



L'Observatoire de la Côte Aquitaine : bases de données et études pour la compréhension des évolutions géomorphologiques du littoral

**Cyril MALLET¹, Thomas BULTEAU¹, Francis MAUGARD²,
David ROSEBERY², Christophe GARNIER¹, Julie MUGICA¹,
Bruce AYACHE¹, Anais HOAREAU¹, Nicolas BERNON¹, François PARIS¹,
Alexandre NICOLAE LERMA^{1*}**

1. BRGM, Parc Technologique Europarc, 24 avenue Léonard de Vinci, 33600 Pessac, France,
*c.mallet@brgm.fr ; *a.nicolaelerma@brgm.fr ; contact-littoral-aquitaine@brgm.fr*
2. ONF, Agence Landes Nord Aquitaine, 9, rue Raymond Manaud, 33524 Bruges Cedex,
francis.maugard@onf.fr ; david.rosebery@onf.fr,

Résumé :

Peu urbanisée et riche d'une grande diversité d'environnements côtiers comprenant notamment les dunes littorales girondines et landaises, la côte rocheuse et les plages de poche du pays basque, les cordons littoraux et les marais maritimes du Bassin d'Arcachon, la côte aquitaine n'en est pas moins l'une des côtes métropolitaines les plus exposées à l'érosion côtière. En moyenne, la côte sableuse (hors Bassin d'Arcachon) recule de 2,5 m/an en Gironde et 1,7 m/an dans les Landes ; la côte rocheuse basque recule quant à elle de 0,25 m/an en moyenne.

Réseau d'experts au service du littoral, l'Observatoire de la Côte Aquitaine (OCA) est chargé du suivi des phénomènes d'érosion et de submersion sur le littoral de l'ex-région Aquitaine depuis 1996. Porté techniquement par le BRGM et l'ONF, et en coordination avec les organismes de recherche et d'expertise néo-aquitains (Universités, CNRS, CEREMA, Centre de la Mer de Biarritz, ...), il apporte à l'ensemble des acteurs du littoral, des outils scientifiques et techniques d'aide à la décision, à la gestion et à la prévention des risques côtiers. Les techniques de suivi en constante évolution (DGPS, LiDAR, photographies aériennes, images satellites haute résolution, lasers 3D...) ont pu servir à de multiples réalisations scientifiques analysant les évolutions morphologiques du littoral à l'échelle régionale et aux échelles temporelles événementielle, annuelle et pluriannuelle. L'objet de cette communication est de mettre en valeur le savoir scientifique accumulé au cours des 20 années consacrées à l'observation du littoral, présenter les produits de diffusion de la connaissance développés par l'OCA, issus d'une démarche intégrée de développement des outils de mesure et du réseau.

Mots-clés : OCA, Trait de côte, Indicateurs géomorphologiques, Erosion, Région Nouvelle-Aquitaine.

Thème 3 – Instrumentation, mesures, imagerie et télédétection

1. Introduction

Les observatoires du trait de côte sont des structures qui acquièrent des données relatives au trait de côte, de manière plus ou moins fréquente, et sur une zone plus ou moins étendue, avec pour objectif principal d'analyser les évolutions temporelles de ce dernier (BULTEAU *et al.*, 2011). De nombreux observatoires analysent les évolutions des côtes françaises. Parmi eux, l'Observatoire de la Côte Aquitaine (OCA), qui couvrent les côtes de l'ex-région Aquitaine, de l'embouchure de la Gironde à celle de la Bidassoa et en intégrant le bassin d'Arcachon, est un observatoire de type 4 selon la typologie proposée par BULTEAU *et al.* (2011). Cela signifie qu'il assure la collecte des données sur une zone géographiquement étendue, de manière régulière et pérenne, qu'il analyse les données, les interprète et les rend accessibles. Par ailleurs, l'OCA peut réaliser des expertises pour des collectivités locales ou des organismes divers.

