique végétale et de la fréquentation, sur le rôle de protection contre les aléas littoraux qu'est susceptible de jouer cette bande côtière.
- **apprécier l'impact des activités anthropiques sur le littoral et sa biodiversité.** Les actions humaines, notamment fréquentation et interventions de gestion, ont des effets directs sur le contexte morpho-sédimentaire, mais également indirects sur la biodiversité.

3.5.2. Descripteurs et indicateurs

S'étendant sur près de 230 kilomètres, la dune littorale non boisée constitue un corridor à forts enjeux écologiques. Dans cet espace de faible largeur, se succèdent des habitats à forte valeur patrimoniale, tels que la dune mobile ou dune blanche, la dune fixée ou dune grise (habitat prioritaire au sens de la directive européenne « NATURA 2000 ») et enfin l'ourlet pré-forestier. La présence et l'état de ces habitats sont fortement soumis aux phénomènes d'érosion marine et éolienne, ainsi qu'aux impacts anthropiques, que subissent ces milieux très attractifs.

Le suivi de descripteurs environnementaux et d'activité humaine permet donc à la fois de compléter et/ou de préciser la description morpho-sédimentaire de ces milieux (cf. §3.2 Problématique 2) et de mieux comprendre leur évolution, en fournissant un état écologique de la dune, à mettre en lien avec le contexte sédimentaire et anthropique du littoral. Les indicateurs d'évolution environnementale associés s'intéressent à l'évolution des populations de différentes espèces (flore, arthropodes, gravelot à collier interrompu...) et à celle des habitats dunaires auxquels elles sont inféodées, ainsi qu'à l'impact des actions anthropiques sur les milieux (Tableau 9). Sont notamment suivis les interventions de gestion du littoral, qui peuvent accentuer ou atténuer l'effet des aléas ; le nettoyage mécanisé des plages, qui peut accentuer l'effet de l'érosion marine et appauvrir la richesse biologique des plages ; la fréquentation des plages, qui peut perturber la stabilité des milieux sableux du fait du piétinement et les ouvrages du Mur de l'Atlantique, qui constituent à la fois un témoin du passé permettant d'évaluer l'évolution historique du littoral et ponctuellement un facteur de dégradation des falaises dunaires.

Type de suivi	Interface littorale	Indicateurs d'évolution environnementale	Descripteurs nécessaires (cf. §2.2)
Faune	Haut de plage	Evolution des populations d'arthropodes	Population d'arthropodes
		Evolution des populations du gravelot à collier interrompu en période de reproduction et suivi comportemental	Population de gravelot
	Dune grise	Evolution des populations de lézard ocellé (Plan National d'Action cistude Nature, cf. §5.4)	Population de lézard ocellé
Flore	Du haut de plage au revers de dune	Evolution de la flore dunaire	Flore dunaire et habitats
	Dune non boisée	Suivi de l'état de la dune non boisée, mosaïque des habitats dunaire	Flore dunaire et habitats
Activités humaines	Du haut de plage au revers de dune	Analyse des actions de gestion souple de la dune littorale	Travaux dunaires
	Haut de plage	Suivi et cartographie des différents modes de nettoyages des plages	Actions de nettoyage
	Ensemble du littoral	Analyse des impacts sur les milieux littoraux	Evaluation de la fréquentation
	Ensemble du littoral	Inventaire et cartographie des ouvrages du mur de l'Atlantique	Blockhaus

Tableau 9 : Indicateurs d'évolution environnementale du littoral sableux, et descripteurs associés

3.5.3. Outils et données

Plusieurs outils et types d'acquisition sont utilisés de manière complémentaire, afin de renseigner les indicateurs précités à l'échelle du littoral sableux. Différents inventaires ou enquêtes sont ainsi combinés avec plusieurs outils techniques, servant soit à l'identification et la localisation des observations faites lors des inventaires, soit à la détection de certains descripteurs. Ainsi, l'OCA réalise des suivis périodiques, à l'échelle du littoral sableux, à l'aide des outils et données suivants (Tableau 10) :

- inventaires ou relevés (sous forme de formulaires papiers ou numériques) ;
- levés GPS ;
- orthophotos ;
- levés LiDAR (aéroportés).

Outil	Opérateur	Type de données	Fréquence d'acquisition	Couverture	Usage OCA
Inventaire floristique	ONF/Biogeco /CBNSA	Qualitative/ quantitative	5 ans	Régionale	Connaissance écologique
Inventaire entomologique	NEBRIA/ONF	Qualitative/ quantitative	3 ans	Régionale	Connaissance écologique (arthropodes de haut de plage)
Relevé phytoécologique	ONF	Qualitative/ quantitative	5 ans	Régionale	Connaissance écologique
Relevé ornithologique	ONF/LPO	Qualitative/ quantitative	Toutes les 2 semaines (mai-juillet)	Régionale	Connaissance écologique (gravelot)
Inventaire ouvrages mur de l'Atlantique	GRAMASA/ONF	Qualitative/ quantitative/ X,Y	10 ans	Régionale	Cartographie, évaluation sécurité et rôle environnemental
Sommier dune	ONF	Qualitative/ X,Y	Annuelle	Régionale	Travaux dunaires
GPS	ONF	X,Y	Périodique (selon l'objet d'étude)	Régionale	Localisation des observations ou travaux dunaires
LiDAR aéroporté	IGN	X,Y,Z	Annuelle	Régionale	Elaboration des profils dunaires
Orthophotos	IGN	X,Y	Annuelle	Régionale	Identification des faciès et/ou habitats dunaires et des impacts de fréquentation (cheminements)
Zonage	Communes/ Départements/ONF	X,Y	Annuelle	Locale	Nettoyage des plages, travaux dunaires
Fréquentation plages	GIP Littoral	Qualitative/ quantitative	Annuelle	Locale	Données complémentaires

Tableau 10 : Principaux outils et caractéristiques techniques des acquisitions réalisées, dans le cadre de la problématique 5

Les inventaires floristiques, entomologiques et phytoécologiques sont effectués au niveau des 94 transects écologiques de l'ONF, répartis le long du littoral sableux (Figure 18) :

- Les **inventaires floristiques** ont pour objectif de caractériser la végétation des dunes, de définir sa structuration et de suivre son évolution dans le temps, en fonction des contextes morpho-sédimentaires. Le long des transects, les relevés sont effectués sur des placettes de 100 m², réparties sur l'ensemble des faciès présents. Un relevé est effectué au moins tous les 30 mètres. Les inventaires consistent à faire la liste des espèces présentes, avec leur coefficient d'abondance-dominance. Des informations complémentaires sur la litière sont également prises en compte.
- Les **inventaires entomologiques** sont réalisés au niveau des hauts de plages, au sein de bandes de 10 mètres de large, dans lesquelles le nombre d'individus, suivant les espèces, est évalué. À ces inventaires, s'ajoute la notation du taux de recouvrement des débris de laisse de mer. Un indice d'abondance des espèces indicatrices est construit à partir de ces relevés, il permet de comparer l'importance des populations d'arthropodes, par site, en fonction du contexte.
- Les **relevés phytoécologiques**, effectués au niveau des mêmes transects, où sont identifiées les limites de chaque faciès, renseignent sur le taux de recouvrement de chaque strate végétale, ainsi que sur les impacts de l'érosion éolienne (siffles-vents, caoudeyres, ...) et de la fréquentation (piétinement). Le type de contact plage-dune est également renseigné, afin de caractériser le contexte d'érosion marine. Les données recueillies dans ce cadre sur le terrain, associées à celles obtenues à partir d'orthophotos et/ou de levés LiDAR, sont utilisées pour qualifier l'état de la dune non boisée et son rôle de protection.

