CoastSnap Nouvelle-Aquitaine : déploiement d'une plateforme participative pour mesurer la dynamique des plages en Nouvelle-Aquitaine

Arthur Robinet, Antoine Deburghgraeve, Thomas Bulteau, Sophie Lecacheux, Clément Bouvier

▶ **To cite this version:**

Arthur Robinet, Antoine Deburghgraeve, Thomas Bulteau, Sophie Lecacheux, Clément Bouvier. CoastSnap Nouvelle-Aquitaine : déploiement d'une plateforme participative pour mesurer la dynamique des plages en Nouvelle-Aquitaine. XVIIèmes JOURNÉES NATIONALES GÉNIE CÔTIER - GÉNIE CIVIL, https://site.paralia.fr/jngcgc-2022.html, Oct 2022, Chatou, France. hal-03790801

HAL Id: hal-03790801
https://brgm.hal.science/hal-03790801

Submitted on 28 Sep 2022

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

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

CoastSnap Nouvelle-Aquitaine : déploiement d'une plateforme participative pour mesurer la dynamique des plages en Nouvelle-Aquitaine

Arthur ROBINET [1,2], Antoine DEBURGHGRAEVE [1,2], Thomas BULTEAU [1,2], Sophie LECACHEUX [1,2], Clément BOUVIER [3]

1. Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Direction Régionale Nouvelle-Aquitaine, 33600 Pessac, France.
   a.robinet@brgm.fr ; a.deburghgraeve@brgm.fr ; t.bulteau@brgm.fr ; s.lecacheux@brgm.fr
2. Observatoire de la Côte de Nouvelle-Aquitaine, 33600 Pessac, France.
3. Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Direction Régionale Martinique, 97222 Fort-de-France, Martinique.
   c.bouvier@brgm.fr

Résumé :
Les plages exposées à l'action des vagues et des courants tidaux ou estuariens évoluent sur une large gamme d'échelles spatio-temporelles pouvant menacer les activités et infrastructures humaines. La mise en place de programmes de mesures régulières en zone littorale est cruciale pour suivre et comprendre cette variabilité, et informer correctement les gestionnaires du littoral. L'inclusion des usagers du littoral dans les programmes d'observation représente pour les scientifiques une nouvelle source de données dont l'acquisition se fait à une fréquence élevée (quotidienne) et à moindre cout. C'est dans cette perspective que l'Observatoire de la Côte de Nouvelle-Aquitaine (OCNA) a récemment décliné à l'échelle régionale le réseau international CoastSnap qui s'appuie sur la collecte de photos citoyennes du littoral acquises dans des conditions contrôlées. Les chaines de traitements CoastSnap originelles sont conçues pour être appliquées à des environnements microtidaux où la ligne d'eau extraite des photos citoyennes peut être utilisée comme descripteur du trait de côte. En contexte méso à macrotidal (e.g. littoral de Nouvelle-Aquitaine) d'autres algorithmes doivent être mis en œuvre pour exploiter scientifiquement ces photos. Cette communication présente les caractéristiques des premières stations CoastSnap installées en Nouvelle-Aquitaine, les traitements des photos à mettre en œuvre ainsi qu'un exemple d'exploitation possible.

Mots-clés :
Géomorphologie du littoral, Plage, Nouvelle-Aquitaine, Télédétection, Smartphone, Traitement de l'image, CoastSnap, Sciences participatives

1. Introduction

Les plages exposées à l'action des vagues et des courants tidaux ou estuariens évoluent sur une large gamme d'échelles spatio-temporelles. Cette variabilité naturelle menace fréquemment les activités et infrastructures humaines qui se sont développées dans de tels environnements, et ce malgré les interventions pour en réduire les effets (e.g. dragages, rechargements, endiguements). Il est alors crucial pour les scientifiques de mieux comprendre l'origine de cette variabilité, d'en assurer le suivi et de pouvoir la prédire pour informer et guider correctement les gestionnaires du littoral. Au cours de ces dernières décennies, la mise en place de programmes de mesures régulières (e.g. NICOLAE LERMA *et al*., 2022) et la réalisation ponctuelle de campagnes d'observations ont permis de quantifier certaines dynamiques littorales et d'améliorer les connaissances sur les mécanismes impliqués. Cependant, certains processus physiques restent encore mal connus et la contribution respective des différents processus physiques en jeu est relativement spécifique à chaque site.

