



RÉGION
**Nouvelle-
Aquitaine**

DOSSIER DE DEMANDE DE SUBVENTION VOLET RECHERCHE

APPEL À PROJETS ESR 2021

Dossier scientifique

Titre du projet de recherche : ESTOC

Fonctionnement hydro-sédimentaire de la passe sud de l'ESTuaire de la Gironde et du Nord MédOC, trajectoires d'évolution à l'échelle séculaire, modélisation des évolutions pluriannuelles à pluri-décennales du trait de côte et effets des modes de gestion

NOM ET LABORATOIRE DU CHERCHEUR / ENSEIGNANT-CHERCHEUR COORDINATEUR DU PROJET *(ces éléments doivent être strictement identiques à ceux saisis en ligne sur l'application MDNA) :*

Cyril Mallet (BRGM Nouvelle-Aquitaine)

NOM DE L'ÉTABLISSEMENT BÉNÉFICIAIRE CHEF DE FILE (établissement tutelle du coordinateur du projet) *(ces éléments doivent être strictement identiques à ceux saisis en ligne sur l'application MDNA) :*

BRGM

NOM DU (DES) ÉTABLISSEMENT(S) D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE RECHERCHE PARTENAIRE(S)* (établissements bénéficiaires associés) et d'un contact scientifique responsable par établissement *(ces éléments doivent être strictement identiques à ceux saisis en ligne sur l'application MDNA):*

EPOC : Bruno Castelle

LISTE DES ACTEURS SOCIO-ÉCONOMIQUES RÉGIONAUX CONCERNES ET/OU PARTENAIRES DU PROJET *(ces éléments doivent être strictement identiques à ceux saisis en ligne sur l'application MDNA):*

Communauté De Communes Médoc Atlantique (CDC MA) : Vincent Mazeiraud

* Il ne s'agit pas des établissements co-tutelles des laboratoires concernés mais des autres partenaires académiques régionaux qui souhaitent bénéficier d'une aide régionale dans le cadre de ce projet (bénéficiaires associés).

I. PRÉSENTATION SYNTHÉTIQUE DU PROJET

I.A. RESUME DU PROJET

Les littoraux sableux adjacents aux embouchures connaissent des évolutions morphologiques complexes et de grandes ampleurs. Ces évolutions sont à mettre en relation avec les dynamiques hydro-sédimentaires qui peuvent inverser rapidement les tendances d'évolutions du trait de côte. Les connaissances précises du fonctionnement hydro-sédimentaire du littoral Nord Médoc et plus généralement les études approfondies à l'échelle de l'embouchure externe de la Gironde (les derniers travaux ont 20 ans), manquent aujourd'hui pour l'élaboration de stratégies de gestion du littoral durables. Cette connaissance est également un préalable indispensable à la mise en place d'outils numériques nouveaux et robustes de modélisation du trait de côte. Dans le cadre du projet, des développements spécifiques seront apportés à LX-Shore (modèle précurseur reconnu à l'échelle internationale), afin d'étendre son domaine d'application et prendre en compte la complexité de la côte du Nord Médoc. Cet outil permettra d'évaluer les impacts des différentes options et stratégies de gestion (rechargements modérés ou massifs, ajout ou retrait d'aménagements, combinaisons de plusieurs approches) afin d'envisager la mise en place d'actions emblématiques et ambitieuses de solutions fondées sur la nature et ainsi permettre l'adaptation d'un territoire parmi les plus durement affectés par l'érosion littorale à l'échelle européenne.

I.B. RETOMBÉES ECONOMIQUES ENVIRONNEMENTALES OU SOCIETALES DU PROJET

La rédaction du projet de recherche ESTOC a été impulsée pour répondre aux besoins exprimés par la Communauté de Communes Médoc Atlantique (CDC MA) et s'inscrit pleinement dans l'ambition 5 (défi 3) de la feuille de route Néo Terra de la Région Nouvelle-Aquitaine (« Développer et systématiser un urbanisme durable, résilient, économe en ressources et qui s'adapte aux risques naturels et aux changements climatiques »), ainsi que dans les objectifs stratégiques du SRADDET 1.3/20 « S'inspirer de la nature et de la connaissance de la biodiversité pour construire/imaginer des leviers de développement soutenable » ; 2.5/62 « Définir et appliquer les stratégies locales d'adaptation par une anticipation des risques » ; et 2.5/63 « Reconquérir et renaturer les espaces naturels littoraux et rétro-littoraux pour limiter les conséquences des risques côtiers amplifiés par les dérèglements climatiques ». Il est attendu que les résultats obtenus soient directement valorisables et exploitables dans le cadre des actions de gestion mises en œuvre au sein de la Stratégie Locale de Gestion de la Bande Côtière (SLGBC) de la pointe Nord Médoc. Le projet permettra (i) de constituer un nouvel état de l'art sur le fonctionnement hydro-sédimentaire du littoral Nord Médocain accompagné de schémas de synthèse de fonctionnement directement à destination des gestionnaires et (ii) la mise en place d'outils de modélisation avec pour finalité d'éclairer les prises de décision en matière de gestion opérationnelle de la bande côtière à moyen, voire à long terme. Ce projet est ainsi primordial pour la CDC MA afin de sécuriser son approche stratégique dans les années à venir. Les connaissances obtenues seront intégrées aux réflexions pour optimiser les futurs plans d'action de la SLGBC (plan de gestion des sédiments, protocole de suivi des évolutions de la bande côtière...) qui repose aujourd'hui uniquement sur des hypothèses d'évolution du littoral déterministes. Plus généralement, ce projet apportera des éléments de connaissances actualisés sur les aléas littoraux, de manière à préparer les trajectoires d'adaptation selon différents scénarios d'évolution du littoral, d'acceptation sociale, de capacité à agir.

I.C. MOTS-CLES

Envoyé en préfecture le 17/02/2021

Reçu en préfecture le 17/02/2021

Affiché le



ID : 033-200070720-20210204-D04022021032-DE

Fonctionnement hydro-sédimentaire, trait de côte, modélisation, solutions fondées sur la nature, stratégie de gestion, adaptation

I.D. PRIORITE REGIONALE VISEE

Afin d'identifier **la priorité visée (une seule priorité)**, et les objectifs sous-jacents, se reporter au document « Objectifs et modalités AAP ESR ».

- ☐ **Priorité n°1 : Favoriser le développement économique régional durable et l'innovation des filières**
- ☒ **Priorité n°2 : Accélérer les transitions en lien avec les grands défis sociétaux et environnementaux**
- ☐ **Priorité n°3 : Soutenir des projets de sciences participatives pour renforcer les interactions science-société**

II. PRÉSENTATION DÉTAILLÉE DU PROJET

II.A. PRÉSENTATION SCIENTIFIQUE

1. CONTEXTE

1.1. Dynamique sédimentaire et aléa érosion

Les littoraux sableux adjacents aux embouchures tidales ou aux estuaires connaissent, en comparaison avec les côtes ouvertes, les évolutions morphologiques les plus rapides. Ces évolutions qui s'expriment sur une vaste gamme d'échelles spatio-temporelles résultent de l'interaction complexe entre les effets des forçages externes (e.g. vagues, marée), que l'on peut qualifier de phénomènes « allo-cycliques », et des dynamiques d'embouchures (e.g. accolements de bancs tidaux ou estuariens), que l'on peut nommer phénomènes « auto-cycliques » et qui sont spécifiques au fonctionnement interne de chaque système d'embouchure. En outre, on peut attendre du changement climatique, notamment à travers l'augmentation du niveau moyen des mers, des perturbations plus importantes de ces évolutions.

Dans ces environnements parmi les plus attractifs et où les enjeux sont de multiples natures (économie maritime, extraction de granulats, tourisme mais également préservation de la biodiversité (habitats marins), l'urbanisation du littoral s'est accrue ces derniers siècles. On assiste à un accroissement des situations à risque avec la persistance de tendances érosives au droit de zones à enjeux forts et stratégiques pour le territoire. Du fait de la complexité et de la diversité des processus physiques en jeu et de la disponibilité souvent faible en données d'observation, la compréhension des évolutions passées et futures de ces littoraux reste en général très limitée. C'est tout particulièrement le cas pour les embouchures à grande emprise spatiale. Dans ce contexte, il est difficile pour les acteurs du territoire d'établir des stratégies de gestion de la bande côtière à long terme, pourtant nécessaires pour atténuer de manière durable le risque lié à l'érosion et aux submersions marines.