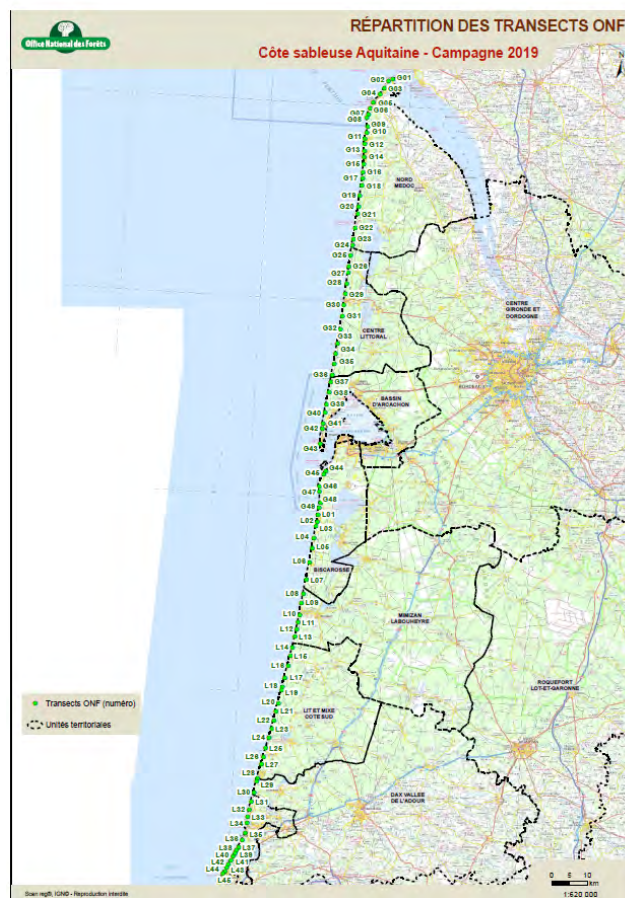


Figure 18 : Répartition des 94 transects écologiques, suivis par l'ONF, dans le cadre de la problématique 5

D'autres inventaires sont réalisés sur l'ensemble du littoral et sont localisés par GPS :

- Les **relevés de gravelot à collier interrompu** sont effectués, dans le cadre du parcours des plages, à proximité du trait de côte, toutes les deux semaines, de début mai à fin juillet. Tous les individus rencontrés sont localisés (coordonnées GPS) et des informations comportementales sont notées. À cela, s'ajoute la description du contexte (présence de laisses de mer, type de contact plage-dune, type de nettoyage, fréquentation). Ces données sont analysées de manière à préciser les conditions idéales de présence de l'espèce et l'évolution des populations au cours du temps.
- Les **relevés du Mur de l'Atlantique** permettent d'obtenir un état des lieux des ouvrages, qui sont des témoins de l'évolution géomorphologique du littoral à long terme. Les relevés intègrent la localisation précise des ouvrages. Par ailleurs, le volet "risque" pour les populations, des éléments historiques et enfin leur intérêt écologique et patrimonial, sont également pris en compte. L'analyse préalable des orthophotos sert à organiser les visites terrains, dont les éléments sont complétés par les informations historiques de l'association GRAMASA.
- Les **actions de gestion sur le cordon dunaire**, réalisées par l'ONF, sont systématiquement renseignées et archivées dans un SIG (**base de données « sommier dune »**). Ces informations sont classées par année et selon le type d'intervention : les opérations de couverture végétale, de plantation, de remodelage, de pose et d'entretien de rideaux brise-vent et de clôtures. Les caractéristiques des travaux, comme la date et l'agent en charge, y sont décrites précisément, permettant de les identifier plus facilement.

Outre le GPS qui constitue un outil indispensable lors des inventaires, plusieurs autres outils sont exploités, principalement :

- Les **levés LiDAR aéroportés** effectués annuellement sur la frange littorale aquitaine, depuis plusieurs années, permettent de disposer de mesures à haute résolution, pour une précision verticale de quelques cm. Ces levés complets du système « plage-dune » servent à réaliser des Modèles numériques de terrain (MNT), qui sont utilisés pour construire les profils topographiques dunaires, au niveau de chacun des transects. La forme des profils est utilisée pour apprécier le rôle de protection que joue la dune vis-à-vis de la forêt ou des enjeux anthropiques.
- Les **orthophotographies régionales** obtenues simultanément aux levés LiDAR sont utilisées pour repérer les différents faciès dunaires. À partir des informations obtenues grâce aux relevés terrain, il est possible de délimiter les différents faciès et d'obtenir ainsi une estimation des surfaces des différents habitats dunaires. Les orthophotos permettent également de repérer les cheminements sur la dune, d'en apprécier leur densité, et ainsi en déduire la fréquentation. Enfin, les orthophotos sont utilisées pour localiser les ouvrages du Mur de l'Atlantique, en préparation des enquêtes et visites de terrain.

Les inventaires et relevés couvrent l'ensemble du littoral sableux et sont principalement réalisés par les agents ONF. Des partenariats établis avec plusieurs organismes (Biogeco, CBNSA, NEBRIA, LPO ...) fournissent également des informations susceptibles de compléter et de préciser les données obtenues. C'est notamment le cas des zonages de nettoyage de plages, utilisés dans le traitement des données « arthropodes des hauts de plages » et « gravelot à collier interrompu », obtenus auprès des Départements et des communes littorales. Les données chiffrées sur la fréquentation des stations littorales, fournies par le GIP Littoral, viennent également enrichir l'analyse de certains indicateurs.

Le suivi des descripteurs environnementaux et d'activité humaine présentés au §3.5.2 requiert, la plupart du temps, une périodicité dont le rythme est adapté aux dynamiques que connaissent les variables étudiées. Dans ce contexte, l'évaluation des populations nicheuses de gravelot à collier interrompu est réalisée à l'aide de trois relevés pendant la saison estivale ; le suivi des arthropodes des hauts de plages est effectué dans le cadre de relevés trisannuels ; enfin, les inventaires floristiques et phytoécologiques sont

effectués tous les cinq ans. Les descripteurs utilisés pour les activités anthropiques constituent des éléments susceptibles de contribuer aux analyses des données morpho-sédimentaires et/ou environnementales : ils complètent ou expliquent certaines évolutions. Les données concernant le mode de gestion des plages et les interventions de génie écologique sur les dunes sont annuelles ; celles sur les impacts de la fréquentation sont périodiques, généralement quinquennales ; enfin l'inventaire des ouvrages du Mur de l'Atlantique devrait être actualisé au bout de 10 ans.

3.5.4. Analyse des données et indicateurs

Les données et indicateurs collectés et analysés mettent en lumière l'équilibre délicat des écosystèmes littoraux et fournissent une base de réflexion pour une meilleure gestion de ces environnements riches et fragiles. L'ONF construit ainsi la gestion dunaire de demain, à partir du travail réalisé dans le cadre de l'OCA. Un exemple d'exploitation des données sur la dune non boisée est présenté ci-dessous :

Maugard *et al.*, 2018 : "Evaluation de l'état de la dune non boisée et de son rôle de protection".

Le travail réalisé répond à deux objectifs : qualifier l'état écologique et morphologique de la dune non boisée le long des 230 km de littoral sableux, et déterminer son rôle de protection de la forêt de production et des autres enjeux. Il repose sur deux approches complémentaires :

- description de la végétation et de l'état sédimentaire des dunes, à l'aide de relevés au sol ;
- étude diachronique des morphologies dunaires, à l'aide d'orthophotographies et élaboration de MNT à partir de levés LiDAR.

Les résultats montrent que, de façon générale, la dune non boisée d'Aquitaine est plutôt en bon état (état satisfaisant dans 73 % des surfaces). L'impact de la fréquentation est assez sensible dans la partie ouest du littoral (dune blanche et dune de transition) et s'atténue en progressant vers l'intérieur des terres. La démarche a permis d'aboutir à une estimation des surfaces par faciès, en fonction de leur état (Tableau 11). La dune blanche est le faciès qui, grâce à son caractère naturellement mobile, présente le meilleur état. L'ourlet pré-forestier est également très préservé ; le principal facteur de dégradation est son évolution progressive vers le stade forêt de protection, dans les zones les moins exposées aux aléas littoraux. Lorsqu'elles sont présentes, les dunes grises sont dans un état satisfaisant, pour environ 60 % des surfaces. 10 % sont tout de même fortement dégradés, ce qui souligne la grande fragilité de cet habitat prioritaire de la directive européenne « NATURA 2000 ».

Enfin, une analyse statistique permet d'appréhender le rôle de protection de la dune non boisée et d'identifier les facteurs qui influencent fortement l'état des peuplements forestiers situés à l'arrière. La topographie semble avoir un effet déterminant sur l'état de la forêt. En effet, les dunes peu élevées en altitude et présentant un sommet près du trait de côte sont nettement plus protectrices. À l'inverse, les dunes hautes décalées vers l'est sont très peu protectrices à la fois pour la dune grise et la forêt de production. Il est à noter que cette topographie est fortement corrélée à la largeur globale de la dune non boisée et à sa couverture végétale.