C'est dans ce contexte que l'Observatoire de la Côte de Nouvelle-Aquitaine (OCNA) nait dans les années 2000 et pilote aujourd'hui un programme de mesures variées en région Nouvelle-Aquitaine pour étudier les dynamiques littorales sur des échelles de temps saisonnière à décennale (NICOLAE LERMA *et al*., 2022). Sur la base des connaissances scientifiques actuelles et celles dérivées de ce suivi régional, l'OCNA fournit un appui scientifique et technique aux collectivités littorales de Nouvelle-Aquitaine pour la gestion de la bande côtière dont ils ont la charge. Toutefois, le besoin de suivre et analyser des dynamiques de plage se produisant sur des échelles temporelles inférieures à l'échelle saisonnière conduit l'OCNA à explorer des approches complémentaires à coûts réduits (e.g. CASTELLE *et al*., 2021).

L'OCNA a alors déployé fin 2021 le système CoastSnap (HARLEY *et al*., 2019) sur 3 sites expérimentaux en Nouvelle-Aquitaine dans le cadre du projet FEDER Littoview. Le système CoastSnap repose sur l'implication des usagers du littoral pour prendre des photos standardisées depuis un poste d'observation et pour les envoyer à des scientifiques pour bancarisation et analyse. Outre l'intérêt pour les scientifiques de recevoir régulièrement des photos acquises dans des conditions contrôlées, ce type de démarche de sciences participatives (e.g. CARIOU *et al*., 2021) permet de rapprocher les citoyens des sciences du littoral, de les sensibiliser aux risques côtiers et d'accroitre l'acceptabilité des changements du paysage littoral. Le système CoastSnap a été développé en Australie et les chaines de traitements mises à disposition ont originellement été conçues pour être appliquées à des environnements microtidaux où la ligne d'eau extraite des photos citoyennes peut être utilisée comme descripteur du trait de côte. En Nouvelle-Aquitaine où le régime de marée est méso-macrotidal la position de la ligne d'eau perpendiculairement au rivage peut facilement varier de plusieurs dizaines à quelques centaines de mètres au cours d'une même journée, l'amplitude de ces variations étant inversement proportionnelle à la pente de plage. La ligne d'eau ne

peut donc pas être naïvement utilisée comme un descripteur du trait de côte. L'exploitation scientifique de ces photos requiert donc le développement d'algorithmes complémentaires pour en extraire des informations pertinentes sur la dynamique des plages observées. Par exemple, l'analyse de lignes d'eau extraites à des niveaux de marée différents sur une courte période de temps (semaine, mois), peut permettre de suivre la position d'iso-contours topographiques en zone intertidale qui sont d'intérêt pour les collectivités en lien avec leurs pratiques de gestion sédimentaire.
Cette communication présente (i) les trois premières stations CoastSnap installées en Nouvelle-Aquitaine, (ii) les dispositifs d'envoi et de stockage des photos citoyennes, (iii) les traitements appliqués à ces photos et (iv) un exemple d'exploitation scientifique.