Cette problématique se retrouve en divers endroits de la côte sableuse de la région Nouvelle-Aquitaine ([BRGM et ONF 2018](#)), notamment au sein de la pointe Nord Médoc située au nord du département de la Gironde. Ce segment littoral d'une quinzaine de kilomètres est limité au nord par l'embouchure de la Gironde et au sud par la Pointe de la Négade qui marque un changement d'orientation de la côte sableuse. Du fait de cette orientation, la dérive littorale, orientée du sud vers le nord, est inversée par rapport à la tendance régionale. Ce littoral sous l'influence directe de la dynamique hydro-sédimentaire de l'embouchure de la Gironde, hérite de ses caractéristiques géologiques parmi lesquelles la présence d'un substratum rocheux tertiaire, de paléo-chenaux quaternaires, de sols et sédiments anciens, de dunes littorales protohistoriques à actuelles.

Comme l'atteste la comparaison de divers traits de côte historiques (issus de cartes et photos aériennes anciennes) et récents (issus de lidar et levés GPS) ce secteur a connu des reculs parmi les plus importants observés sur le territoire français depuis le début du XIX^{ème} siècle ([Castelle et al., 2018](#)). Toutefois, à l'échelle pluri-décennale l'histoire de ce littoral montre que les dynamiques sédimentaires sont complexes et non linéaires. On observe ainsi selon les secteurs, des phases d'accélération ou de répit de l'érosion liées à l'accolement de bancs de sable massifs à la côte ([Howa, 1987 ; Manaud et al. 2001](#)). Aujourd'hui, la commune de Soulac-sur-Mer fait face à une situation d'urgence, certains enjeux urbains étant directement menacés à court terme par des taux de recul du trait de côte de l'ordre de 5 m/an sur plusieurs secteurs ([Bernon et al., 2016](#)) et des reculs de plus de 25 m à l'échelle d'un hiver ([Nicolae Lerma et al., 2019](#)). Cette situation, a d'ailleurs déjà conduit à l'évacuation de l'immeuble « Le Signal ». Ce bâtiment construit à la fin des années 60 à 200 m du trait de côte, était à la suite de l'hiver 2013-2014, à seulement une dizaine de mètres du sommet de la falaise dunaire ([Bulteau et al., 2014](#)). Prochainement détruit, il incarne la nécessité de mieux anticiper les évolutions des littoraux aménagés sur le long terme, particulièrement dans les zones adjacentes aux embouchures où les tendances peuvent rapidement s'inverser.

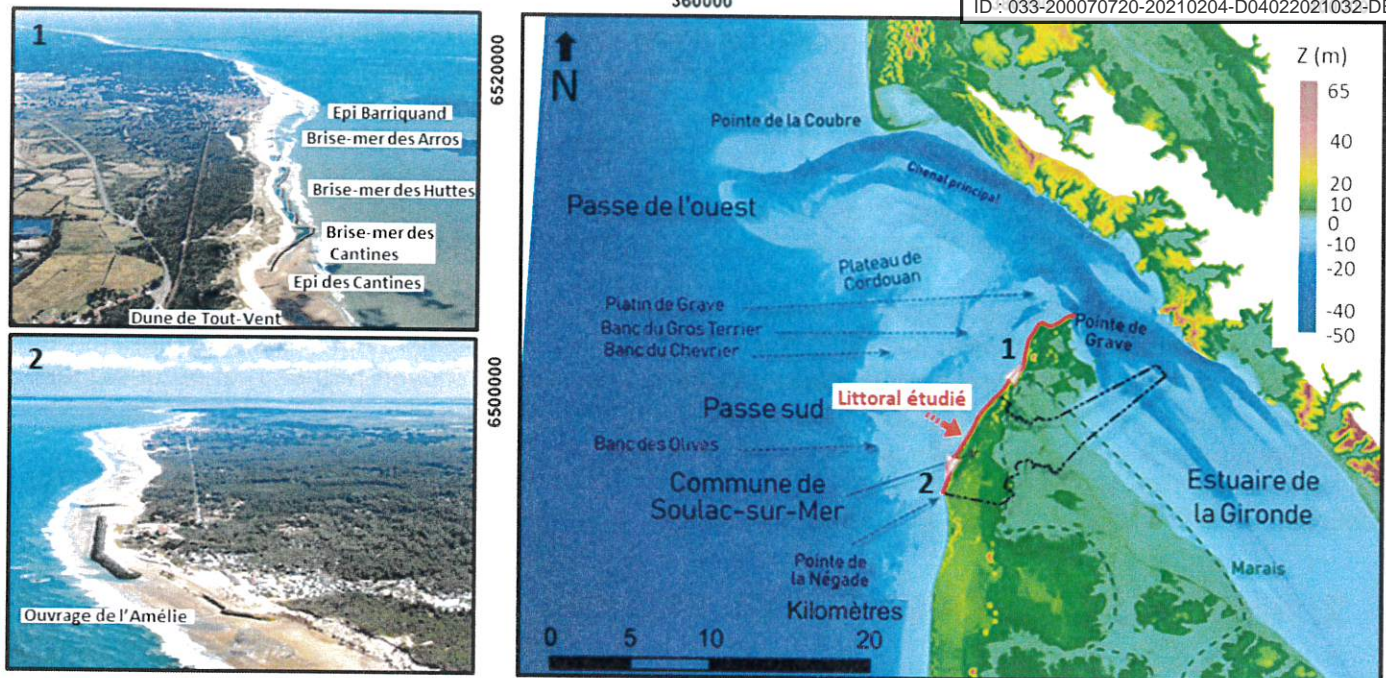


Figure : Modèle numérique de terrain de l'estuaire de la Gironde (données Homonim), site d'étude de la Pointe de la Négade à la pointe de Grave et vues d'ensembles du littoral Nord Médoc et des principaux ouvrages de protections : Point de vue 1) du Nord vers le Sud, Point de vue 2) du Sud vers le Nord. (Source : Observatoire de la Côte Aquitaine, ULM Sud Bassin, 16/06/2019)

1.2. Répondre aux besoins du territoire

Pour faire face à cette menace la Communauté De Communes Médoc Atlantique (CDC MA) a élaboré une stratégie de gestion du phénomène d'érosion marine sur ce secteur. Cette Stratégie Locale de la Gestion de la Bande Côtière (SLGBC), validée en 2018 repose sur deux piliers :

- La valorisation des données historiques et la mise en œuvre de suivis réguliers du littoral (topographie et bathymétrie) de la Pointe de la Négade à la jetée de Grave afin d'identifier et quantifier précisément les évolutions du littoral.
- Envisager des solutions nouvelles, innovantes et ambitieuses se basant sur, ou accompagnant, les processus naturels pour la protection du littoral dans un contexte difficile.

Le premier pilier de la stratégie locale a conduit à l'accumulation d'un jeu de données très riche constitué à la fois sur la période historique (deux derniers siècles) de données de différentes sources et natures (cartes anciennes, ortho-photographies, images satellites) ; et sur la période récente de relevés topobathymétriques réguliers du littoral de la Pointe de la Négade à la jetée de Grave, permettant de décrire les évolutions du littoral avec différents degrés de précision. Bien que fortement utile pour les opérations de gestion, l'ensemble de cette base de données est aujourd'hui largement sous-exploité pour comprendre les processus hydro-sédimentaires en jeu, notamment du fait de sa nature hétérogène en termes de précision, d'outils d'exploitation et de couverture spatio-temporelle.

Dans le cadre du second pilier de la stratégie locale, la lutte contre l'érosion chronique prévoit la combinaison d'actions de luttes actives souples (rechargements en sables locaux) et dures (confortement d'ouvrages), ainsi que le déplacement de certains biens menacés (relocalisation). Bien que ces mesures aient permis de contenir la menace localement, elles semblent aussi avoir atteint leurs limites dans les secteurs en plus fort recul. La SLGBC de la CDC MA prévoit d'explorer la possibilité de mettre en place un rechargement massif de plage (volume supérieur à 1 million de m³) en un point clé du littoral (CASAGEC 2020). Cette action de gestion basée sur l'exploitation des dynamiques naturelles (de Schipper *et al.*, 2016), en mimant l'accolement d'un banc sableux d'embouchure ou pré-littoral (Héquette, A., Aernouts, D., 2010), a pour objectif de permettre une réalimentation des plages via le transport sédimentaire longitudinal induit par la dérive littorale. Il concernerait directement les zones actuellement en forte érosion chronique avec comme ambition d'atténuer durablement la trajectoire actuelle.

Toutefois, en l'absence de connaissances précises du fonctionnement hydro-sédimentaire du littoral Nord Médoc (e.g. transport sédimentaire transverse entre les petits fonds et le système plage-dune, transport sédimentaire longitudinal résultant de la dérive littorale et des courants tidaux), les effets de cette solution de gestion restent difficiles à anticiper (durée de vie du rechargement, impacts sur les secteurs adjacents, reconstruction de dunes embryonnaires, ...). D'autant plus qu'il n'existe pas de cas analogues au niveau international sur des rechargements massifs de littoraux en érosion intense et adjacents à des embouchures de grande emprise, et encore moins dans des secteurs aussi énergétiques.