La dénomination "observatoire du trait de côte" est quelque peu réductrice car elle ne traduit pas les efforts de collecte de l'ensemble des données, l'effort de synthèse et d'analyse nécessaires pour comprendre les processus géomorphologiques et hydro-sédimentaires à l'origine des évolutions du trait de côte. Ainsi, l'analyse des évolutions de l'indicateur "trait de côte" sur un littoral sableux dunaire par exemple nécessite une vision intégrée du système littoral, depuis la profondeur de fermeture en domaine marin, jusqu'à la dune littorale mobile. Elle est issue de la compilation et de l'analyse en parallèle de données topographiques, bathymétriques et hydrodynamiques.

L'objet de cette contribution est de mettre en avant l'analyse et l'exploitation des données géomorphologiques de différentes natures (outils, précisions, couvertures spatiales, couvertures temporelles, ...) dans le cadre de l'OCA. Seront tout d'abord mis en avant, l'évolution et l'enrichissement de la structuration de l'OCA pour répondre de manière intégrée aux problématiques couvertes par la gestion des risques littoraux et du changement climatique. Puis, un focus sera fait sur quelques outils et données géomorphologiques acquises par l'OCA, illustrés par des exemples d'études récentes répondant aux missions d'appui aux politiques publiques de l'OCA ou dans le cadre de programmes de recherche.

2. Structure et évolution de l'OCA

2.1 Structuration historique

L'Observatoire de la Côte Aquitaine est un projet partenarial regroupant à l'heure actuelle l'État, la Région Nouvelle-Aquitaine, l'Europe (PO FEDER), les Départements de la Gironde, des Landes et des Pyrénées-Atlantiques, le Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon (SIBA), le BRGM et l'ONF, ces deux derniers organismes en étant les porteurs techniques. Sa structuration et ses financements ont évolué depuis sa création en 1996 à l'initiative de l'État et de la Région (cf. figure 1), avec un fonctionnement de plus en plus intégré.

*XV^{èmes} Journées Nationales Génie Côtier – Génie Civil
La Rochelle, 29 au 31 mai 2018*

Le contexte de pression anthropique croissante (démographie, tourisme...), sur un littoral sensible, a fait émerger au milieu des années 90 le besoin d'un suivi régulier et pérenne, indispensable pour observer et caractériser les évolutions du littoral à diverses échelles de temps et d'espace. Le littoral aquitain s'étend sur 350 km, dont 230 km de côte sableuse, 80 km sur le bassin d'Arcachon et 40 km de côte rocheuse. En outre, l'occupation du territoire est inégale et très diversifiée, allant des zones naturelles à des espaces complètement anthropisés. Cet environnement riche et varié nécessite une vision holistique et pluridisciplinaire de l'évolution de la bande côtière permettant d'appréhender les impacts et les besoins d'adaptation du milieu littoral, notamment dans le cadre du changement climatique. L'OCA mobilise ainsi des compétences en géosciences (géologie, géomorphologie, géotechnique, hydrogéologie...), biologie (suivi de la faune et de la flore), climatologie, socio-économie... parfois à travers des partenariats avec d'autres structures spécialisées.