2. Sites expérimentaux

Les trois sites retenus pour l'installation des postes d'observation CoastSnap (figure 1), présentés ci-dessous, ont été sélectionnés sur la base de plusieurs critères dont les principaux sont les suivants : (i) fréquentation élevée du site ; (ii) hauteur suffisante entre le point de prise de vue et la plage ; (iii) dynamiques de plage pouvant être observées à partir de photos ; (iv) qualité esthétique des photos ; (v) territoire concerné par l'aléa érosion ; (vi) un site par département de l'ex-région aquitaine.
Le poste d'observation CoastSnap de Lacanau (Gironde) a été installé le 9 décembre 2021 sur le belvédère de la plage centrale qui surplombe une digue en enrochement (figure 1b,c). Le support pour smartphone se trouve à une altitude de 12.45 m NGF. La zone d'étude est constituée d'une plage bordée par une digue en enrochement sur laquelle se trouve une étroite plage perchée artificielle. Un épi rocheux est disposé sur la plage à une distance d'environ 130 m du poste d'observation. Les variations verticales de l'altitude de la plage sur la zone d'étude sont généralement de l'ordre de quelques mètres à l'échelle saisonnière (NICOLAE LERMA *et al*., 2022).
Le poste d'observation CoastSnap du Santocha (Capbreton, Landes) a été installé le 26 octobre 2021 au nord de la plage du Santocha (figure 1d,e). La poste a été fixé sur une estrade en bois disposée sur le côté gauche de la descente de plage principale. Cette estrade permet de surélever légèrement le point de prise de vue et de réduire l'obstruction du bas des photos par la présence des barrières de plage situées au premier plan. Le support pour smartphone se trouve à une altitude de 10.06 m NGF. La plage du Santocha est située en aval dérive d'un ouvrage de défense et subie une érosion chronique depuis plusieurs décennies. Annuellement au printemps des rechargements en sable sont effectués pour apporter du sédiment sur le haut de plage. Ce sédiment est remanié pour bâtir et/ou entretenir un bourrelet sableux protégeant le cordon dunaire sur environ 200 m, appelé merlon dunaire.
Le poste d'observation CoastSnap de Lafitenia (Saint-Jean-de-Luz, Pays basque) a été installé le 26 octobre 2021 au sud-ouest de la plage de Lafitenia (figure 1f,g). La poste a été fixé sur une estrade en bois disposée en sommet de falaise au niveau d'un point de

vue remarquable situé sur le sentier littoral. Cette estrade permet de surélever légèrement le point de prise de vue et de réduire l'obstruction du bas des photos par la présence de la végétation située au premier plan. Le support pour smartphone se trouve à une altitude de 37.8 m NGF. La plage de Lafitenia est une plage en baie d'une longueur d'environ 300-400 m située au sein d'une anse délimitée par deux caps rocheux distants l'un de l'autre d'environ 800 m. Le sable repose sur un socle rocheux qui affleure à chaque extrémité de la plage. La plage est bordée par des falaises constituées d'altérites relativement meubles et instables.

3. Collecte et stockage des photos citoyennes

Trois canaux distincts pour l'envoi des photos ont été mis en place pour permettre aux usagers de choisir le mode d'envoi qui leur convient le mieux. Pour chacun de ces canaux, un QR-Code accompagné d'instructions ont été disposés sur le poste d'observation (e.g. figure 1d). Le premier canal proposé est l'utilisation de l'application CoastSnap développée par la société SPOTERON et compatible avec les systèmes Android et IOS. Le développement de cette application est supervisé par l'Université de New South Wales (Australie) qui en assure actuellement le financement. Les photos envoyées sont compressées et stockées dans une base de données gérée par SPOTERON. Cette base de données est consultable par tous via l'outil cartographique du site internet officiel de CoastSnap www.coastsnap.com/map. Les photos peuvent aussi être rapatriées via une API python. Le second canal proposé est un formulaire d'envoi sur une page internet du site coastsnap-nouvelle-aquitaine.fr. Le troisième canal est l'envoi d'un email pré-rempli auquel l'usager doit joindre sa photo. L'utilisation de ces deux derniers canaux a nécessité la mise en place d'une base de données régionale pour archiver les photos envoyées. Cette base de données et les chaînes de traitement qui l'accompagnent ont été développées par le CATIE. Pour chacune des stations CoastSnap de Nouvelle-Aquitaine, le nombre de photos reçues et le pourcentage de photos considérées comme inexploitables sont données dans le tableau 1.