Ainsi la CDC MA a exprimé le besoin (i) d'une meilleure compréhension du fonctionnement hydro-sédimentaire du littoral Nord Médoc (ii) ; de disposer d'un outil de modélisation numérique permettant de reproduire les grandes tendances évolutives du trait de côte à court et moyen termes (i.e. de quelques heures à la décennie) ; et (iii) de disposer à terme d'une capacité d'anticipation pour consolider les choix stratégiques quant à la gestion souple du littoral ou s'appuyant sur la lutte active dure.

Ces besoins se traduisent par la construction du projet ESTOC, réunissant le BRGM, le laboratoire de recherche UMR CNRS 5805 EPOC et la CDC MA.

2. NATURE ET ORGANISATION DU PROJET

2.1. Projet intégré et pluridisciplinaire

Le projet ESTOC est un projet de recherche intégré et pluridisciplinaire dont la durée prévue est de 3 ans. Emanant des besoins exprimés à l'échelle locale par la CDC MA, s'inscrivant pleinement dans l'Ambition 5 de la feuille de route Néo Terra de la Région Nouvelle-Aquitaine (« *Développer et systématiser un urbanisme durable, résilient, économe en ressources et qui s'adapte aux risques naturels et aux changements climatiques* »), et trois objectifs stratégiques du SRADDET (objectifs 20, 62 et 63), le projet cherchera à répondre aux objectifs de développement à ces deux échelles territoriales. Parmi les défis fixés par la Région au sein de Néo Terra, le projet apportera des réponses concrètes aux défis 3 (Ambition 5) en étudiant la mise en place d'action emblématiques et ambitieuses, comme certaines solutions fondées sur la nature, et en apportant une réflexion sur l'adaptation d'un territoire sous grande pression du point de vue de l'érosion littorale. Le projet de recherche ESTOC s'inscrira dans la complémentarité et fera le lien avec une action d'étude envisagée dans le cadre de la SLGBC sur faisabilité technique et financière de mise en place de moyens de lutte actives dures pour la protection du littoral (« Etude de programmation des travaux de protection de lutte active dure du littoral de Soulac-sur-Mer »).

Le caractère pluridisciplinaire d'ESTOC s'exprime par la diversité des spécialités nécessaires pour répondre aux problématiques scientifiques soulevées par le projet. ESTOC s'appuie largement sur la compréhension et la modélisation des processus physiques régissant les évolutions du littoral, il s'appuiera sur des compétences spécifiques et complémentaires en géologie, géomorphologie et hydrodynamique côtière.

Le projet se positionne aussi à l'interface avec d'autres domaines scientifiques. C'est le cas de l'archéologie avec le projet ESTRAN (bénéficiant d'un financement ESR 2020 de la Région), complémentaire à ESTOC en termes d'échelles temporelles, qui s'intéresse notamment à ce secteur littoral à travers l'histoire des sociétés et des dynamiques environnementales depuis le Néolithique. Les équipes scientifiques du projet ESTOC étant associées aux avancements du projet ESTRAN, elles veilleront à entretenir cette complémentarité notamment au service de la SLGBC Nord Médoc. L'acceptation citoyenne des processus de décision, en particulier lorsqu'il s'agit de définir les modes de gestion de l'érosion côtière, est cruciale pour la mise en œuvre effective d'actions ambitieuses. Il s'agit d'un sujet de recherche à part entière. Les stratégies optimales de gestion de l'érosion ne seront définies qu'en fin de projet et cette question ne pourra pas être directement abordée. Toutefois, ESTOC intégrera des réflexions tout au long du projet sur les questions d'adaptation et d'acceptation des sociétés portées par des spécialistes de sciences humaines et sociales qui seront invités à participer au comité de suivi et de pilotage. On s'assurera ainsi que les connaissances établies dans ESTOC pourront être utiles et exploitables dans le cadre de projets complémentaires pouvant traiter spécifiquement des questions de l'acceptabilité des modes de gestion et de l'adaptation des sociétés à moyen terme. Enfin, les objectifs de recherche scientifique d'ESTOC en lien avec les risques côtiers, avec une forte vocation de finalités

opérationnelles, correspondent aux ambitions portées par le futur Réseau littoral (R3 Rivages) qui offrira un cadre d'échange et de réflexion partagés au sein de la communauté scientifique régionale, dans un souci de transfert d'une expertise scientifique en réponse à des enjeux sociétaux prégnants.

2.2. Originalité et caractère innovant

Ce littoral dont le trait de côte présente un taux de recul parmi les plus importants en Europe incarne la nécessité de mieux anticiper les évolutions des littoraux aménagés et l'impact des stratégies de défense ((méga-) rechargements, ouvrages de défense) sur le temps long. Les objectifs innovants du projet sont de permettre (i) un nouvel état des connaissances des dynamiques hydro-sédimentaires à l'échelle de l'embouchure de la Gironde où les dernières études spécifiques datent de plus de 20 ans ; (ii) le développement et l'application d'un modèle de trait de côte capable de simuler son évolution sur de grandes échelles spatio-temporelles au sein d'un environnement énergétique en érosion chronique et intense, en présence d'ouvrages et de rechargements de plage, et pouvant ensuite être appliqué à d'autres environnements ; et (iii) d'exploiter ces connaissances nouvelles pour appuyer la réalisation potentielle de méga-rechargement et/ou de retrait, maintien ou renforcement d'ouvrages de défense. Dans le cadre des modes de gestion envisagés, les méga-rechargements sont très rares et leur efficacité n'a été évaluée en Europe que sur les côtes hollandaises, microtidales et peu énergétiques. La contribution d'une recherche scientifique d'excellence vers des solutions de gestion ambitieuses et vertueuses du point de vue environnemental, social et économique sur ce littoral emblématique pourra faire écho à l'échelle internationale, notamment face aux défis actuels et futurs que représentent l'aménagement et la gestion durable des littoraux sableux face aux impacts du changement climatique.

3. PROGRAMME SCIENTIFIQUE

Le projet s'articule autour de trois Tâches interconnectées visant à répondre aux objectifs explicités ci-dessous. BRGM et EPOC seront très impliqués dans les trois Tâches, tandis que la CDC MA jouera un rôle moteur dans la Tâche 3.

Tâche 1 : Fonctionnement hydro-sédimentaire du littoral Nord Médoc, trajectoires naturelles d'évolution à l'échelle séculaire

Responsables : Alexandre Nicolae Lerma (BRGM) et Bruno Castelle (EPOC)

Etat de l'art

Les connaissances sur les évolutions de la bathymétrie de l'estuaire et de la distribution superficielle des sédiments dans la partie sud de l'embouchure de la Gironde (directement face au littoral étudié) sont lacunaires (Mallet *et al.*, 2000). C'est également le cas du rôle des facteurs hydrodynamiques dominants que sont les courants tidaux et les courants liés aux vagues (dérive littorale) sur la dynamique sédimentaire. Autrement dit, depuis l'étude de Mallet (1998), aucune étude scientifique approfondie sur les évolutions morpho-sédimentaires et les agents hydrodynamiques n'a été réalisée sur ce secteur, sur l'embouchure externe en général et la passe sud en particulier. Ainsi, il n'existe pas d'analyse récente des évolutions passées et actuelles des petits fonds et des relations avec l'évolution du trait de côte (Cerema, 2020). Or, l'histoire du littoral Nord Médocain montre que les dynamiques sédimentaires à la côte et notamment l'évolution du trait de côte, se déroulent sur des échelles pluri-décennales à séculaires, et sont directement liées aux déplacements de bancs de sable au sein de la passe sud. On observe notamment lors des deux derniers siècles une séquence d'évolution remarquable concomitante avec les débuts de l'urbanisation et du tourisme balnéaire de la ville de Soulac-sur-Mer.

Ainsi le secteur de l'Amélie a connu une période d'accrétion liée à l'accolement de bancs de sable massif à la côte dans la première moitié du XIX^e siècle (Howa, 1987 ; Manaud *et al.* 2001). Cette phase d'accrétion s'est traduite par une avancée du trait de côte de l'ordre de 100 m entre 1812 et 1853 (soit 2,4 m/an en moyenne) (BRGM et ONF, 2018). Du fait de la dérive littorale dominante Sud-Nord (i.e. : inverse par rapport à la dérive dominante à l'échelle régionale ; Idier *et al.*, 2013), le secteur urbain de Soulac-sur-Mer

a bénéficié de la progression de cette accumulation sableuse vers le d'avancée du trait de côte d'environ 300 m sur la période 1853-1966. Ce banc a progressivement poursuivi sa migration vers le nord de la cellule sédimentaire pour constituer l'actuel banc Saint-Nicolas (globalement stable ou en légère accrétion depuis les années 2000) (BRGM et ONF, 2018).