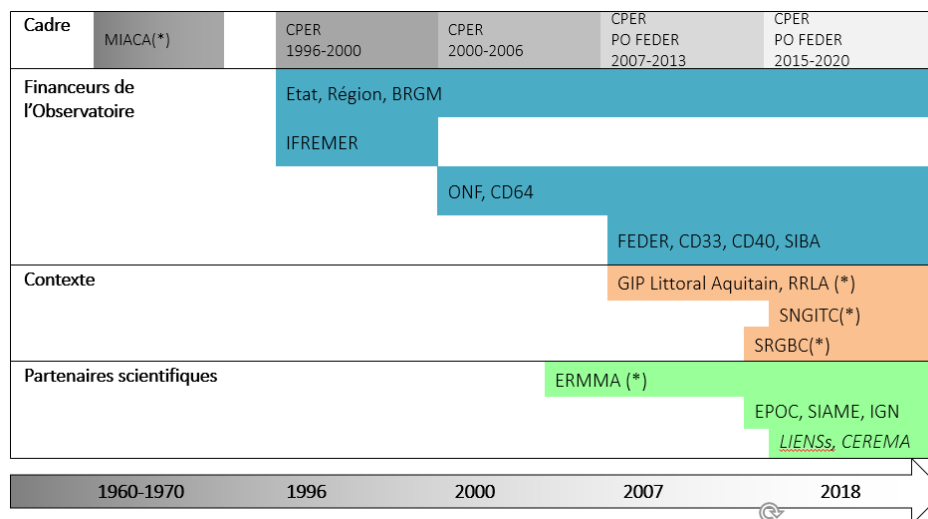


Figure 1. Evolution organisationnelle de l'OCA, MIACA : Mission interministérielle d'aménagement de la côte aquitaine, SNGITC Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte, SRGBC : Stratégie régionale de gestion de la bande côtière, RRLA : Réseau de recherche littorale aquitain ERMMA : Env. et ress. des milieux marins aquitains, EPOC : univ. de Bordeaux (CNRS) : SIAME : univ. de Pau & Pays de l'Adour, LIENSs : univ. de la Rochelle (CNRS)

2.2 Missions de l'observatoire

Aujourd'hui, le programme d'actions de l'observatoire est décliné en plusieurs modules dont les vocations sont :

- a) le suivi et la caractérisation des aléas érosion et submersion marine avec des outils et des protocoles adaptés aux différents contextes littoraux qui constituent la côte aquitaine (côte sableuse, côte rocheuse, milieu lagunaire),

Thème 3 – Instrumentation, mesures, imagerie et télédétection

- b) l'expertise et l'assistance aux collectivités et services de l'État, afin d'apporter une aide opérationnelle et réactive en appui aux politiques publiques,
- c) la structuration, l'administration et la diffusion des données (rôle de centre de ressources), la coordination technique et scientifique avec d'autres acteurs et organismes, le porté à connaissance,
- d) l'animation, la valorisation et la sensibilisation du public via différents supports de communication (site web, presse, guide, médiathèque, réseaux sociaux, ...).

2.3 Place de l'OCA dans le paysage régional

L'OCA travaille en étroite collaboration avec le GIP Littoral Aquitain (complémentarité "gouvernance / expertise") et assiste les communes ou communautés de communes dans le cadre de l'élaboration et la mise en œuvre des stratégies locales de gestion de la bande côtière.

L'OCA travaille également avec le Réseau de recherche littorale aquitain et d'autres acteurs scientifiques et techniques publics (laboratoires EPOC, SIAME, LIENSs, Centre de la Mer de Biarritz, Conservatoire du littoral, IFREMER, CEREMA, GIS Littoral Basque...) et privés. Depuis 2015, l'OCA renforce son partenariat avec les acteurs scientifiques, en particulier EPOC, SIAME et le Centre de la Mer de Biarritz, notamment à travers le développement du réseau tempêtes de l'OCA. Ce réseau, dont la finalité est l'anticipation des impacts géomorphologiques sur les plages au regard des prévisions météo-marines et de "l'état" géomorphologique pré-tempête des systèmes littoraux, fédère ces acteurs autour de la diffusion automatique de messages électroniques de vigilance et de la remontée d'observations terrain post-événement par l'intermédiaire d'un forum, de la formalisation d'une base de données "Tempêtes" et d'une application smartphone associée.

Avec le nouveau périmètre régional, l'OCA entend étendre son domaine d'étude en renforçant ou créant de nouveaux partenariats avec les acteurs locaux de Charente-Maritime (LIENSs, services de l'État, CD 17) et jouer son rôle de trait d'union entre la recherche fondamentale et la gestion durable du littoral.