Tableau 1. Nombre de photos citoyennes reçues et pourcentage de photos considérées comme inexploitables entre la mise en service des stations et le 31 mai 2022.

Station	***Période de collecte (jours)***	***Photos collectées (nombre)***	***Photos inexploitables (%)***
Lacanau	*173*	*461*	*11*
Santocha	*217*	*244*	*7*
Lafitenia	*217*	*537*	*5*

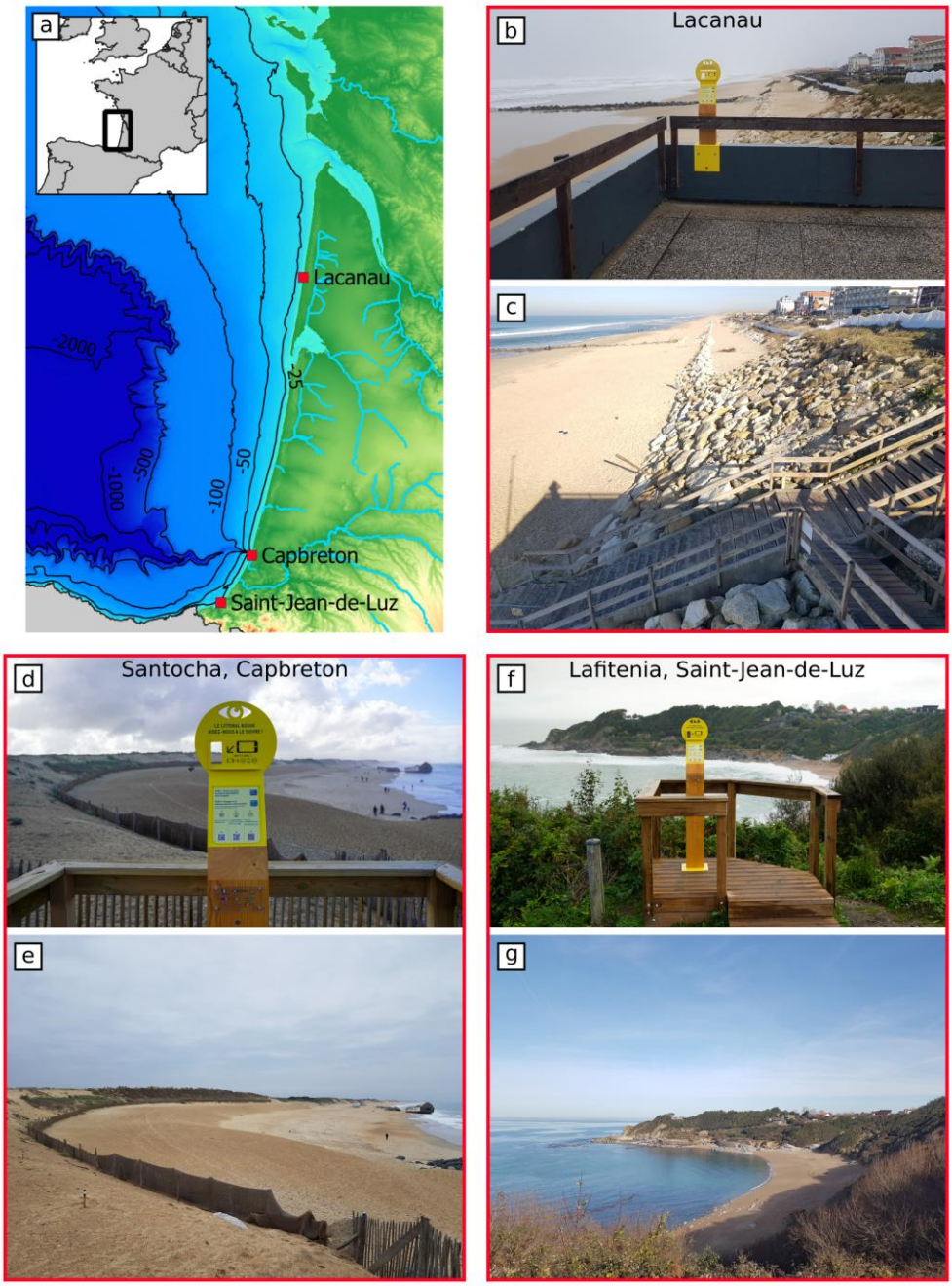

Figure 1. (a) Localisation des postes d'observation CoastSnap installés en Nouvelle-Aquitaine en 2021 par l'OCNA. (b,c), (d,e) et (f,g) Poste d'observation et photo types à Lacanau, Santocha (Capbreton) et Lafitenia (Saint-Jean-de-Luz), respectivement.

4. Alignement et rectification des photos citoyennes

La mise en place de supports fixes pour smartphone (figure 1b,d,f) contraint les angles de visées des smartphones et garanti la présence des objets géomorphologiques d'intérêt pour les scientifiques dans les photos. L'analyse de ces photos permet d'observer qualitativement les grands changements qui se produisent au sein de la zone d'étude.

Cependant, des algorithmes de traitement de l'image doivent être appliqués pour être en mesure d'analyser finement les dynamiques littorales et quantifier les évolutions observées. Ces traitements permettent de s'affranchir des différences entre les photos qui sont parfois fortes et qui résultent de la diversité des propriétés des appareil photos des smartphones (e.g. distance focale, déformations géométriques) et des réglages utilisateurs (e.g. format, résolution, zoom).

Un traitement usuellement appliqué aux photos prises dans le cadre de suivi des dynamiques littorales est l'orthorectification (e.g. BOUVIER *et al.*, 2017). Ce traitement permet de replacer les pixels d'une photo oblique dans le plan horizontal pour générer une image en vue de dessus dont les pixels ont des coordonnées (x,y,z) qui peuvent être déterminées avec une grande précision (figure 2a,b). Transformer les photos citoyennes en images rectifiées rend possible l'application automatique d'algorithmes d'extraction