<i>Surfaces en ha</i>	Dégradé	Altéré	Correct	Optimal	Total
Dune blanche	23	196	460	1070	1748
Dune de transition	93	47	344	47	531
Dune grise	134	337	471	359	1301
Ourlet pré forestier	43	556	537	580	1715
Dune non boisée	293	1135	1812	2055	5295

Tableau 11 : Surfaces des faciès dunaires selon leur état écologique

4. Valorisation et diffusion des données : relations avec les acteurs territoriaux

Les données acquises par l'Observatoire constituent un socle de référence pour l'environnement littoral, concernant en particulier les aléas "érosion côtière" et "submersion marine". Outre l'analyse qui en est faite par le BRGM et l'ONF, permettant de répondre aux 5 problématiques d'amélioration de la connaissance présentées au chapitre 3, ces données peuvent également être exploitées dans le cadre de l'appui aux politiques publiques au sens large, de l'accompagnement des SLGBC en particulier, d'études techniques ou en lien avec la recherche, par les opérateurs de l'OCA ou par d'autres acteurs. Toutes les données produites par l'OCA sont en effet publiques et diffusées gratuitement sur son site internet, via PIGMA ou sur demande (conventions de mise à disposition de données). La démarche de mise à disposition est optimisée et permet l'accès public aux données dans des délais aussi brefs que possibles.

4.1. APPUI AUX POLITIQUES PUBLIQUES

L'Observatoire de la Côte Aquitaine réalise régulièrement des expertises, de manière à apporter une aide opérationnelle et réactive, en appui aux politiques publiques de ses partenaires financeurs - services de l'État, de la Région, des Conseils Départementaux et du SIBA - mais également aux collectivités locales, au Conservatoire du littoral ou encore au GIP Littoral.

Les expertises scientifiques de l'Observatoire s'inscrivent dans le cadre de la Charte nationale de l'expertise ; elles viennent en appui des politiques publiques, en lien avec les risques côtiers, hors domaine concurrentiel, et portent essentiellement sur :

- les projets et études de la bande littorale aquitaine, en lien avec la gestion du trait de côte, faisant appel aux crédits du programme FEDER et du CPER ou aux crédits des partenaires financeurs ;
- l'examen des dégradations survenues à la suite d'événements majeurs (mouvement de terrain, érosion côtière, submersion marine, pollution marine, etc.) ;
- les productions à visée informative sur le thème des risques côtiers, afin d'en examiner le contenu et/ou d'apporter des éléments complémentaires (publications, expositions, diffusions diverses, réunions...).

Cette mission est essentielle dans le fonctionnement du projet ; elle correspond à l'outil pratique des décideurs et gestionnaires. Elle repose à la fois sur l'ensemble des connaissances et données acquises par l'OCA et sur un réseau d'experts du BRGM et de l'ONF. Si nécessaire, ce réseau peut être élargi aux compétences des partenaires scientifiques et techniques de l'OCA (laboratoires de recherche, Centre de la Mer de Biarritz, Cerema, etc.). Au-delà des connaissances scientifiques mobilisées, l'avis donné par l'OCA, dans le cadre d'une expertise, s'appuie sur les documents mis à disposition (notes, rapport, mails, etc.) et d'éventuelles visites de terrain, acquisitions de nouvelles données et réunions. Généralement circonscrites à quelques jours de travail, certaines expertises exceptionnelles mobilisent les équipes de l'OCA sur de plus grandes périodes de temps. Ce fut le cas, par exemple, lors des tempêtes de l'hiver 2013-2014, où l'Observatoire fut particulièrement sollicité pour apporter des avis sur les dégâts et les solutions envisagées par les collectivités, pour réparer ces dégâts et se protéger davantage.

L'ensemble des documents d'expertise est accessible sur le site internet de l'Observatoire, dans la rubrique « espace partenaires », pour les rapports dont l'accès est différé, ou bien sur les pages ouvertes au public, lorsque le comité technique a validé la diffusion des documents.

4.2. ACCOMPAGNEMENT SPÉCIFIQUE DES SLGBC

L'Observatoire assiste le GIP Littoral et les communes ou EPCI, dans le cadre de la Stratégie régionale de gestion de la bande côtière, en apportant un appui spécifique dans la mise en place des stratégies locales (SLGBC). Plus particulièrement, il s'agit d'accompagner les porteurs de SLGBC dans la mise en œuvre des plans d'actions des Stratégies (notamment les Axes 1, 2 et 6, relatifs respectivement à l'amélioration de la connaissance de l'aléa, la prévision de l'érosion et les actions d'accompagnement des processus naturels ou de lutte active souple) et également de participer à la Commission régionale de suivi de ces stratégies, animée par le GIP Littoral.

Outre le réseau "tempêtes" de l'OCA, qui répond à l'une des actions de l'Axe 2 de la plupart des SLGBC (cf. §3.4), les données acquises par l'OCA bénéficient directement aux Stratégies locales pour l'amélioration de la connaissance et la surveillance de l'érosion. Des supports synthétiques, tels que les fiches bilans sédimentaires (Figure 19), issues du traitement des données LiDAR, sont produits annuellement pour l'ensemble du littoral de la côte aquitaine.

D'autre part, les SLGBC prévoient, dans leurs plans d'actions, des programmes de suivis particuliers sur leurs territoires, voire la création d'observatoires locaux. Les besoins en matière de gestion quotidienne des sites littoraux justifient en effet un suivi plus fin (spatialement et temporellement) que ce que peut apporter l'OCA sur chacun des territoires. L'OCA accompagne les porteurs de SLGBC dans la définition des protocoles de suivi, adaptés à leurs sites d'étude, mais n'acquiert pas les données lui-même (sauf exception). Un exemple de ce type de collaboration est présenté dans le rapport Bernon et Mallet (2018, "Synthèse de l'accompagnement de l'OCA dans la gestion de l'érosion du cordon dunaire à la Pointe du Cap-Ferret"), disponible via l'espace « publications » du site web de l'OCA. Enfin, les porteurs de Stratégies doivent transmettre à l'OCA les données acquises localement, en phase d'élaboration ou de mise en œuvre des stratégies (suivis), pour archivage et diffusion à l'échelle régionale en vue d'une valorisation de ces données locales avec celles acquises par l'OCA. Cette transmission est à développer : elle reste partielle et limitée à l'heure actuelle à certains territoires. Une charte cadrant les échanges de données entre l'OCA et les porteurs de Stratégies locales est en cours de signature.

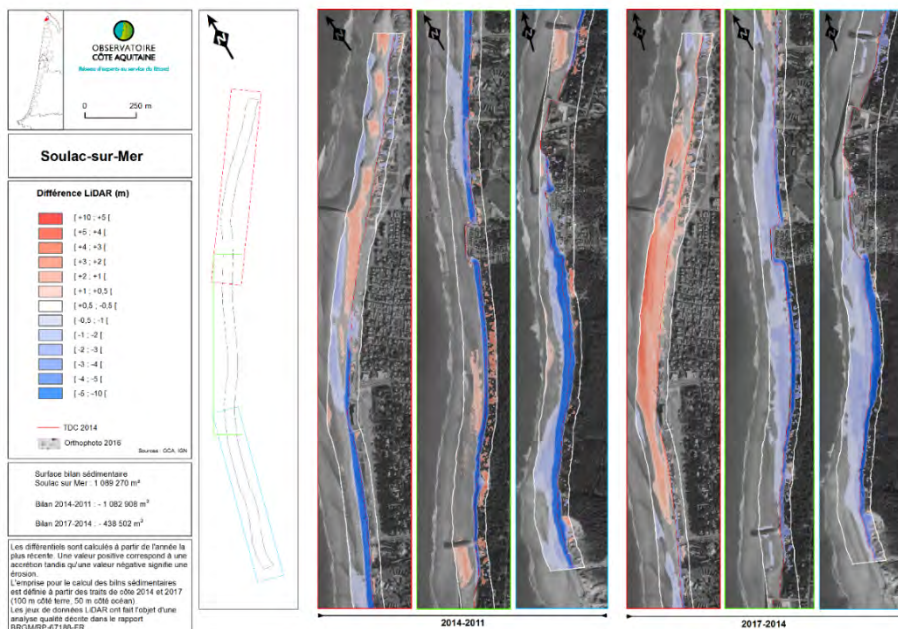


Figure 19 : Exemple de fiche « bilan sédimentaire par commune », commune de Soulac-sur-Mer, disponible en ligne : <http://www.observatoire-cote-aquitaine.fr/Fiches-bilan-sedimentaire-par-commune-120>

4.3. LIENS AVEC LA RECHERCHE

Dans le cadre de l'OCA, le BRGM a développé un partenariat avec les organismes de recherche et d'expertise néo-aquitains, depuis 2015. Des conventions de partenariat ont donc été signées ou sont en cours de signature avec les laboratoires EPOC (Université de Bordeaux - CNRS), SIAME (Université de Pau et des Pays de l'Adour), LIENSs (Université de La Rochelle - CNRS), le Centre de la mer de Biarritz (qui pilote le programme de recherche ERMMA²), le Cerema et le Conservatoire du littoral, sur les sujets d'évolution dynamique du littoral et de biodiversité marine. Dans le cadre de ces conventions, les données produites par l'OCA et les partenaires peuvent être échangées librement entre les parties, à des fins de travaux de recherche fondamentale ou appliquée. L'OCA ne diffuse pas pour autant les données des partenaires, mais ceux-ci s'engagent à saisir les métadonnées relatives à leurs acquisitions sur la plateforme PIGMA du GIP ATGeRi (Aménagement du territoire et gestion des risques).