3. Outils et données géomorphologiques

Les principales missions de l'OCA sont l'observation et l'acquisition de données opérées de façon régulière et pérenne sur la dynamique littorale à l'échelle régionale. Le type de données et la fréquence d'acquisition varient de l'objet du suivi et de ses dynamiques d'évolutions (e.g. dune, estran, petits-fonds, forêt, falaise etc.). Les paragraphes suivants décrivent succinctement quelques-uns des outils utilisés par l'OCA et les données géomorphologiques associées.

3.1 Levés DGPS

Depuis 2006, l'OCA procède une fois par an, au printemps, après les houles hivernales et principaux épisodes érosifs, à une campagne d'acquisition de données topographiques (profils et trait de côte) au niveau de 123 transects répartis tout le long de la côte aquitaine (cf. figure 2). Sur la côte sableuse, ces transects sont matérialisés par un réseau de bornes géodésiques administrées par l'ONF afin de servir de points de repère et d'origine pour le suivi des profils plage-dune. Des levés ponctuels supplémentaires peuvent également être effectués lors d'évènements remarquables ou missions d'expertise (e.g. glissement de terrain, entaille dunaire suite à une tempête, suivi d'ouvrage, ...).

Associés aux relevés topographiques, des attributs géomorphologiques (limite dune-forêt, dune grise, dune blanche, contact plage-dune, slikke, schorre, pied de falaise, cône d'éboulis, etc.) destinés à suivre l'évolution des milieux sont systématiquement recensés. L'acquisition annuelle de données topographiques sur les plages du littoral aquitain permet de suivre leur évolution géomorphologique interannuelle. En particulier, il est possible de mettre en évidence des pertes ou gains de sable sur ces secteurs au cours d'une année. Ces données constituent un socle de connaissance pour les expertises que l'OCA peut être amené à réaliser pour le compte des collectivités. Elles peuvent également servir à garantir le géoréférencement des images aériennes ou satellites, orthophotos ou des produits de télédétection (LiDAR, photogrammétrie...) à partir de points remarquables (e.g. réseau physique des bornes ONF) ou de faciès particuliers.

Ces données pourront prochainement être consultées et téléchargées directement depuis le site web de l'OCA (<http://www.observatoire-cote-aquitaine.fr/>) via une interface interactive dédiée qui permettra en outre à l'utilisateur d'effectuer des post-traitements simples sur les données (calculs de volume, de pente...) (cf. figure 2).

3.2 Images satellites, aériennes, orthophotographies

Les orthophotographies constituent aujourd'hui l'outil privilégié pour réaliser une identification du trait de côte à une échelle régionale. Une orthophoto est une image aérienne ou satellite prise au nadir du site d'étude qui a fait l'objet d'un traitement d'orthorectification et de géoréférencement. Il s'agit de transformer l'image brute en une image parfaitement plane et géolocalisée dans l'espace. On peut dès lors identifier le trait de côte par digitalisation sous SIG. Depuis 2014, l'OCA exploite des orthophotographies prises en même temps que les levés LiDAR réalisés par l'IGN dans le cadre d'un partenariat (voir infra). Pour les données les plus anciennes, l'OCA procède lui-même au processus d'orthorectification et de géoréférencement. À l'heure actuelle, le trait de côte de l'ensemble de la côte aquitaine a été digitalisé pour les années 1966, 1985, 1998, 2000, 2007, 2008, 2009, 2011, 2014, 2016, 2017.