Il convient donc d'une part d'identifier quels ont été les facteurs naturels ayant permis la séquence observée historiquement, notamment la configuration morphologique des petits-fonds, la disponibilité sédimentaire au niveau de la passe sud, les relations avec la dynamique estuarienne et les forçages météo-marins. D'autre part, compte tenu de l'état actuel particulièrement dégradé de l'interface plage-dune sur certains secteurs et d'un recul chronique du trait de côte, il convient de déterminer si ce type de séquence est susceptible de se reproduire avec ou sans intervention humaine. Ces questions sont fondamentales pour la compréhension des trajectoires d'évolution de ce littoral mais également pour la mise en place d'un mode de gestion pertinent sur le long terme.

Nouveauté par rapport à l'état de l'art

Comprendre et synthétiser les évolutions géomorphologiques de la passe sud de l'embouchure de la Gironde et les relations passées et actuelles avec les dynamiques d'évolution du trait de côte constitue un véritable défi scientifique que l'on propose de relever. Par les particularités de cet environnement vaste, aux dynamiques hydro-sédimentaires complexes et soumis à des forçages très énergétiques, ce travail est sans précédent. Une analyse multi-échelle et multi-source sera menée, combinant pour la première fois l'ensemble des données existantes sur la zone (e.g. bathymétrie, trait de côte, topographie) avec des nouvelles données (e.g. trait de côte par imagerie satellite). Cette approche permettra de constituer le premier modèle conceptuel d'évolution de ce secteur. On fera le lien entre les évolutions du secteur d'étude et les modes de variabilité climatique, ainsi que les conditions de forçages météo-marin depuis le début du 20^{ème} siècle. Ce type d'analyse déjà réalisé sur des côtes ouvertes a très peu été envisagé sur le type d'environnement étudié. Enfin, nous chercherons des analogues le long de la côte atlantique européenne (tendances d'évolutions, fonctionnement, mode de gestion...) pour explorer si les résultats dépassent les conclusions obtenues à l'échelle locale.

Plan de travail

Tâche 1.1. Reconstruction des trajectoires d'évolution de la pointe Nord Médoc lors des deux derniers siècles. Sur la base du grand réservoir de données de différentes sources (e.g. carte anciennes, levés bathymétriques, ortho-photos, images satellites, levés topo-bathymétrique de différentes natures, ...), on procèdera à une analyse multi-proxy des données afin d'identifier des descripteurs morphologiques identifiables communément sur ces différents supports. On cherchera à reconstruire sur le long terme les évolutions de descripteurs des petits fonds (isobathes) et de l'interface plage-dune (trait de côte) à l'échelle respectivement de l'embouchure de la Gironde (Passe Sud) et du littoral Nord Médocain.

Tâche 1.2. Analyse des évolutions interannuelles, saisonnières et évènementielles lors de la dernière décennie. Lors de la dernière décennie, les suivis topo-bathymétriques réalisés sur le littoral Nord Médocain et en particulier sur les secteurs les plus sensibles à l'érosion ont été réalisés de manière complémentaire et à relativement haute fréquence par les partenaires du projet. On proposera une méthode de traitement permettant de mettre en commun ces données issues de différents outils (e.g. D-GPS, lidar, drone, sondeur bathymétrique) et différentes résolutions spatio-temporelles afin de réaliser une analyse détaillée de l'évolution géomorphologique (volumes, positions de contours altimétrique, pente de plage, etc.) du système plage-dune aux échelles de temps pluriannuelle, saisonnière et évènementielle dans certains secteurs. Les suivis seront poursuivis et enrichis durant le projet grâce aux moyens mis à disposition du projet (levés conventionnels, drone marin).

Tâche 1.3. Caractérisation des forçages locaux et globaux. Les secteurs influencés par l'estuaire de la Gironde, évoluent en partie sous l'effet de phénomènes allo-cycliques (effet des forçages externes, vagues, marée, surcote...). Il conviendra d'identifier les processus hydrodynamiques dominants et le rôle de ces forçages (vagues : dérive littorale, courants d'arrachement, associée à la marée et aux débits estuariens) sur les flux sédimentaires. Une campagne de mesures intensives de deux semaines sera réalisée en zone subtidale et intertidale sur la zone de la pointe de la Négade où la dérive littorale diverge. Des données Eulériennes (ADCP, capteurs de pression) et Lagrangiennes (bouées dérivantes) seront

collectées pour la première fois sur cette zone afin de quantifier les courants de marée sur les courants et les évolutions morphologiques. A échelle globale, on cherchera à mettre en relation les évolutions observées avec les indicateurs climatologiques à grande échelle (principaux modes de variabilité climatiques dans l'Atlantique Nord : NAO, WEPA...) en étendant les études précédentes sur les côtes ouvertes (Dodet et al., 2019) aux littoraux adjacents aux embouchures.

Tâche 1.4. Modèle conceptuel de fonctionnement hydro-sédimentaire global (à l'échelle de la passe Sud) et analogues. Les analyses réalisées permettront de dresser un schéma des évolutions observées couvrant des échelles de temps événementielles à séculaires, les relations entre petits fonds et trait de côte (évolutions bathymétriques de la passe Sud, des bancs de sables de Cordouan (« ile mystérieuse ») et les bancs de la passe Sud), et la délimitation au niveau du littoral des zones dont la dynamique hydro-sédimentaire est dominée par les courants tidaux versus les courants liés aux vagues. Le modèle conceptuel mettra en évidence les relations petits-fonds/plage/dune au travers de l'analyse de séquences d'apports sédimentaires ponctuels observées par le passé (phénomène auto-cycliques). On cherchera à caractériser les conditions propices, les volumes et les effets, d'apports naturels massifs de sédiments à la côte dans le passé, en lien avec les besoins de connaissance attendus dans les Tâches 2 et 3 du projet. Enfin cette analyse sera replacée dans une recherche d'analogues à la fois en termes de dynamique d'érosion associée à la proximité d'une embouchure, de réponse aux forçages climatiques globaux à l'échelle séculaire et en terme de mode de gestion constituant un appui et une mise en perspective des actions réalisées en Tâche 3.

Résultats, livrables et publications attendus

- Résultats : Schéma conceptuel de fonctionnement global intégrable aux réflexions futures pour optimiser le plan d'action de la SLGBC.
- Livrable : bases de données multi-sources ainsi que les séries temporelles d'indicateurs de synthèse des évolutions géomorphologiques et de forçages météo-marins et climatiques seront archivées et mises à disposition sur les plateformes dédiées (PIGMA, OASU, OCA).
- Nombre de publications (rang A) prévues : 2 publications.
- Nombre de participations à colloques : 1 colloque international ; 1 colloque national.

Tâche 2 : Modélisation numérique de l'évolution du trait de côte sur le Nord Médoc à l'échelle décennale

Responsable de tâche : Vincent Marieu (EPOC), Arthur Robinet (BRGM)

Etat de l'art

Au cours des dernières décennies, de nombreux modèles morphodynamiques basés sur une description fine des processus physiques ont été développés pour simuler et prédire à terme les évolutions morphologiques de la zone littorale, incluant les évolutions du trait de côte (e.g. X-Beach, Roelvink et al., 2009 ; Delft3D, Lesser et al., 2004). Toutefois, ces modèles échouent encore à simuler les évolutions du trait de côte sur le moyen (année/décennie) et long terme (siècle), notamment à cause de limitations physiques et numériques (cascade d'erreurs au travers des échelles et temps de calcul très longs). Pour appréhender ces échelles, des modèles numériques hybrides ont récemment émergé comme une alternative pertinente. Ces dernières années les efforts internationaux se sont portés sur le couplage des processus *cross-shore* et *longshore* (Vitousek et al., 2017 ; Robinet et al., 2018 ; Antolinez et al., 2019 ; Tran et Barthélemy, 2019), qui agissent sur des échelles spatiales et temporelles différentes et qui étaient jusqu'à présent appréhendés de manière isolée (e.g. Ashton et al., 2006 ; Yates et al., 2008). Ce couplage permet désormais de simuler l'évolution du trait de côte de manière fiable et avec des temps de calcul raisonnable, mais pour un éventail d'environnements sableux qui reste relativement limité.