Les données de référence produites par l'OCA sont fondamentales pour la recherche dans le domaine littoral. Les questions d'actualité qui se posent concernent par exemple :

- Les impacts du changement climatique sur les risques côtiers : quand les impacts vont-ils se faire sentir ? Quel sera l'ampleur du changement ? Comment prédire l'évolution du littoral ? Comment s'y préparer et s'y adapter ?
- L'érosion de la côte rocheuse : quelles sont les dynamiques de l'érosion des falaises rocheuses ? Comment prévoir les mouvements de terrain ? (e.g. projets européens EZPONDA et RISKCOAST)
- La dynamique des stocks sédimentaires : quels sont les flux et les stocks sédimentaires littoraux ? Comment migrent-ils ? Comment les gérer ? (e.g. projet européen MAREA)
- Les interactions entre les conditions hydrodynamiques et la morphologie des plages et de l'avant-côte : quels sont les liens entre les configurations morphologiques du système "plage" et l'érosion ? Quelle dissipation de l'énergie des vagues par les systèmes de barres littorales, la végétation ? Comment agir sur les aléas "érosion" et "submersion", par des méthodes douces de type « *nature based solutions* » ? (e.g. projet Région Nouvelle-Aquitaine ARCADE, projet LittoView)
- Concernant le Bassin d'Arcachon : comment évoluent les estrans lagunaires et semi-ouverts du Bassin d'Arcachon, associant les dynamiques hydro-sédimentaires des systèmes de chenaux, des bancs et les rôles joués par la végétation à l'intérieur du Bassin ? (projet Région Nouvelle-Aquitaine ARCADE)
- Les interactions entre les processus éoliens, marins et biotiques : comment les caractériser et avec quels outils ? (projet ANR - SONO, développé par l'ONF en partenariat avec l'UMR EPOC)
- La dynamique du système "plage-dune" et sa résilience aux perturbations naturelles et anthropiques : comment l'évaluer dans le but de proposer une gestion des dunes optimale ? (projet ANR - SONO, développé par l'ONF en partenariat avec l'UMR EPOC)

Par son expertise et les missions générales de ses opérateurs techniques, l'OCA joue le rôle d'interface entre la recherche fondamentale et les besoins opérationnels des gestionnaires du littoral.

² Environnement et ressources des milieux marins aquitains

4.4. COLLECTE ET DIFFUSION DES DONNÉES

L'Observatoire de la Côte Aquitaine a un rôle de centre de ressources régional pour la thématique des risques côtiers. À ce titre, il fédère la communauté des producteurs de données concernant la dynamique de la bande côtière et les encourage à les partager et à les mutualiser. Il contribue ainsi au porter à connaissance des données sur la thématique.

La collecte et la diffusion des données nécessitent des outils informatiques (catalogage, outil cartographique) accessibles depuis le site internet de l'OCA : <http://www.observatoire-cote-aquitaine.fr>.

4.4.1. Collecte de données et métadonnées

Le comité technique de l'Observatoire de la Côte Aquitaine définit régulièrement la liste des données produites et collectées auprès des producteurs de données afférents.

Ainsi, des producteurs de données, tels que des centres de ressources locaux, ont été sollicités par convention, dès 2008 (2004 pour la convention avec l'ERMMA), pour la formalisation et l'interfaçage des métadonnées associées concernant l'environnement du littoral aquitain. Parmi ces producteurs de données de référence, figurent notamment les partenaires scientifiques de l'OCA. Ces métadonnées peuvent être saisies dans le catalogue de métadonnées de l'Observatoire (qui s'appuie sur le catalogue de PIGMA, voir ci-après).

Dès 2009, l'Observatoire de la Côte Aquitaine s'est rapproché de la plateforme PIGMA (Plateforme de l'information géographique mutualisée en Aquitaine), portée par le GIP ATGeRI, afin d'une part de bénéficier de ses outils de catalogage de métadonnées, et d'autre part de mutualiser des actions, telles que la co-animation d'un groupe de travail sur le littoral.

Le catalogue des métadonnées est développé avec l'outil CKAN®, qui offre un catalogue en OpenData, simple et ergonomique.

L'OCA, en tant que partenaire de PIGMA, dispose d'un accès personnalisé à son catalogue. L'OCA saisit les fiches de métadonnées dans le catalogue de PIGMA, et ce dernier est interrogeable depuis le site internet de l'OCA à l'url : <http://www.observatoire-cote-aquitaine.fr/-Catalogue-de-donnees->.

À fin 2018, le catalogue de métadonnées de l'OCA contient près de 300 fiches (Figure 20).

Figure 20 : Interface web de l'accès aux données de l'OCA

Des sessions de formation aux bonnes pratiques de catalogage sont proposées régulièrement par PIGMA. Une session pour l'OCA et ses partenaires a été réalisée en 2012 et sera reconduite début 2020.

4.4.2. Diffusion

Le catalogue de métadonnées est accessible depuis le site de l'OCA via le catalogue de données (cf. §4.4.1).

SIG web

Les principales couches du SIG OCA sont diffusées à travers des services web cartographiques (WMS), accessibles à tous, depuis l'interface de visualisation cartographique à l'url suivante : <http://www.observatoire-cote-aquitaine.fr/-Cartographie-interactive-> (Figure 21).

La liste des services OGC est disponible à l'url : <http://www.observatoire-cote-aquitaine.fr/Services-OGC> : à l'heure actuelle, on dénombre une soixantaine de flux diffusés.

L'outil cartographique de l'OCA est mis à jour régulièrement. À fin 2018, il permet ainsi de visualiser les principales couches SIG de l'OCA, telles que les transects suivis par le BRGM, les différents millésimes de trait de côte, les projections à 2025 et 2050 issues du rapport Bernon *et al.* (2016), les observations des principales tempêtes (Xynthia, Klaus), les orthophotographies anciennes, les emprises des levés LiDAR, ou encore certaines données des partenaires techniques (notamment celles du GIP Littoral) ou scientifiques (comme des inventaires floristiques ou faunistiques).

L'outil dispose des principales fonctionnalités suivantes :

- affichage des couches, légende depuis la barre d'outils de droite,
- zoom, déplacement, interrogation depuis la barre d'outils du haut,
- localisation, impression, gestion des cartes (si authentification) et module d'extraction des couches vectorielles diffusées depuis la barre d'outils de gauche.