Thème 3 – Instrumentation, mesures, imagerie et télédétection

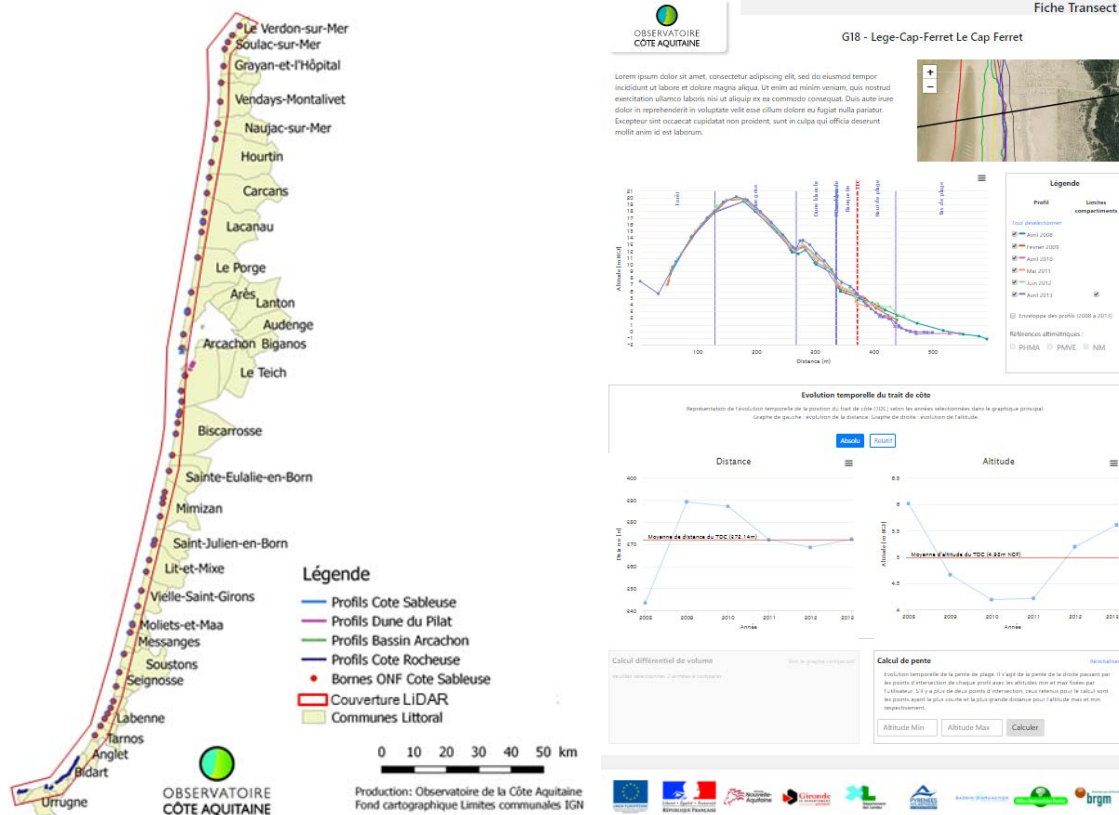


Figure 2. Gauche : profils levés annuellement au DGPS dans le cadre de l'OCA et couverture approximative des levés LiDAR. Droite : aperçu des futures fiches transects à paraître sur le site web de l'OCA (pour la légende et le descriptif des fiches le lecteur pourra consulter le site : www.observatoire-cote-aquitaine.fr)

Ces informations historiques couplées aux traitements des orthophotos récentes ont notamment servi de support dans le cadre de l'actualisation de l'aléa recul du trait de côte à l'échelle régionale aux horizons 2025 et 2050 (cf. figure 3, BERNON *et al.*, 2016).

L'OCA acquiert également des photographies aériennes obliques à raison d'une campagne par an depuis 2008. Les clichés sont produits à haute résolution (300 dpi minimum pour la campagne 2017) et livrés au format JPG. Les années récentes ont fait l'objet d'un géoréférencement et sont visualisables directement sous SIG (format SHP). Les campagnes de photographies aériennes obliques 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.