de divers descripteurs capables de caractériser les dynamiques littorales de manière quantitative. Cette étape de rectification peut être réalisée manuellement pour chaque photo s'appuyant sur les équations et algorithmes détaillés dans HARLEY *et al*. (2019). Cette approche nécessite toutefois la mesure des coordonnées spatiales de quelques points de calibration au sein de la zone d'étude. Sur chacun des sites expérimentaux des levés topographiques au DGPS et des extractions lidar ont alors été réalisés pour obtenir ces points de calibration.

Une étape préliminaire d'alignement automatique des photos d'une même station par rapport à une photo choisie comme référence a été mise en place pour s'affranchir d'une rectification manuelle des photos une par une (e.g. figure 2a). Ces alignements ont été réalisés avec le logiciel Photoshop comme décrit dans HARLEY *et al*. (2019). En procédant ainsi, seule la photo de référence est rectifiée manuellement tandis que les autres photos préalablement alignées sont rectifiées automatiquement en se basant sur les paramètres de rectification calculés pour l'image de référence (e.g. figure 2b).

5. Exploitation possible : Suivi de la crête du merlon de la plage du Santocha

La partie haute du merlon dunaire est terrassée ce qui laisse apparaitre une ligne de rupture topographique nette entre le haut du merlon relativement plat et le front du merlon en pente raide jusqu'à la plage (figure 2a). Les photos citoyennes ont été exploitées pour suivre l'évolution de la position de cette ligne de démarcation (crête du merlon) entre octobre 2021 et mai 2022. La crête du merlon a été digitalisée sur 20 images rectifiées, au sein d'une zone proche du poste d'observation où l'erreur d'interprétation visuelle est faible (figure 2b). Les intersections entre ces linéaires et 3 transects transverses à la plage ont ensuite été déterminées, permettant alors de suivre l'évolution de la position transverse de la crête du merlon dans cette zone proche du poste d'observation (figure 2c).