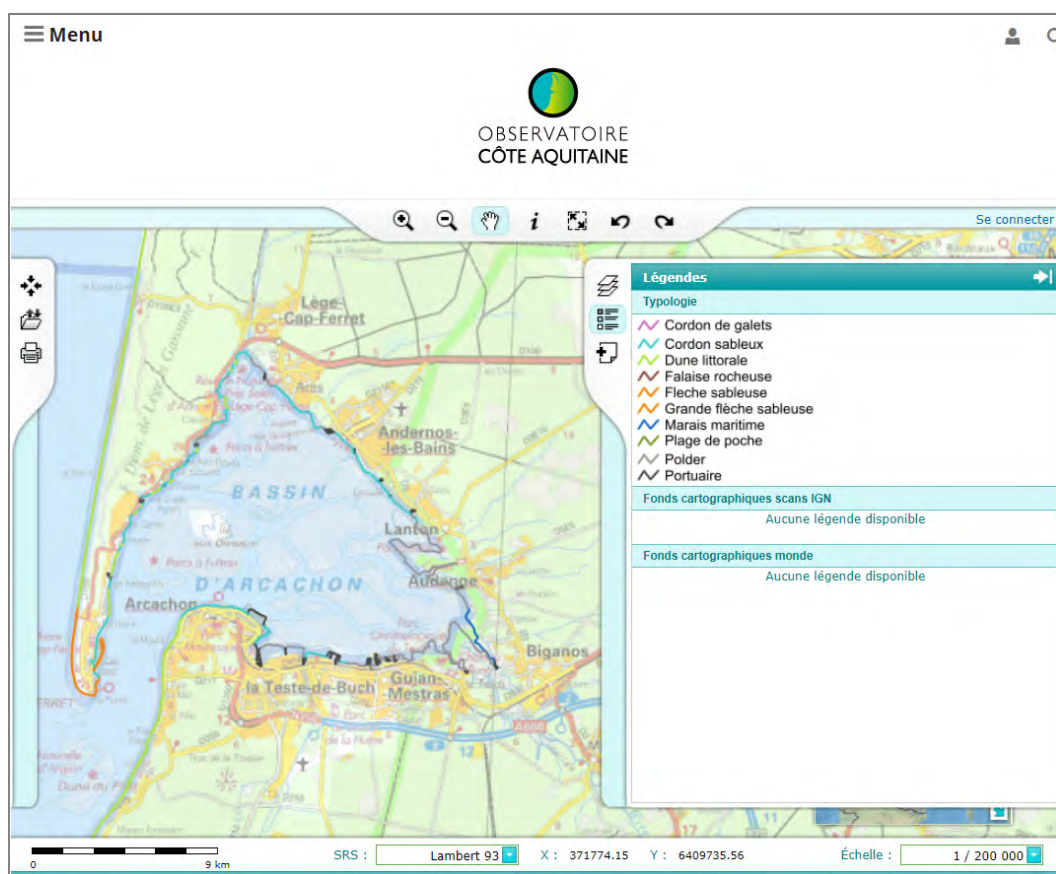



Figure 21 : Outil cartographique interactif, accessible en ligne <http://www.observatoire-cote-aquitaine.fr/-Cartographie-interactive->.

Téléchargement

Toutes les données, acquises dans le cadre de l'OCA, sont des données publiques et par définition accessibles à tous gratuitement. Il existe 4 façons de télécharger les données, selon leur typologie :

- Il est possible d'extraire une partie des données vectorielles, depuis l'interface cartographique. Il suffit de cliquer sur le bouton d'extraction  de la barre d'outils de gauche de « l'espace

cartographique » et renseigner le court formulaire. L'extraction n'est possible qu'en dessous de l'échelle 1/200 000 ;

- Les profils de plages et de dunes levés au D-GPS par l'OCA sont téléchargeables directement depuis les fiches "transect" : <http://www.observatoire-cote-aquitaine.fr/Fiches-transect-119> ;
- Les données LiDAR et orthophotographies associées sont téléchargeables via la plateforme FTP de PIGMA : <http://www.observatoire-cote-aquitaine.fr/Mise-en-ligne-de-l-ensemble-des-millesimes-LiDAR> ;
- Pour toute autre donnée (orthophotos anciennes par exemple) ou demande spécifique, il y a la possibilité de solliciter une convention de mise à disposition des données de l'Observatoire. Pour cela, il suffit d'adresser un message à contact-littoral-aquitaine@BRGM.fr, en donnant la liste des données recherchées et en précisant le format souhaité. Les équipes de l'OCA feront leur possible pour traiter la demande dans les meilleurs délais.

Jusqu'en 2018, le seul mode de transmission des données étaient les conventions de mise à disposition des données (MADD), dont voici l'historique des demandes depuis 2009 (Figure 22) :

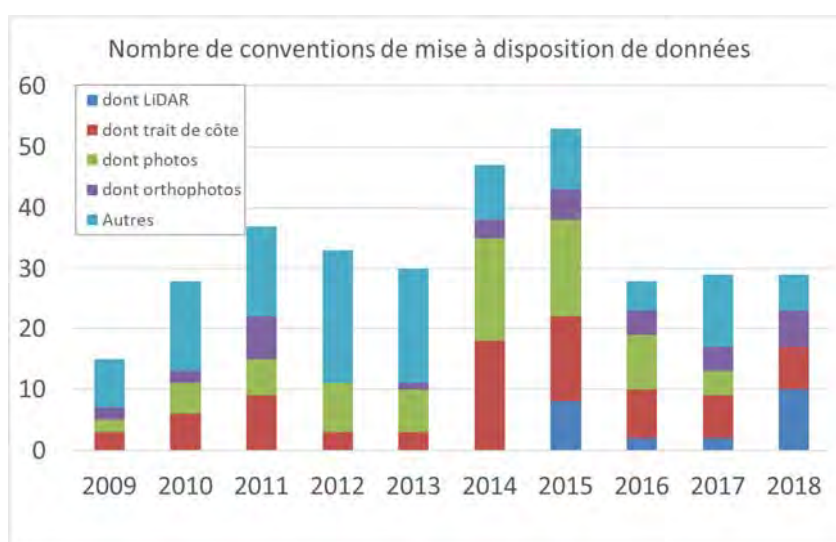


Figure 22 : Nombre de conventions de MADD depuis 2009

Ces évolutions récentes soulignent l'effort historique et permanent de l'OCA qui vise à réduire les délais entre la production ou l'acquisition de la donnée et sa diffusion. L'OCA optimise ainsi de manière continue les moyens d'accessibilité aux données et métadonnées produites. Il travaille à les rendre plus facilement utilisables par le public et l'ensemble des acteurs du littoral. En particulier, le téléchargement direct des WMS diffusés sur l'espace cartographique est en cours de développement et sera opérationnel en 2020.

4.5. LIEN AVEC LE RÉSEAU NATIONAL DES OBSERVATOIRES DU TRAIT DE CÔTE

La Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte, adoptée en France en 2012, prévoit la mise en place d'un Réseau national des observatoires du trait de côte (RNOTC), pour l'ensemble du territoire national, en s'appuyant à l'échelle locale sur les acteurs et les démarches existantes. Ce réseau a vocation à fédérer les observatoires existants et à faciliter l'émergence de nouveaux observatoires, dans les territoires qui n'en sont pas dotés.

En 2018, un portail Internet dédié a été mis en place. Il offre un lieu d'échanges privilégié et fédérateur, avec la vocation de favoriser non seulement la diffusion de la connaissance auprès du grand public, mais

également l'émergence d'actions communes en matière d'observation, d'expertise et de communication concernant le trait de côte.

Membre du RNOTC depuis sa création, l'OCA alimente le portail Internet en informations techniques et supports de communication. De par ses actions et son rôle fédérateur à l'échelle régionale, il est l'interface privilégiée entre les initiatives d'observation locales et l'échelle nationale.

5. Conclusion

L'Observatoire de la Côte Aquitaine est un outil scientifique et technique d'aide à la décision, à la gestion et à la prévention des risques côtiers, qui regroupe experts du littoral et décideurs autour d'une vision commune : accompagner les stratégies de développement durable, de manière à prendre en compte l'évolution morphologique du littoral et les richesses de son patrimoine naturel, tout en s'adaptant au changement climatique. Il met en réseau de nombreux acteurs scientifiques et techniques, à l'échelle régionale, et mobilise de multiples compétences pour apporter des réponses pertinentes aux problématiques complexes posées par les risques côtiers en Aquitaine. Les données collectées au sein de l'OCA servent ainsi, au quotidien, pour réaliser des expertises ponctuelles, suite à un évènement particulier, tempête, pollution, instabilité de terrain... Elles apportent également une vision régionale de l'exposition du littoral aux risques côtiers et permettent de manière générale d'améliorer la connaissance des processus hydro-sédimentaires et météo-marins, à l'origine de la dynamique du littoral aquitain.

L'OCA met en œuvre, de manière régulière (tous les ans ou 2 fois par an), depuis bientôt 15 ans, des méthodes et des protocoles stables et robustes qui permettent de disposer de séries temporelles de données littorales très précieuses pour l'analyse des évolutions sur le temps long. Ces informations indispensables constituent un socle de référence dans le cadre d'études de recherche ou d'appui aux politiques publiques, en particulier pour la réduction de la vulnérabilité des littoraux face aux défis du changement global.

Outre ces actions d'observation stables et régulières, nécessaires pour appréhender le temps long, l'OCA participe activement à l'amélioration continue des techniques d'observation, susceptibles d'enrichir la connaissance. Les outils et les méthodes d'observation évoluent en permanence et les performances, les protocoles de mesure, les perspectives d'exploitation évoluent en conséquence. L'OCA produit et collecte de nouveaux jeux de données, qualifie les erreurs de mesure, met en place de nouveaux protocoles. Les nouvelles méthodes d'observation, dès lors qu'elles sont adaptées en termes de contraintes financières, de précision des résultats ou de nouvelles pratiques, peuvent être amenées à intégrer le cadre général d'acquisition de données de l'OCA.

L'ambition de ce rapport était de présenter le cadre actuel d'acquisition, d'analyse et de valorisation des données de l'OCA dans le cadre des CPER et PO FEDER 2015-2020. Une réflexion devra être menée en 2020 pour anticiper et définir la future stratégie d'acquisition et de valorisation des données de l'OCA pour les prochains CPER et PO FEDER, au sein d'un périmètre géographique étendu à la Charente-Maritime et d'un partenariat à consolider avec de nouveaux acteurs.