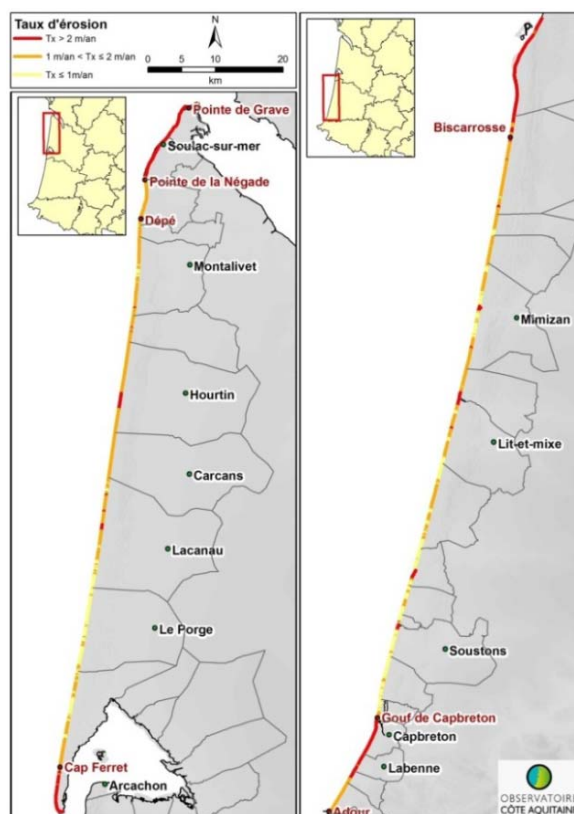


Figure 3. A gauche, taux moyens annuels d'érosion de la côte sableuse aquitaine. A droite, extrait de l'atlas cartographique de l'aléa recul du trait de côte aux horizons 2025 et 2050.

3.3 Levés LiDAR

Dans le cadre d'un partenariat avec l'IGN, l'OCA dispose de données LiDAR couvrant l'intégralité de la côte aquitaine pour les années 2011, 2014, 2016 et 2017. Les levés sont effectués à l'automne en période de forts coefficients de marée. Le caractère continu (couverture de l'ensemble de la côte) et pluriannuel des levés LiDAR en fait une donnée hautement valorisable autant dans le cadre d'expertises locales que d'analyses à plus grande échelle. La précision de ces données sur la côte aquitaine a été étudiée (ULVOAS & AYACHE, 2017) et leur exploitation a permis la mise en place de méthodes semi-automatiques pour déterminer la position du trait de côte (cf. figure 4). Les outils développés apportent une aide à la cartographie du trait de côte sans toutefois se substituer intégralement à l'expertise et aux mesures *in situ* qui restent nécessaires. D'autres indicateurs d'évolution géomorphologique ont été étudiés grâce à ces données LiDAR comme par exemple les différentiels de volume entre deux années, l'apparition d'entailles d'érosion dunaire ou a contrario la formation de banquettes dunaire (figure 5, cf. AYACHE *et al.*, 2017).

Thème 3 – Instrumentation, mesures, imagerie et télédétection

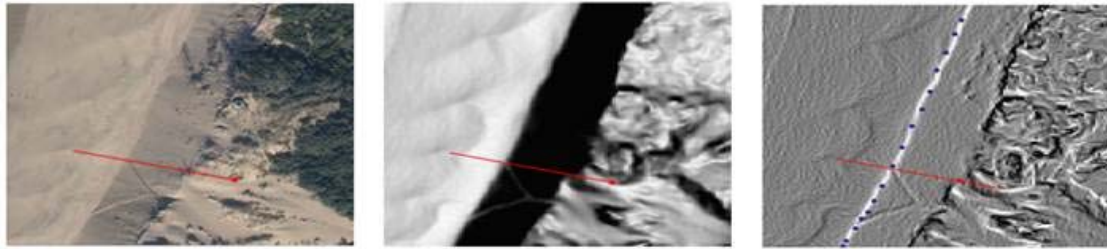


Figure 4. Exemple de détection automatique du trait côte, MNT drapé avec l'orthophoto (à gauche), carte de pente (au centre), carte de courbure longitudinale (à droite).