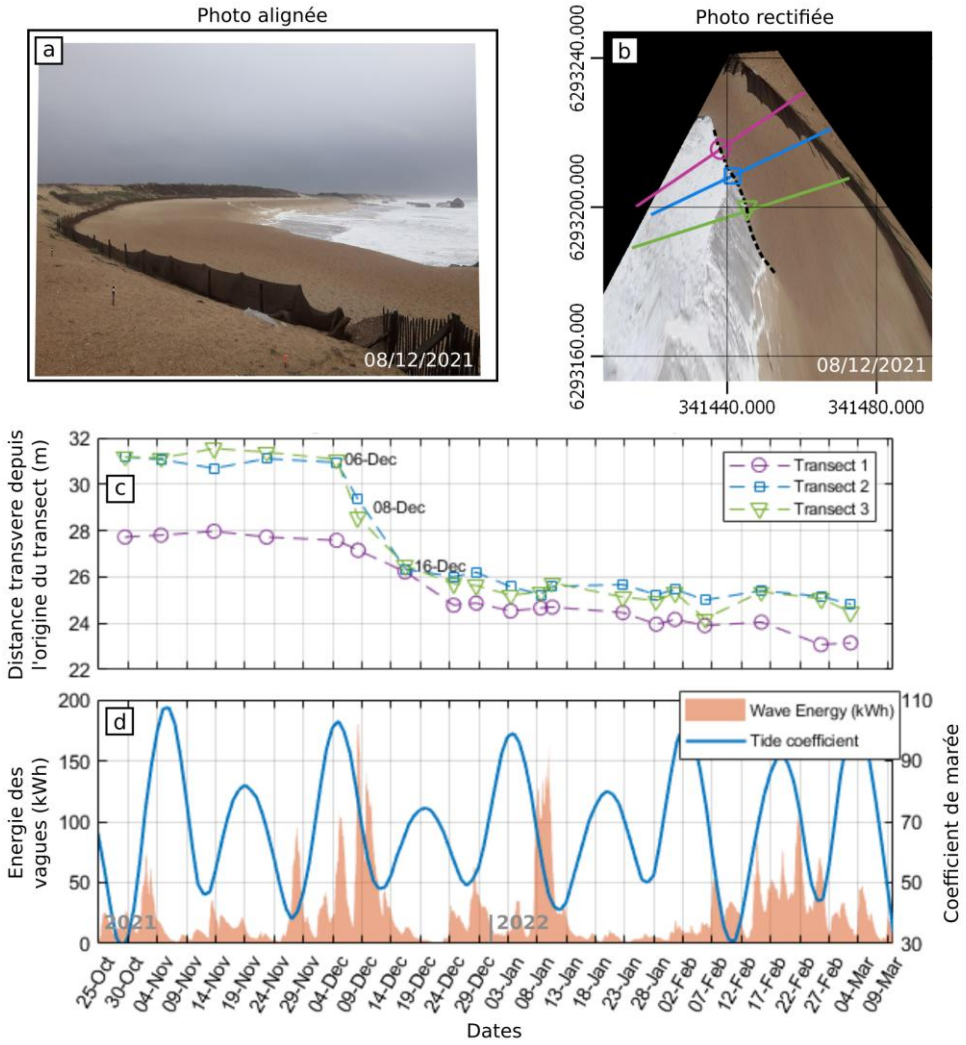

Figure 2. (a) Photo citoyenne prise à la station du Santocha le 08/12/2021 et alignée par rapport à la photo de référence de ce site (non montrée). (b) Image rectifiée et centrée sur la partie du merlon proche du poste d'observation, et crête du merlon digitalisée (courbe noire discontinue). (c) Evolution temporelle de la position transverse de la crête du merlon le long des trois transects représentés dans le panel (b). (d) Energie des vagues simulées (rouge) et marée astronomique (bleu) au large de Capbreton (source MARC IFREMER).