6. Bibliographie

- Ayache B., Nicolae Lerma A., Ulvoas B. (2018)** – Evolution géomorphologique de la côte Sableuse en Gironde et dans les Landes, entre 2011 et 2017, à partir de l'exploitation du LiDAR. Rapport finale, BRGM/RP-67187-FR, 49P. 18 fig, 8 tab, 4 ann
- Bernon N., Mallet C., Belon R., avec la collaboration de Hoareau A., Bulteau T. et Garnier C. (2016)** – Caractérisation de l'aléa recul du trait de côte sur le littoral de la côte aquitaine aux horizons 2025 et 2050. Rapport final. BRGM/RP-66277-FR, 99 p., 48 Ill., 16 tab., 2 ann., 1 CD.
- Bernon N., Mallet C. avec la contribution de E. Lenain et B. Capdeville (2018)** – Synthèse de l'accompagnement de l'Observatoire de la Côte Aquitaine dans la gestion de l'érosion du cordon dunaire à la Pointe du Cap Ferret - Hiver 2017/2018. Rapport final. BRGM/RP-68177-FR, 13 p., 3 fig., 1 ann.
- Bernon N. et Mugica J. (2019)** – Mise en place d'un programme de suivi géomorphologique autour du Bassin d'Arcachon - Bilan de 1ère année. Note OCA n° NT_BDX_2019_001.
- Bernon N., Jude F., Nicolae Lerma A., Gayer C. (2019)** – Etat des connaissances sur la dynamique hydro-sédimentaire à l'embouchure du Bassin d'Arcachon en lien avec les actions de lutte active souple à la Pointe du Cap Ferret. Rapport final. BRGM/RP-68730-FR, 46 p., 29 fig., 4 tab., 1 ann.
- Biausque M. (2018)** – Approche multi-proxys de la réponse des plages sableuses ouvertes aux événements de tempêtes, en incluant les phases de récupération, thèse de doctorat Soutenue le 06-12-2018, Université de Bordeaux, 272 p.
- Boak E. H. and Turner I. L. (2005)** – Shoreline definition and detection: a review. Journal of coastal research, 688-703.
- Bouchet J.M., Deltreil J.P., Manaud F., Maurer D., Trut G. (1997)** – Etude Intégrée du Bassin d'Arcachon - Synthèse 129 p. et Tome 1 349 p.
- BRGM et ONF (2018)** – Atlas morpho-dynamique de la côte sableuse Aquitaine. Rapport BRGM/RP-67152-FR, 150p.
- Bulteau T., Paris F., Nicolae Lerma A., Muller H. (2019)** - Le réseau tempêtes de l'Observatoire de la Côte Aquitaine. Rapport final. BRGM/RP-67418-FR, 72 p., 45 fig., 6 tabl., 6 ann.
- Gassiat, L. (1989)** – Hydrodynamique et évolution sédimentaire d'un système lagune-flèche littorale. Le Bassin d'Arcachon et la flèche du Cap Ferret. Thèse de doctorat.
- Genna A., Mallet C., Capdeville J.P., Deshayes L. (2004)** – Observatoire de la Côte Aquitaine. Etude géologique simplifiée de la Côte Basque. Rapport final. BRGM/RP-53258-FR, 44 p. 25 fig.
- Jude F. (2018)** – Evolutions morpho-bathymétriques récentes des passes internes du Bassin d'Arcachon, banc de Bernet et chenal du Ferret. Rapport de Master 2. 38 p.
- Mallet C., Michot A. avec la collaboration de De La Torre Y., Lafon V., Robin M. et Prévotiaux B. (2012)** Synthèse de référence des techniques de suivi du trait de côte. Rapport BRGM/RP-60616-FR, 226 p., 101 fig., 7 ann.
- Maugard F., Rosebery D., Destribats B. (2018)** - Evaluation de l'état de la dune non boisée et de son rôle de protection, Office National des Forêts, Programme OCA, 45 p.
- Michel D. and Howa H.L. (1997)** – Morphodynamic behaviour of a tidal inlet system in a mixed-energy environment. Physics and Chemistry of the Earth, 22(3-4), 339-343.

Mugica J., Mallet C., Aubié S. avec la collaboration de Hoareau A., Pierson J. (2008) – Bilan des données collectées en 2007-2008 par l'Observatoire de la Côte Aquitaine. BRGM/RP-57655-FR, 51 p., 3 ill., 5 tab., 4 ann.

Mugica J. et Bernon N. (2018) – Mise en place d'un suivi annuel de l'évolution géomorphologique de l'Île aux Oiseaux. Rapport final. BRGM/RP-67731-FR, 29 p., 18 fig., 3 ann.

Nahon, A. (2018) – Evolution morphologique actuelle d'une flèche littorale holocène, Le Cap Ferret, à l'embouchure du Bassin d'Arcachon. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux

Nicolae Lerma A., Bulteau T., Muller H., Decarsin C., Gillet R., Paris F., Biauxque M., Sénéchal N. and Castelle B. (2018) – Towards the Development of a Storm Erosion EWS for the French Aquitaine Coast. *Journal of Coastal Research*, 85(sp1), 666-670.

Nicolae Lerma A., Ayache B., Ulvoas B., Paris F., Bernon N., Bulteau T., Mallet C. (2019) - Pluriannual beach-dune evolutions at regional scale: Erosion and recovery sequences analysis along the aquitaine coast based on airborne LiDAR data. *Continental Shelf Research* 189, 103974

Planton S., Le Cozannet G., Cazenave A., Costa S., Douez O., Gaufres P. et Sergent P. (2015) – Le climat de la France au XXI^e siècle. Vol 5: Changement climatique et niveau de la mer: de la planète aux côtes françaises. 70 p.

Ulvoas B., Garnier C. et Mallet C. (2018) – Modélisation 3D des falaises pour l'analyse et le suivi de secteurs stratégiques du littoral de Saint-Jean-de-Luz. Note OCA n° NT_AQI_2018_007.

Yart S. et Masson F. (2018) - Levé 3D au scanner laser mobile de la falaise de la Corniche Basque - Communes de Ciboure et Urrugne (64). Rapport final. BRGM/RP-67271-FR, 37 p., 17 fig., 3 tabl., 2 ann., 1 CD

Annexe 1 : Les produits de l'Observatoire

Les principales acquisitions concernant les aspects géomorphologiques et sédimentaires réalisées de manière régulière et systématique par l'OCA sont présentées ci-dessous. La liste exhaustive des principales données produites par l'OCA est donnée à la fin de cette Annexe.

Les campagnes annuelles D-GPS

Depuis 1998 et de manière optimisée depuis 2002, l'OCA réalise au printemps (après les tempêtes hivernales) des profils plages/dunes, perpendiculairement au trait de côte, à partir d'un réseau géodésique de bornes fixes implantées le long de la côte (côte sableuse, côte rocheuse, Bassin d'Arcachon, cf. Figure 23). Ce suivi régional est aujourd'hui constitué de 168 profils de référence (59 pour la côte sableuse, 56 pour la côte rocheuse, 53 pour le Bassin d'Arcachon (dont 11 sur l'Île aux Oiseaux)). Le levé du trait de côte est également effectué sur un petit linéaire au droit de chaque profil.