Le BRGM et EPOC sont au premier plan international du développement de la modélisation hybride du trait de côte, notamment avec le code LX-Shore (Robinet et al., 2018, 2020a, 2020b). Ces travaux ont, par exemple, permis d'identifier les contributions respectives des différents forçages et contraintes géologiques sur les réponses du trait de côte, de l'échelle d'une tempête jusqu'aux échelles pluri-annuelles sur des plages réelles (Robinet et al., 2020a). LX-Shore fut le seul modèle français sélectionné pour

l'expérimentation internationale pionnière Shoreshop (Montano et al., 2020) et les simulations d'ensemble du trait de côte. A ce titre LX-Shore est unique au niveau international sur (1) le cadre de modélisation combinant approche cellulaire et modèle d'équilibre qui permet d'optimiser les temps de calculs, limiter le nombre de paramètres ajustables, appréhender des géométries complexes du trait de côte, (2) prendre en compte la géologie (caps et/ou affleurements rocheux, épis, ...) et être apte à envisager de nombreux environnements composés de plages de sable.

Malgré ces progrès récents et rapides dans la capacité à modéliser l'évolution du trait de côte, la marge de progression est encore immense afin d'appréhender l'ensemble des environnements sableux. C'est particulièrement vrai pour les littoraux énergétiques, adjacents aux embouchures et où les profils du système plage-dune variés (e.g. présence de paléosol, dunes perchées). Il n'y a à l'heure actuelle, aucun modèle numérique capable de reconstruire et prévoir les évolutions du trait de côte dans un environnement tel que le Nord Médoc, et encore moins un modèle permettant d'y simuler l'impact de modes de gestion souple (rechargements) et dure (ouvrages).

Nouveautés par rapport à l'état de l'art

L'approche de modélisation à complexité réduite de l'évolution du trait de côte a jusqu'à présent été principalement appliquée aux côtes ouvertes ou aux plages de fond de baie. Les littoraux adjacents aux embouchures, en présence de courant de marée, et avec des taux d'érosion aussi élevés, n'ont encore jamais fait l'objet de ce type de modélisation. Ces modèles ont également été systématiquement appliqués dans des environnements où l'impact anthropique est limité. Aucun modèle hybride incluant le transport *longshore* et pouvant appréhender des géométries complexes de trait de côte ne comprend de module d'impact dunaire (i.e. érosion du pied de dune déclenchée lorsque le niveau d'eau total à la côte dépasse un certain seuil plutôt qu'un comportement d'équilibre dynamique). A notre connaissance, aucun groupe en France ne développe ce type d'approche malgré le fort impact que ces résultats peuvent avoir sur les projections d'évolution du trait de côte dans les environnements fortement anthropisés et sur les modes de gestion des zones en érosion chronique. ESTOC permettra de conforter la position de LX-Shore au premier plan international des modèles d'évolution du trait de côte.

Plan de travail

Tâche 2.1. Développements numériques dans LX-Shore. Il ne s'agit pas ici de lister l'ensemble des développements mais seulement les principaux. Nous nous attacherons particulièrement, à mettre en place des conditions limite latérales ouvertes, permettre l'implémentation de source de sédiment (rechargements), ou encore la contribution des courants de marée dans le transport *longshore*. Ces développements ne devraient pas de problème majeur, le gros des efforts portera sur une modification du module *cross-shore* où l'érosion de la dune sera déclenchée lorsque le niveau d'eau à la côte (composante astronomique + *runup*) dépassera l'élévation du pied de dune. Les taux de recul dépendront des caractéristiques locales (e.g. pente, présence de paléosol, merlon de rechargements avec sables plus ou moins compactées...). La composante atmosphérique de la surcote sera ici ignorée pour une réduction des temps de calcul et sur la base de tests préliminaires sur l'estimation des niveaux d'eau totaux à la côte sur cette zone. Comme nous nous intéressons ici aux évolutions sur des échelles de temps de l'ordre de la dizaine d'années, la contribution de l'augmentation du niveau moyen des mers sera aussi ignorée (D'Anna et al., 2020).

Tâche 2.2. Mise en place et validation d'une configuration Nord Médoc LX-Shore. Le modèle sera implémenté sur la zone Nord Médoc, du Sud de l'anse du Gaur jusqu'au banc Saint-Nicolas, et s'étendra au large par ~20 m de profondeur. La configuration du modèle sera « à la carte », c'est-à-dire que les simulations pourront être réalisées en choisissant plusieurs options contrôlant principalement les temps de calcul et la précision des conditions de vagues au déferlement (e.g. modélisation spectrale des vagues vs simulation semi-empirique, taille des mailles), et les processus physiques (e.g. processus *cross-shore*, *longshore*, courants de marée, modèle d'impact de dune) dont plusieurs dépendent des développements en Tâche 2.1. La calibration du modèle sera réalisée avec les données collectées en Tâche 1, en particulier les données *in situ* et satellite de trait de côte sur ces 10 dernières années. Les données hydro-sédimentaires collectées sur l'estran (Tâche 1.3) et les profils du système plage-dune seront quant à elles utilisées pour affiner respectivement la paramétrisation des courants de marée dans la dérive littorale et le modèle d'impact sur le pied de dune.

Tâche 2.3. Optimisation du modèle LX-Shore pour l'établissement de scénarios de projections. Le modèle permettra la mise en place ou le retrait d'ouvrages ainsi que la réalisation de rechargements définis pour une zone, un volume et le cas échéant une fréquence de répétition. La configuration du modèle obtenue dans la Tâche 2.2 permettant le meilleur compromis entre temps de calculs (i.e. < 1 jour de simulation / année) et accord avec les évolutions observées sera utilisée pour réaliser les projections sur les 10 prochaines années (climat actuel). Une approche probabiliste sera alors privilégiée. Pour ce faire, des séries temporelles de vagues ayant des caractéristiques statistiques similaires, mais des chronologies différentes, seront générées pour réaliser des simulations d'ensemble en utilisant des outils adaptés (e.g., [Davidson et al., 2017](#)). Les scénarii de modes de gestion seront définis et analysés dans la Tâche 3.

Résultats, livrables et publications attendus

- Résultats : Extension du domaine d'application de l'approche de modélisation à complexité réduite du trait de côte ; identification des processus moteur contrôlant les évolutions pluri-annuelles à pluri-décennales dans le Nord Médoc.
- Livrable : Modèle d'évolution du trait de côte calibré le long des plages du nord Médoc (code source fermé mais exécutable mis à disposition des gestionnaires) ; sorties de modèle sous forme de carte ou couches SIG.
- Nombre de publications (rang A) prévues : 2 publications.
- Nombre de participations à colloques : 1 colloque international ; 1 colloque national.

Tâche 3 : Evaluation des modes de gestion pour répondre aux problématiques d'érosion chronique

Responsables : Cyril Mallet (BRGM), Bruno Castelle (CNRS-EPOC) et Vincent Mazeiraud (CDC MA)

Etat de l'art

Si les ouvrages côtiers ont souvent pour but de stabiliser les plages et fixer le trait de côte en tentant de maîtriser la nature, force est de constater que ces ouvrages sont parfois inefficaces voire nuisibles face au caractère inexorable de la dynamique littorale ([Kamphuis, 2020](#)). Ainsi, les techniques de protection dites « souples » (e.g., rechargements de plage, accompagnement de la mobilité des dunes, drainage de plage, [Hamm et al., 2002](#) ; [Hanson et al., 2002](#)) sont progressivement apparues à la fin du siècle dernier. La gestion du trait de côte combine maintenant souvent les mesures dures avec des mesures souples, traduisant une évolution de la doctrine du génie côtier. C'est justement le cas du littoral Nord Médocain, caractérisé par la présence de nombreux ouvrages en dur construits progressivement depuis le milieu du 19^{ème} siècle pour les plus anciens, et où plus récemment des rechargements plus ou moins réguliers réalisés de manière empirique ne permettent pas de limiter l'érosion sur l'ensemble du secteur.

Les études d'impacts et retours d'expérience sur l'efficacité des modes de gestion (1) tentent généralement d'analyser les effets des mesures souples et dures de manière isolée et (2) ont des conclusions généralement très spécifiques au site étudié. Ainsi, une solution optimale le long d'un littoral peut ne pas être adaptée sur un autre littoral avec un héritage géologique (e.g. taille des grains de sable, présence de substrat rocheux), et/ou des conditions météo-marines (e.g. marnage, incidence, taille et période modale des vagues) différents. Cette incapacité à disposer de solutions génériques est principalement due au fait qu'il n'existe pas de cadre théorique robuste, ou autrement dit de modèle numérique capable de simuler l'ensemble des principaux processus moteurs mis en jeu dans l'évolution du trait de côte.