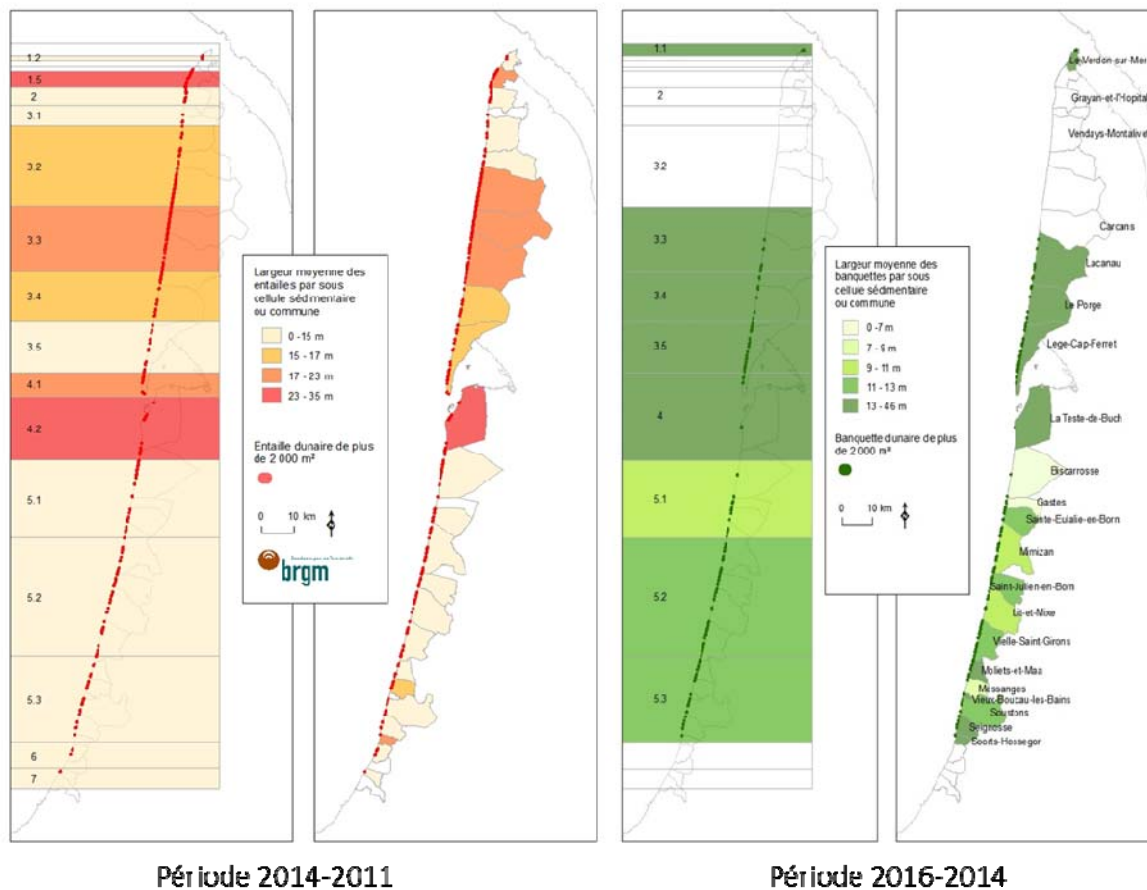


Figure 5. Carte de détection à l'échelle régionale des entailles d'érosion dunaire entre 2011 et 2014 (à gauche) et de la formation de banquettes entre 2014 et 2016 (à droite).

3.4 Autres données et diffusion

De nombreuses autres données sont récoltées par l'OCA parmi lesquelles : suivis qualitatifs biannuels des plages, suivis faune et flore, scans laser terrestre de cavités, suivis piézométrique et inclinométrique, acquisition topographique par photogrammétrie, etc.