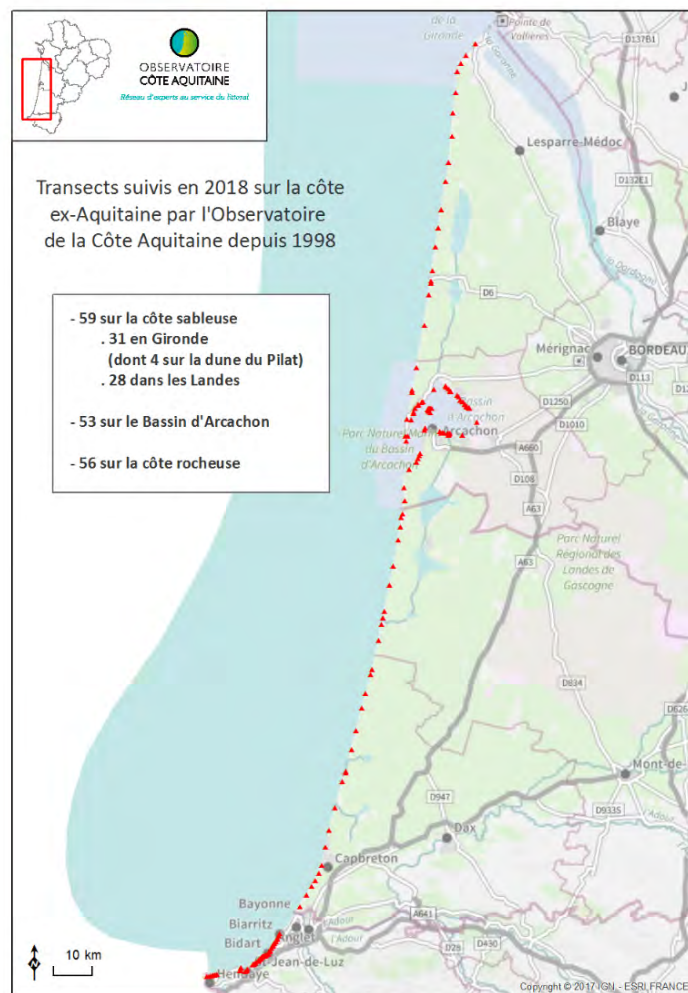


Figure 23 : Carte de localisation des acquisitions D-GPS annuelles

Ces données constituent un socle de connaissance mobilisé pour quasiment toutes les problématiques d'amélioration de la connaissance présentées au chapitre 3 et également pour les expertises que l'OCA peut être amené à réaliser au profit des collectivités (cf. §4.1 et 4.2). Elles peuvent également servir à caler des images aériennes ou satellites ou des produits de télédétection (LiDAR, photogrammétrie par drone...) à partir de points remarquables ou de faciès particuliers.

Lors de cette campagne annuelle, la méthodologie d'acquisition sur le littoral de la côte rocheuse diffère de celle de la côte sableuse, par les levés D-GPS du sommet et du pied de falaise (levés longitudinaux) dans des secteurs particuliers, en fonction des conditions d'accès et de l'intérêt des mesures (au regard notamment de la constitution géologique).

Pour le Bassin d'Arcachon, en 2018, un protocole de levés au D-GPS, suivant une méthodologie proche des levés réalisés sur la côte sableuse, a été mis en place. Il a été adapté pour rendre compte de la diversité de l'environnement de marais maritime, propre à la partie lagunaire du Bassin d'Arcachon. Ces levés permettront d'associer aux données topographiques des informations de nature géomorphologique et botanique.

Le LiDAR régional annuel

Les levés aéroportés LiDAR permettent par leur couverture (ensemble de la côte) et le faible temps d'acquisition (quelques jours ou semaines), de disposer de mesures à haute résolution (plusieurs points par mètre carré) pour une précision de l'ordre d'une dizaine de centimètres. Il existe aujourd'hui plusieurs millésimes : 2011 (IGN), 2014, 2016, 2017, 2018 (OCA en partenariat avec l'IGN). Ces données sont utilisées pour de multiples usages au sein de l'OCA (expertises, études régionales, recherche...) et sont mobilisées pour l'ensemble des problématiques d'amélioration de la connaissance (cf. chapitre 3). Les campagnes LiDAR sont particulièrement adaptées pour évaluer les évolutions morphologiques du littoral ainsi que les mouvements sédimentaires entre plusieurs campagnes.

Sur la côte rocheuse, la forte inclinaison des falaises ou des configurations particulières (rentrants, surplombs, etc.) ne permettent pas de disposer d'une donnée LiDAR de précision uniforme sur le littoral. Le suivi régional LiDAR sur la côte rocheuse est ainsi ponctuellement enrichi d'acquisitions par des outils complémentaires permettant des levés obliques aux falaises (LiDAR hélicoptère, photogrammétrie aéroportée ou par drone...) permettant d'optimiser les acquisitions et de produire des Modèles numériques de terrain de hautes résolutions et précision afin de quantifier des volumes érodés ou d'identifier des zones sujettes à mouvement de terrain.

Sur le Bassin d'Arcachon, des campagnes LiDAR 2005 (SIBA), 2011 (IGN) et 2016 (SIBA) sont disponibles. Les campagnes régionales annuelles réalisées dans le cadre de l'OCA ne couvrent que partiellement ce périmètre (façade océanique et une partie de l'embouchure). Les données LiDAR sur l'intégralité du Bassin d'Arcachon ne sont donc pas directement acquises et gérées par l'OCA.

On notera la réalisation d'un levé expérimental réalisé en 2015, consistant en une couverture de l'ensemble de la côte par stéréo photogrammétrie. Ces données sont considérées comme peu exploitables présentant des erreurs hétérogènes spatialement et relativement importantes (supérieures à 20 cm).

L'orthophoto régionale annuelle

L'orthophoto régionale est obtenue simultanément aux données LiDAR lors de la campagne annuelle à l'automne. Les millésimes disponibles sont donc identiques 2011 (IGN), 2014, 2016, 2017, 2018 (OCA). Cette orthophoto est disponible pour les caractéristiques de couleur (RVB) et Infra rouge (IR). Cette donnée est systématiquement exploitée pour sa complémentarité avec les données LiDAR. Elle permet d'identifier des évolutions planimétriques de morphologies remarquables (e.g. position et dimensions des systèmes barres/bâines, identification de banquettes végétalisées, dimensions et évolution des caoudeyres, principaux départs de falaise sur la côte rocheuse...). Elle constitue aujourd'hui l'outil privilégié pour réaliser une identification planimétrique (X, Y) du trait de côte à l'échelle régionale. À partir de travaux de digitalisation, le trait de côte est localisé pour l'ensemble du linéaire côtier de la côte aquitaine. La position du trait de côte ainsi identifiée est confrontée à la position levée au D-GPS afin de valider les travaux de digitalisation. Une orthophoto est acquise sur le bassin d'Arcachon environ tous les deux ans par le SIBA.

Les photographies aériennes obliques régionales

Des acquisitions photographiques obliques sont réalisées à raison d'une campagne par an depuis 2008 et se poursuivent aujourd'hui (2019). Cette campagne couvre l'ensemble de la façade maritime de la côte aquitaine et le bassin d'Arcachon et ces acquisitions sont faites dans le cadre de l'OCA. Elles permettent, par observation visuelle indirecte, de distinguer toute modification dans la morphologie du linéaire côtier (plage, falaise) et de mettre en évidence notamment les entailles d'érosion, les instabilités d'ampleur significative, les évolutions importantes de stocks sédimentaires, etc. Elles servent également de supports pour illustrer les productions de l'OCA.

La photothèque

L'OCA dispose d'une base de photos importante. À chaque sortie sur le terrain (mission annuelle, ou expertise ponctuelle), les agents de l'OCA archivent leurs photos sur le serveur. En 2019, près de 90 000 photos sont bancarisées dans la photothèque OCA. Celles-ci sont précieuses pour les expertises ou pour compléter les analyses des évolutions géomorphologiques du littoral.

Les fiches « état des plages »

En plus des données quantitatives issues de relevés D-GPS au printemps et du levé LiDAR à l'automne, le suivi de l'état des plages comprend deux campagnes de descriptions semi-quantitatives au printemps et en automne. Ces relevés sont effectués au niveau des transects sédimentaires de l'OCA (voir ci-avant §Les campagnes annuelles D-GPS).

Fiche de saisie des états de plage

OSERVATOIRE CÔTE AQUITAINE

Borne / Lieu :
Date : Heure :
Observateur :

Nombre de photos : Remarques :

1. Avant-côte
Absence barre externe
Présence barre externe

2. Avant-plage
Absence barre interne
Présence barre interne

3. Profil
Prof.
Crest (coteau)
Banc (coteau)

4. Arrière-plage
Sans berme
Crest sédimentaire
Manche / D'Avant-Dune
Crest sédimentaire
Absence de banquettes

5. Divers
Figures sédimentaires
Déchets abondants

Barres externes : 0 Non déterminable, 1 discontinue, 2 continue
3-5 Barres : 3 cinglées, 4 cinglée irrégulière, 5 transverse (symétrique ou non)
6-10 Barres : 6 irrégulière continue, 7 rectangulaire discontinue, 8 en croissants continue, 9 superposées, 10 en croissants discontinue
Hauteur berme : H1 : coteau berme / pied de berme externe (Crest), H2 : coteau berme / crest interne (Est)

Figure 24 : Fiche « état des plages » remplie par les agents ONF au printemps et à l'automne

Cette description prend en compte les différents compartiments des plages (Figure 24) :

- L'avant-côte, où sont notés dans la mesure du possible la présence et le type des barres externes ;
- L'avant-plage (ou bas de plage), où sont pris en compte la présence ou l'absence de barres internes, la forme du profil et le type de baïnes observées ;
- L'arrière-plage (ou haut de plage), avec la description du profil et la prise en compte de bermes. Lorsque ces dernières sont présentes, la description prend en compte le type et la hauteur des accumulations de sédiments. Cette fiche décrit par ailleurs les formes et faciès illustrant des phénomènes d'érosion ou d'accrétion observés sur la plage.