Les ouvrages de défense ont généralement comme but de fixer le trait de côte (e.g. digue) ou capter/modifier le transit littoral (e.g. épis, brise-lame). Pour ces derniers, leur emplacement, leur dimensionnement et les conditions incidentes de vagues sont déterminants pour la réponse du trait de côte ([Reeve et al., 2012](#)). Pour les rechargements en sable sur les plages, jusqu'à présent des opérations de taille modérées ($O(10^{4-5} \text{ m}^3)$) et répétées dans le temps (année(s)) étaient privilégiés au niveau international ([Dean, 2003](#) ; [Hanson et al., 2002](#) ; [Castelle et al., 2009](#)). Récemment, le concept de « méga-rechargement » ($O(10^6 \text{ m}^3)$) a vu le jour aux Pays-Bas (le Sand Engine, [de Schipper et al., 2016](#)). Ce type

de méga-rechargement vise à permettre la diffusion des sédiments le long du littoral à long terme (plusieurs dizaines d'années) sans nécessiter de rechargements supplémentaires. Toutefois même si l'efficacité du Sand Engine a été démontrée, avec des atouts naturels et récréatifs (e.g. lagon pour la pratique du kite-surf, végétalisation de la dune), plusieurs problèmes ont pu émerger (e.g. sécurité de la baignade). Surtout, l'efficacité et la durée de vie de ces méga-rechargements dans les environnements énergétiques ne sont absolument pas démontrées.

Enfin, il est important de préciser que l'essentiel des études d'impact, dans le milieu de l'ingénierie comme dans le milieu académique, au niveau national et international, s'appuient sur des approches déterministes. Or, compte tenu des incertitudes liées au caractère stochastique des forçages (e.g. chronologie des tempêtes) une approche probabiliste est essentielle afin d'aider les gestionnaires. En effet, l'approche probabiliste permet d'estimer l'évolution « la plus probable » mais aussi à travers la queue de distribution, d'évaluer ce qui pourrait arriver dans les situations les plus défavorables (e.g. occurrence d'un hiver exceptionnel comme l'hiver 2013/2014). Le dimensionnement des ouvrages et, a fortiori, des rechargements sont souvent déterminés sur la base de ces situations défavorables, tout en considérant les coûts associés et, dans le cas des rechargements, la contrainte des volumes de sédiment qu'il est possible de prélever à proximité de la zone concernée.

Nouveautés par rapport à l'état de l'art

Tout d'abord ESTOC nous permettra d'étudier l'impact des modes de gestion sur l'évolution du trait de côte dans le Nord Médoc. Nous développerons pour la première fois, à partir de simulations d'ensemble, une approche probabiliste de l'évolution du trait de côte en réponse aux différents modes de gestion. Nous étudierons à la fois l'impact de la localisation, du volume et de la répétitivité dans le temps des rechargements, avec en plus la prise en compte d'ouvrages de défense. Enfin, alors que l'impact de méga-rechargements n'a été appréhendé que le long de la côte hollandaise, micro-tidale et peu énergétique impliquant un effet diffusif très faible des sédiments, il s'agira ici du premier cas d'étude dans un environnement méso-macrotidal à haute énergie.

Plan de travail

En raison du caractère profondément transverse de cette Tâche, le BRGM, EPOC et la CDC MA travailleront en étroite interaction sur l'ensemble des sous-Tâches ci-dessous. En outre, des experts en Sciences humaines et sociales seront impliquées dès le début du projet et tout au long de son déroulement afin d'envisager des scénarios de gestion qui seront hypothétiquement définis de manière cohérente avec les connaissances récentes relatives aux trajectoires d'adaptation sociales face aux risques littoraux (Tâche 3.1) et en lien avec les notions de perception, d'acceptation et de sensibilisation sociales (Tâche 3.3).

Tâche 3.1. Elaboration des scénarii de modes de gestion. Il s'agira ici de définir l'ensemble des scénarii possibles. Deux stratégies extrêmes seront aussi considérées : i) ne plus recharger les plages et enlever les ouvrages et ii) mettre en place un méga-rechargement suivi de plusieurs rechargements dit « d'entretien » permettant de limiter la diffusion du méga-rechargement. Entre ces deux cas extrêmes, un continuum de scénarii sera développé en se limitant toutefois à des stratégies dont les coûts associés restent raisonnables par rapport aux capacités de financement de la puissance publique. Un effort particulier sera porté sur la définition des stratégies de rechargement qui seront définies par trois principaux paramètres d'entrée du modèle : i) leur nombre et leur localisation le long de la côte, ii) leur volume et iii) leur fréquence de répétition dans le temps. Dans le cas du méga-rechargement, différentes formes seront aussi envisagées. Enfin, au niveau des ouvrages on pourra envisager des stratégies comme l'extension de l'épi Barriquand, ou encore l'ajout ou le retrait d'ouvrages au sud de la plage centrale de Soulac. La flexibilité des outils mis en place permettra d'ajuster des scénarios en fonction des besoins exprimés par la CDC MA.

Tâche 3.2. Simulations d'ensemble pour les différents scénarii. Les simulations d'ensemble seront lancées sur le supercalculateur du Mésocentre de Calcul Intensif Aquitain (MCIA). Suivant les temps de calcul obtenus en Tâche 2.3, 10^{2-3} simulations sur 10 ans pour autant de séries temporelles de vagues seront lancées pour chaque stratégie de mode de gestion. Ainsi pour chaque mode de gestion une distribution de probabilité de la position du trait de côte à 10 ans tout le long du littoral médocain sera

produite. Les résultats permettront de déterminer les impacts des ouvrages, de déterminer les fréquences, quantités et localisations optimales des rechargements. Enfin les taux de diffusion, et par conséquent l'efficacité et la durée de vie d'un méga-rechargement sera pour la première fois évaluée.

Tâche 3.3. Dissémination et communication. Les projections d'évolution du trait de côte en fonction de différents modes de gestion seront seulement produites en fin de projet. Toutefois en concertation entre les différents partenaires et en fonction des besoins identifiés au sein de l'animation de la SLGBC et du comité de suivi du projet (voir §5), des communications de résultats intermédiaires (notamment issus sur la Tâche 1) pourront être organisées. De manière générale, un effort sera consenti durant la durée du projet pour présenter les avancées du projet aux gestionnaires concernés au sein du territoire (communes, services déconcentrés de l'Etat) mais aussi aux autres porteurs régionaux de SLGBC et autres entités disposant ou devant mettre en œuvre des plans de gestion de sédiments (e.g. le Grand Port Maritime de Bordeaux). Par ailleurs, l'acceptation de nouveaux modes de gestion par le citoyen peut être un frein à la prise de décision, surtout dans un secteur comme le Nord Médoc qui a déjà cristallisé beaucoup de tensions. Il sera important à ce stade du projet d'avoir une première estimation à la fois de la confiance dans la méthode scientifique innovante mise en œuvre ici et de l'acceptation des modes de gestion optimaux ressortant de l'analyse. Il s'agira bien ici de proposer plusieurs modes de gestion possible. Ces discussions impliqueront les collègues SHS spécialistes de cette question et participant au comité de pilotage depuis le début d'ESTOC, et au-delà. Des actions de communication vers les citoyens seront mises en œuvre par le CDC MA (Forums, événements de médiation, enquête...). Enfin, un workshop scientifique clôturant le projet sera organisé. Des collègues étrangers francophones spécialistes des questions de rechargement de plage (e.g. Matthieu de Schipper, Delft University) seront invités afin de croiser les expériences dans les environnements contrastés.

Résultats, livrables et publications attendus

- Résultats : projections probabilistes de l'évolution du trait de côte dans le Nord Médoc ; évaluation de l'efficacité des modes de gestions contre l'érosion marine.
- Livrable : Cartographie des projections du trait de côte pour plusieurs modes de gestion ; workshop de restitution.
- Nombre de publications (rang A) prévues : 1 publication.
- Nombre de participations à colloques : 1 colloque international ; 1 colloque national.

4. Moyens demandés

Une demi-bourse de thèse (3 ans). La/le doctorant(e) sera principalement affecté(e) à la Tâche 1 mais il/elle sera amené(e) en fin de thèse à participer aux réflexions en lien avec la gestion et l'adaptation conduites dans la Tâche 3. Une thèse est sollicitée ici du fait du temps nécessaire pour mener à bien des travaux sur un temps long notamment exigeant la manipulation de gros volume de données multi-sources (cartographie historique, ortho-photographie, image satellite, suivi *in situ*, extraction de modèle numérique) et la maîtrise d'outils variés (SIG, capteurs et outils de mesures topographiques et hydrodynamiques). Cette thèse de doctorat dont le co-financement est demandé à la Région Nouvelle Aquitaine à 50 % est également co-financée à 50% par la CDC MA. Elle sera réalisée entre le BRGM et l'Université de Bordeaux, sous la direction de Bruno Castelle (CNRS-EPOC), en co-encadrement avec Cyril Mallet et Alexandre Nicolae Lerma (BRGM Nouvelle-Aquitaine). A ce titre, il convient de noter que ce projet de thèse a fait l'objet d'une validation de la part du BRGM, suite à une évaluation scientifique positive par comité des thèses interne BRGM.