La figure 2c montre une dynamique du merlon assez similaire quel que soit le transect considéré. La position de la crête du merlon est stable au cours des premières semaines. Puis, un net recul s'enclenche après le 6 décembre 2021 et se poursuit jusqu'au 24 décembre 2021 où une période de relative stabilité se met en place. Le recul observé du 6 au 24 décembre 2021 est de l'ordre de 3 m le long du transect 1 tandis qu'il est de l'ordre de 5 m le long des transects 2 et 3. L'analyse des conditions hydrodynamiques locales (figure 2d) révèle une simultanéité entre ces reculs et des conditions

hydrodynamiques fortement érosives autour du 8 décembre (pic d'énergie des vagues combiné à des coefficients de marée de 80). Il est donc vraisemblable que ces conditions extrêmes (illustrées en figure 2a) soient la cause de cette érosion du merlon.

6. Conclusions et perspectives

Les trois stations CoastSnap installées en Nouvelle-Aquitaine permettent aujourd'hui de collecter un grand nombre de photos citoyennes et de suivre les dynamiques littorales locales. Le système CoastSnap apporte ainsi une forte complémentarité aux acquisitions plus conventionnelles réalisées annuellement par l'OCNA à l'échelle régionale. Grâce aux photos citoyennes collectées via la station du Santocha, il a été possible de suivre avec précision le recul du merlon dunaire au cours de la saison hivernale 2021/2022 et d'en comprendre l'origine. D'autres exploitations sont en cours de réalisation telles que le suivi des variations de la hauteur de plage au pied de la digue de Lacanau et le suivi des variations de l'orientation et de la topographie intertidale de la plage de Lafitenia. Les levés topographiques et les acquisitions lidar conduit dans le cadre de l'OCNA seront utilisés pour estimer la précision des différents descripteurs de plage calculés. Le déploiement du système CoastSnap qui s'opère depuis 2019 au sein de certainse régions de France Métropolitaine (e.g. Bretagne, Haut-de-France, Pays de la Loire, Nouvelle-Aquitaine, Occitanie) et la structuration en cours du réseau CoastSnap France permet d'envisager la constitution future d'un observatoire citoyen des dynamiques côtières à l'échelle nationale sur un ensemble de sites clés du territoire.

7. Références bibliographiques

BOUVIER C., BALOUIN Y., CASTELLE B. (2017). *Video monitoring of sandbar-shoreline response to an offshore submerged structure at a microtidal beach.* Geomorphology, Vol. 295, pp 297–305. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2017.07.017

CARIOU E., BALTZER A., LEPAROUX D., LACOMBE V. (2021). *Collaborative 3D monitoring for coastal surveys: conclusive tests and first feedbacks using the SELPhCoAST workflow*. Geosciences, Vol. 11, 114. https://doi.org/10.3390/geosciences11030114

CASTELLE B., MASSELINK G., SCOTT T., STOKES C., KONSTANTINOU A., MARIEU V., BUJAN V. (2021). *Satellite-derived shoreline detection at a high-energy meso-macrotidal beach.* Geomorphology, Vol. 383, 107707. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2021.107707

HARLEY M.D., KINSELA M.A., SANCHEZ-GARCIA E., VOS K. (2019). *Shoreline change mapping using crowd-sourced smartphone images.* Coastal Engineering, Vol. 150, pp 175–189. https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2019.04.003

NICOLAE LERMA A., CASTELLE B., MARIEU V., ROBINET A., BULTEAU T., BERNON N., MALLET C. (2022). *Decadal beach-dune profile monitoring along a 230-km high-energy sandy coast: Aquitaine, southwest France.* Applied Geography, Vol. 139, 102645. https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2022.102645