Les données ainsi recueillies complètent les données quantitatives et apportent un éclairage particulier sur la morphodynamique des sites. Elles permettent en particulier de mieux comprendre les dynamiques saisonnières et annuelles des plages (cf. Problématique 2 du chapitre 3).

Le réseau piézométrique

Implanté sur le littoral de la côte basque (sur huit communes), ce réseau constitué d'une cinquantaine de points présents en bordure de littoral ou plus à l'intérieur des terres, permet de constituer des chroniques piézométriques depuis 2008. Les points de ce réseau de suivi hydrogéologique sont constitués pour deux tiers environ de puits et un tiers de piézomètres. La fréquence des levés a évolué au cours des années : fréquence mensuelle jusqu'en 2013 puis tous les 2 mois. Les mesures sont réalisées afin de mieux comprendre l'influence des nappes et des venues d'eau sur le littoral basque.

Le recensement des résurgences

Sur le littoral de la côte rocheuse, un recensement des résurgences en falaise principalement mais également en haut de plage, est réalisé à partir d'observations visuelles directes de manière occasionnelle depuis 2004. La présence de résurgence étant un facteur prépondérant dans les processus érosifs et dans l'occurrence des phénomènes de mouvement de terrain (glissement et éboulement), la connaissance de l'état hydrique de la falaise, au moins sur ses aspects qualitatifs (contexte géologique associé à la venue d'eau, aspect temporaire ou pérenne, évolution du point de résurgence), apporte un éclairage utile à la compréhension des mécanismes d'évolution.

Les différentes acquisitions de l'OCA présentées ci-avant couvrent différentes échelles spatiales pour des degrés de précision variables et complémentaires comme le résume la Figure 25 ci-dessous.

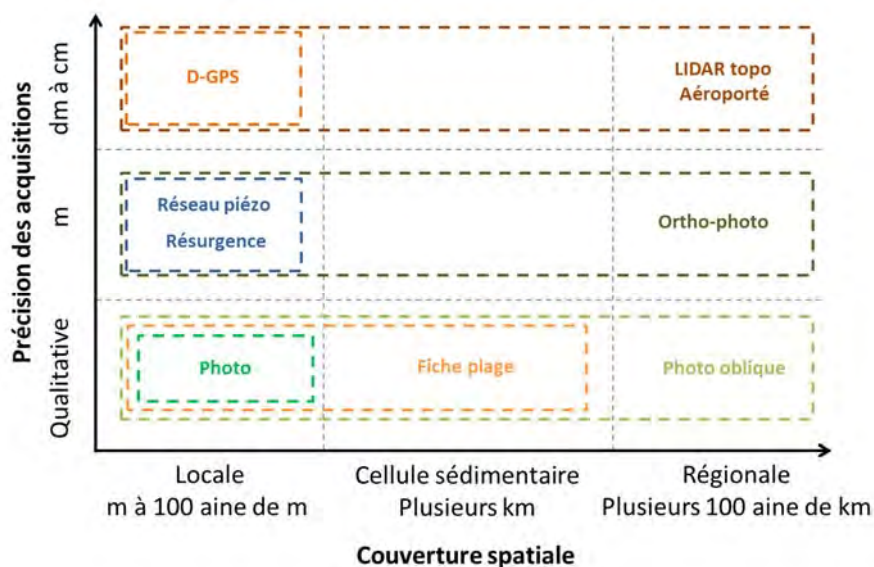


Figure 25 : Complémentarité des couvertures spatiales/précisions des acquisitions concernant les aspects géomorphologiques et sédimentaires réalisées par l'OCA.

Comme décrit au §4.4, l'Observatoire diffuse une grande partie de ses données par l'intermédiaire de services web cartographiques (WMS) accessibles à tous depuis l'interface de visualisation cartographique accessible à cette URL : <http://www.observatoire-cote-aquitaine.fr/-Cartographie-interactive->

La liste des services OGC est disponible à cette URL : <http://www.observatoire-cote-aquitaine.fr/Services-OGC>, une soixantaine de flux sont diffusés à l'heure actuelle.

Enfin, la liste actualisée des données de l'OCA existantes et disponibles (catalogue de métadonnées) est accessible à cette URL : <http://www.observatoire-cote-aquitaine.fr/-Catalogue-de-donnees->

Pour rappel, le catalogue de métadonnées de l'OCA (en lien avec PIGMA) permet également d'avoir connaissance des données produites par les partenaires scientifiques et techniques de l'OCA, à savoir le Centre de la mer de Biarritz (programme ERMMA), les laboratoires LIENSs, EPOC et SIAME.

Liste des principales données produites par l'OCA

- Levés topographiques et géomorphologiques au DGPS, au printemps (voire début été) au droit de 170 transects perpendiculaires au trait de côte, répartis tout le long de la côte aquitaine (y compris le Bassin d'Arcachon). Les plus anciens levés datent de 2002.
- Traits de côte (1 par an depuis 2016 ; le plus ancien exploitable date de 1985).
- Levés LiDAR topographiques à l'automne depuis 2016 (et orthophotographies associées). Les millésimes 2011 et 2014 sont également disponibles.
- Campagne de photographies aériennes obliques le long de toute la côte (y compris pour le Bassin d'Arcachon), réalisée au printemps (voire début été), depuis 2009 (selon les secteurs).
- Photothèque (en 2019, près de 90 000 photos issues de sorties terrain sont bancarisées dans la photothèque de l'OCA).
- Fiches « état des plages » (2 campagnes annuelles, au printemps et à l'automne). Ces fiches semi-quantitatives renseignent sur les différents compartiments des plages, depuis l'avant-côte jusqu'au haut de plage.
- Relevé des encoches d'érosion dunaire (en cours d'hiver).
- Relevé du type de contact plage-dune (en sortie d'hiver).
- Mesures piézométriques depuis 2008, via un réseau constitué d'une cinquantaine de points présents sur le littoral basque. Fréquence mensuelle jusqu'en 2013, puis tous les 2 mois.
- Recensement des résurgences en falaise, sur la côte rocheuse, de manière occasionnelle depuis 2004, à partir d'observations visuelles directes.
- Inventaires floristiques (le long des 94 transects écologiques de l'ONF, tous les 5 ans).
- Inventaires entomologiques (en haut de plage, au niveau des 94 transects écologiques, tous les 3 ans).
- Relevés phytoécologiques (au niveau des 94 transects écologiques, tous les 5 ans).
- Relevés ornithologiques (toutes les 2 semaines entre mai et juillet, pour le gravelot à collier interrompu).
- Inventaire des ouvrages du mur de l'Atlantique (mis à jour tous les 10 ans).
- Suivi des travaux dunaires (1 fois par an).



Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009
45060 Orléans Cedex 2 - France
Tél. : 02 38 64 34 34 - www.brgm.fr

BRGM Nouvelle-Aquitaine
Parc Technologique Europarc
24, Avenue Léonard de Vinci
33600 Pessac - France
Tél. : 05 57 26 52 70

ONF - Agence LNA
9 rue Raymond Manaud
33524 Bruges - France
Tél. 05 57 81 22 77

A propos de l'Observatoire de la Côte Aquitaine

Véritable réseau d'experts au service du littoral, l'Observatoire de la Côte Aquitaine est chargé de suivre l'érosion et la submersion sur le littoral régional. Le BRGM et l'ONF sont les porteurs techniques du projet, financé par l'Europe (FEDER), l'État, la Région Nouvelle-Aquitaine, les départements de la Gironde, des Landes, des Pyrénées-Atlantiques, le Syndicat intercommunal du bassin d'Arcachon (SIBA), le BRGM et l'ONF.

Le rôle de l'Observatoire est de mettre au service de l'ensemble des acteurs du littoral un outil scientifique et technique d'aide à la décision, à la gestion et à la prévention des risques côtiers. L'Observatoire de la Côte Aquitaine travaille en étroite collaboration avec le GIP Littoral, les Universités de Bordeaux (unité mixte de recherche EPOC) et de Pau et des Pays de l'Adour (laboratoire SIAME), le Centre de la mer de Biarritz (programme ERMMA), le Cerema et le Conservatoire du littoral.

L'enjeu : accompagner les stratégies de développement durable de manière à prendre en compte l'évolution morphologique du littoral et les richesses de son patrimoine naturel tout en s'adaptant au changement climatique.

Les actions de l'Observatoire sont multiples : mesures, suivis, expertises, diffusion des données et information... www.observatoire-cote-aquitaine.fr