Une demi-allocation de post-doctorat (1,5 ans). La/le post-doctorant(e) sera principalement affecté(e) à la Tâche 2, et participera à la réalisation des scénarii en Tâche 3. La mise en place d'une configuration du modèle LX-Shore sur la zone Nord Médoc, les développements numériques prévus, puis la validation du modèle et la réalisation de scénarii nécessitent en effet un travail et une implication considérables doublés d'une forte expertise, qui ne peuvent être assurés ni par un personnel permanent faute de temps ni par un(e) doctorant(e) faute d'expérience dans le domaine. Ce contrat de post-doctorat dont le co-financement est demandé à la Région Nouvelle Aquitaine à 50 % et co-financé à 50% par la CDC MA sera réalisé à l'Université de Bordeaux. La/le post-doctorant(e) travaillera en étroite interaction avec Arthur

Robinet (BRGM Nouvelle-Aquitaine) qui a développé LX-Shore, Vincent N de Recherche en calcul scientifique. Il/elle travaillera également en forte interaction avec Bruno Castelle (CNRS-EPOC) et Déborah Idier (BRGM Orléans) qui ont co-supervisé les développements de LX-Shore depuis le début et encadrent actuellement une thèse sur les projections probabilistes dans d'autres environnements littoraux.

Investissement matériel. Une partie de ce projet repose sur des campagnes de mesures hydro-sédimentaires notamment sur le secteur de la pointe de la Négade (Tâche 1.3). Même si ces campagnes de mesures s'appuieront sur plusieurs instruments mis à disposition et déployés par le consortium, il sera nécessaire de renforcer le parc instrumental d'EPOC avec :

- 1 profileur de courant acoustique NORTEK (22 k€)
- 3 capteurs de pression NKE (7,5 k€)

5. Mode de pilotage du projet

Le projet présentera une animation et un pilotage garantissant la construction d'une approche réellement intégrée entre partenaires scientifiques (BRGM /EPOC) et acteurs socio-économiques (CDC MA). Nous nous assurerons que les résultats obtenus et les nouvelles connaissances seront analysés en vue de permettre d'orienter des mesures de gestion dans le cadre de la SLGBC Nord Médoc afin de maximiser la résilience et les capacités d'adaptation de ce système littoral. Nous chercherons également à assurer la valorisation et le transfert des connaissances acquises au bénéfice des acteurs et gestionnaires locaux. Pour répondre à ces différents objectifs, **2 comités seront constitués** :

Un comité de pilotage aura pour objectifs de suivre l'avancement du projet global, de valider les étapes et de prendre toutes les décisions utiles à l'atteinte des objectifs du projet. C'est également l'instance qui permettra de partager le bon niveau de synthèse et d'information utile aux partenaires et financeurs. Le Comité de pilotage, instance décisionnaire, sera composé de l'ensemble des partenaires techniques et scientifiques ainsi que des co-financeurs.

Un comité de suivi constitué du coordinateur du projet et des responsables de chacune des tâches sera en charge de mesurer l'avancement des travaux opérationnels, partager les points d'actualité, les franchissements d'étapes et les difficultés rencontrées, déterminer et maîtriser le reste à faire, identifier les écarts par rapport aux objectifs fixés et rendre compte de l'état du projet global. Au sein de ce comité seront associés un ou plusieurs experts de sciences humaines et sociales sur les thématiques de l'adaptation et l'acceptation des sociétés dont le rôle sera de veiller à la faisabilité d'études ultérieures sur ces thématiques s'appuyant sur les résultats du projet. D'autres acteurs socio-économiques seront sollicités comme le GIP Littoral, d'autres porteurs de Stratégie locale (e.g. Lacanau, Biscarrosse, Lège-Cap Ferret, la Teste-de-Buch, CDC Ile d'Oléron...), ainsi que le Grand Port Autonome de Bordeaux, le Parc Naturel de l'estuaire de la Gironde et de la mer de Pertuis.

En fonction de l'organisation du futur réseau de recherche régional R3 Rivages, nous proposerons de soumettre l'avancement des travaux lors de réunions dédiées (fréquence annuelle), afin d'échanger sur les réalisations et recueillir les observations de la communauté scientifique régionale et disposer d'une expertise scientifique pour répondre notamment aux enjeux sociétaux sur le littoral.

On retrouvera ci-dessous le diagramme prévisionnel du projet :

		Année 1						Année 2										ID : 033-200070720-20210204-D04			
Démarrage septembre 2021		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36		
Tâche 1	1.1 Reconstruction des trajectoires d'évolution																				
	1.2 Analyse des évolutions dernière décennie																				
	1.3 Caractérisation des forçages locaux et globaux																				
	1.4 Modèle conceptuel																				
	Suivi de terrain																				
	Valorisation scientifique																				
Tâche 2	2.1 Développements numériques																				
	2.1 Mise en place/validation LX-Shore Nord Médoc																				
	2.3 mise en place des configurations "projections"																				
	Valorisation scientifique																				
Tâche 3	3.1 Elaboration des scénarii de modes de gestion																				
	3.2 Simulations d'ensemble																				
	3.3 Dissémination et communication																				
	Valorisation scientifique																				
	Communication grand public																				
Transverse	Workshop scientifique																				
	Réunions du comité de pilotage																				
	Réunions du comité de suivi																				
	Période Thèse																				
	Période Post-doc																				