Toutes les données acquises par l'OCA sont publiques et diffusées gratuitement par l'intermédiaire d'une MADD (convention de Mise à Disposition de Données). De plus ces données sont archivées dans le SIG de l'OCA et renseignées au sein d'un catalogue de métadonnées (répondant aux normes Inspire) mis en ligne sur le site de l'OCA et mutualisé avec PIGMA (Plateforme d'Echange de Données en Nouvelle-Aquitaine) et l'ORRNA (Observatoire Régional des Risques Nouvelle-Aquitaine).

4. Conclusions

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 décideur 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 événement particulier, tempête, pollution, instabilité de terrain (e.g. survenue début janvier 2018 sur le littoral de Bidart (Pyrénées-Atlantiques) d'un glissement de terrain mobilisant environ 7000 m³ de terrain et portant de sérieux dégâts aux aménagements littoraux (enrochements de haut de plage, hélicoptère)). Elles apportent également une vision régionale de l'exposition du littoral aux risques côtiers (e.g. caractérisation de l'aléa recul du trait de côte aux horizons 2025 et 2050 qui a servi de base à l'actualisation de la stratégie régionale de gestion de la bande côtière du GIP Littoral Aquitain (BERNON *et al.*, 2016), caractérisation de l'exposition du littoral à la submersion marine (BULTEAU *et al.*, 2016), permettent d'explorer des pistes de recherche (e.g. exploitation des bases de données de l'OCA par réseau bayésien (LE COZANNET *et al.*, 2016), caractérisation des incertitudes sur le recul du trait de côte lié au changement climatique (LE COZANNET *et al.*, 2017), et de manière générale d'améliorer la connaissance des processus hydro-sédimentaires et météo-marins à l'origine de la dynamique du littoral aquitain.

5. Références bibliographiques

- AYACHE B., ULVOAS B., BERNON N., GAYER C. (2017). *Evolution géomorphologique de la côte sableuse en Gironde et Landes entre 2011 et 2016 à partir de l'exploitation du LiDAR*. Rapport final. BRGM/RP-67187-FR, 342 p., 29.
- BERNON N., MALLET C., BELON R., HOAREAU A., BULTEAU T., GARNIER C. 2016 *Observatoire Côte Aquitaine - Caractérisation de l'aléa recul du trait de côte sur le littoral de la côte aquitaine aux horizons 2025 et 2050*. BRGM/RP-66277-FR, 99 p.

Thème 3 – Instrumentation, mesures, imagerie et télédétection

BULTEAU T., GARCIN M., OLIVEROS C., LENOTRE N. (2011). *Synthèse des travaux menés sur l'observation de l'évolution du trait de côte*. Rapport BRGM/RP-59396-FR, 156 p.

BULTEAU T., NICOLAE LERMA A., MUGICA J. (2016). *Caractérisation de l'exposition du littoral aquitain à l'aléa de submersion marine*, Rapport final. BRGM/RP-63802-FR, 82 p.

LE COZANNET G., BULTEAU T., GARCIN M., GARNIER C., MÜLLER H., HOAREAU A., MALLET C. (2016). *Detecting errors in coastal databases using Bayesian Networks*. Journal of Coastal Research, Vol. 75(sp1), pp 1162-1166. <https://doi.org/10.2112/SI75-233.1>

LE COZANNET G., MANCEAU J.C., ROHMER J. (2017). *Bounding probabilistic sea-level projections within the framework of the possibility theory*. Environmental Research Letters, Vol. 12(1), 014012. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa5528>

ULVOAS B., AYACHE B. (2017). *Contrôle qualité du levé LiDAR 2016 du littoral aquitain et intercomparaison avec les levés 2011 et 2014*. Rapport final. BRGM/RP-67188-FR, 100 p., 52 Ill., 23 tab, 5 Ann.