6. Références bibliographiques

- Antolínez J.A.A., Méndez F.J., Anderson D., Ruggiero P., Kaminsky G.M. (2019) Predicting climate driven coastlines with a simple and efficient multi-scale model. *J. Geophys. Res. Earth Surf.* 124.
- Ashton, A.D., Murray, A.B., 2006. High-angle wave instability and emergent shoreline shapes: 1. Modeling of sand waves, flying spits, and capes. *J. Geophys. Res.* 111, F04011.
- Bernon N., Mallet C., Belon, R., 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.
- BRGM et ONF (2018) – Atlas morphodynamique de la côte sableuse aquitaine. Rapport final. BRGM/RP-67152-FR, 280p., 6 ann.
- Bulteau T., Mugica J., Mallet C., Garnier C., Rosebery D., Maugeard F., Nicolae Lerma A., Nahon A. and Millescamps B. (2014). Evaluation de l'impact des tempêtes de l'hiver 2013-2014 sur la morphologie de la côte Aquitaine. Rapport final BRGM/RP-63797-FR, 68p.
- CASAGEC 2020, Etude de programmation des travaux de protection du littoral de Soulac-sur-mer, A – Rechargement massif, Rapport CI-19055-A, 211 p.
- Castaing P. and G. P. Allen (1981) Mechanisms controlling seaward escape of suspended sediment from the Gironde: a macrotidal estuary in France. *Marine Geology*, 40, 101-118.
- Dean, R.G., (2002). Beach Nourishment : Theory and Practice. World Scientific.
- Castelle B., Turner I.L., Bertin X., Tomlinson R.B. (2009) Beach nourishments at Coolangatta Bay over the period 1987–2005: impacts and lessons. *Coast Eng* 56:940–950
- Castelle, B., Guillot, B., Marieu, V., Chaumillon, E., Hanquiez, V., Bujan, S., Poppeschi, C., 2018. Spatial and temporal patterns of shoreline change of a 280-km high-energy disrupted sandy coast from 1950 to 2014: SW France. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 200, 212–223, doi:10.1016/j.ecss.2017.11.005.
- de Schipper, M.A., de Vries, S., Ruessink, G., de Zeeuw, R.C., Rutten, J., van Gelder-Maas, C., Stive, J.F., 2016. Initial spreading of a mega feeder nourishment: observations of the Sand Engine pilot project. *Coastal Engineering*, 111, 23–3, doi :10.1016/j.coastaleng.2015.10.011.
- Cerema, (2020), Dynamiques et évolution du littoral. Fascicule 7 : Synthèse des connaissances de la pointe de Suzac à la frontière espagnole.. Collection : Connaissances. ISBN : 978-2-37180-339-8
- D'anna M., Idier D., Castelle B., Le Cozannet G., Rohmer J., Robinet A. (2020) Impact of model free parameters and sea-level rise uncertainties on 20-years shoreline hindcast: the case of Truc Vert beach (SW France). *Earth Surface Processes and Landforms*, 45 (8), 1895-1907
- Dodet G, Castelle B, Masselink G, Scott T, Davidson M, Floc'h F, Jackson D, Suanez S. (2019). Beach recovery from extreme storm activity during the 2013–14 winter along the Atlantic coast of Europe. *Earth Surface Processes and Landforms* 44(1), 393–401.
- Hamm, L., Capobianco, M., Dette, H.H., Lechuga, A., Spanhoff, R., Stive, M.J.F., 2002. A summary of European experience with shore nourishment. *Coastal Engineering* 47, 237–264.
- Hanson, H., Brampton, A., Capobianco, M., Dette, H.H., Hamm, L., Laustrup, C., Lechuga, A., Spanhoff, R., 2002. Beach nourishment projects, practices, and objectives — a European overview. *Coastal Engineering* 47, 81–111.
- Héquette, A., Aernouts, D., (2010). The influence of nearshore sand bank dynamics on shoreline evolution in a macrotidal coastal environment, Calais, Northern France. *Continental Shelf Research* 30 (12), 1349-1361
- Hova, H. (1987). *Le littoral du nord Médoc (Gironde): évolution d'une côte sableuse en érosion* (Doctoral dissertation, Bordeaux1).
- Idier, D., Castelle, B., Charles, E., & Mallet, C. (2013). Longshore sediment flux hindcast: spatio-temporal variability along the SW Atlantic coast of France. *Journal of Coastal Research*, 65(sp2), 1785-1790.
- Kamphuis, J.W. (2020). Introduction to Coastal Engineering and Management, 3rd Edition, World Scientific.
- Lesser G.R., Roelvink J.A., van Kester J.A.T.M., Stelling, G.S. (2004) Development and validation of a three-dimensional morphological model. *Coast Eng.*, 51, 883–915.
- Manaud, F., L'Yavanc, J., Negre, S., Tougeron, C., & Trut, G. (2001). Elaboration d'un outil de gestion prévisionnelle de la côte Aquitaine. Phase 3: diagnostic d'évolution et recommandations. Contribution de l'Ifremer.
- Mallet, C., Howa, H. L., Garlan, T., Sottolichio, A., & Le Hir, P. (2000). Residual transport model in correlation with sedimentary dynamics over an elongate tidal sandbar in the Gironde Estuary (Southwestern France). *Journal of Sedimentary Research*, 70(5), 1005-1016.
- Mallet, C. (1998). Etude de la dynamique des sédiments non cohésifs de l'embouchure de la Gironde. Bordeaux, France: University of Bordeaux I (Doctoral dissertation, Ph. D. thesis, 184p).
- Montañó J., Coco G., Antolínez J.A.A., Beuzen T., Bryan K.R., Cagigal R., Castelle B., Davidson M.A., Goldstein E.B., Ibaceta R., Idier D., Ludka B.C., Masoud-Ansari S., Méndez F.J., Murray B., Plant N.G., Ratliff K.M., Robinet A., Rueda A., Sénéchal N., Simmons J.A., Splinter K.D., Stephens S., Townend I., Vitousek S., Vos K. (2020) Blind testing of shoreline evolution models. *Sci Rep* 10, 2137.
- Nicolae Lerma, A., Ayache, B., Vilvoas, 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.
- Reeve, D., Chadwick, A., Fleming, C. (2012). *Coastal Engineering : Processes, Theory and Design Practice*. Spon Press.
- Robinet A., Idier D., Castelle B., Marieu V. (2018) A reduced-complexity shoreline change model combining longshore and cross-shore processes: The LX-Shore model, *Environmental Modelling & Software*, 109, 1-16.
- Robinet A., Castelle B., Idier D., Harley M.D., Splinter K.D. (2020a) Controls of local geology and cross-shore/longshore processes on embayed beach shoreline variability. *Marine Geology*, Volume 422.
- Robinet A., Castelle B., Idier D., D'Anna M., Le Cozannet G. (2020b) Simulating the impact of sea-level rise and offshore bathymetry on embayment shoreline changes. In: Malvarez, G. and Navas, F. (eds.), *Global Coastal Issues of 2020*. *Journal of Coastal Research*, Special Issue No. 95, pp. 1263–1267.
- Roelvink D., Reniers A., van Dongeren A., van Thiel de Vries J., McCall R., Lescinski J. (2009) Modelling storm impacts on beaches, dunes and barrier islands. *Coast Eng.* 56, 1133–1152.
- Tran, Y.H., Barthélemy, E., 2020. Combined longshore and cross-shore shoreline model for closed embayed beaches. *Coast. Eng.*
- Vitousek S., Barnard P.L., Limber P., Erikson L., Cole B. (2017) A model integrating longshore and cross-shore processes for predicting long-term shoreline response to climate change. *J. Geophys. Res. Earth Surf.* 122 (4), 782–806.
- Yates, M. L., R. T. Guza, and W. C. O'Reilly (2009), Equilibrium shoreline response: Observations and modeling, *J. Geophys. Res.*, 114, C09014.

II.B. DONNEES BUDGETAIRES

Les demandes composant l'assiette éligible, adossée aux ressources associées (demande de financement régional et cofinancements, actés ou en projet) sont présentées dans le tableau ci-dessous

			Durée	Bénéficiaires	Demande d'aide (K euros)	Contributions espérées (K euros)
Personnel contractuel	Tâche 1 et 3	Thèse	3 ans	EPOC	34,5	CDC MA (34,5)
	Tâche 2 et 3	Post-doc	1,5 ans	EPOC	49	CDC MA (49)
Matériel	Instruments de mesure		-	EPOC	13	EPOC (13)

Les ressources associées et complémentaires ainsi que le budget global (autofinancement, cofinancements de partenaires, et équipement acquis sur un financement antérieur et contribuant aux recherches) sont proposés ci-dessous.

	AAP Recherche Région Direction Recherche	CCMA		BRGM		EPOC	
	Contribution financière	Contribution financière	Auto financement	Contribution financière	Auto financement	Contribution financière	Auto financement
Allocation Doctorale	49	49					
Fonctionnement Doctorat (Frais de gestion, missions/déplacements)		12.5					15
Co-Encadrement Thèse BRGM					54		
sous-total	179.5						
Allocation Post-Doctorale (1,5 ans)	34,5	34,5					
Fonctionnement Doctorat (Frais de gestion, missions/déplacements)		8.5					5
Co-Encadrement Post-Doc BRGM					23		
sous-total	105.5						
Action BRGM (Frais de personnel)		36.5			36.5		
sous-total	73						
Investissement	13					13	
Total	96.5	141	0	0	113.5	13	20
Sous total des contributions (financière + autofinancement) par entité (K€ HT)	96.5	141		113.5		33	
Ratio contribution entité (financière + autofinancement)/total projet	25%	37%		30%		9%	
Total Projet (K€ HT)	384						

III. COMPÉTENCES DES ÉQUIPES INTERVENANT DANS LE PROJET DE RECHERCHE

III.A. PERSONNELS IMPLIQUÉS DANS LE PROJET PAR LABORATOIRE

Merci de renseigner de **manière exhaustive** ces données en classant les membres du projet par laboratoire/équipe de recherche.

Nom du laboratoire / de l'équipe	Nom-prénom du personnel impliqué	Qualification Enseignant-chercheur / chercheur / doctorant / ingénieur / technicien / administratif	Adresse électronique	% du temps de recherche consacré au projet
BRGM	Cyril Mallet	Ingénieur	c.mallet@brgm.fr	30%
BRGM	Alexandre Nicolae Lerma	Ingénieur	a.nicolaelerma@brgm.fr	30%
BRGM	Arthur Robinet	Ingénieur	r.robinet@brgm.fr	20%
BRGM	Deborah Idier	Ingénieur (HDR)	d.idier@brgm.fr	5%
BRGM	Franck Desmazes	Ingénieur	f.desmazes@brgm.fr	5%
BRGM	Julie Billy	Ingénieur	j.billy@brgm.fr	5%
EPOC	Bruno Castelle	Chercheur (DR2 CNRS)	bruno.castelle@u-bordeaux.fr	30%
EPOC	Vincent Marieu	Ingénieur (IR1 CNRS)	vincent.marieu@u-bordeaux.fr	20%
EPOC	Stéphane Bujan	Ingénieur (IE HC CNRS)	Stephane.bujan@u-bordeaux.fr	5%
EPOC	Detandt Guillaume	Ingénieur (IE2 UB)	Guillaume.detandt@u-bordeaux.fr	5%
EPOC	Isabel Jalon-Rojas	Chercheuse (CR2 CNRS)	Isabel.Jalon-Rojas@u-bordeaux.fr	5%
EPOC	Aldo Sottolichio	Enseignant-Chercheur (PR2 UB)	Aldo.sottolichio@u-bordeaux.fr	5%
EPOC	Bertrand Lubac	Enseignant-Chercheur (McC1 UB)	Bertrand.lubac@u-bordeaux.fr	5%

➤ Moyens de recherche des équipes participantes utilisés dans le c

(Liste du matériel lourd en propre ou en commun)

	Capteur de pression	Profileur de courant (ADCP)	Drone marin	Drone aérien	D-GPS	Serveur de calcul
BRGM	3	2	-	-	2	-
EPOC	2	2	1	3	2	1

III.B. PARTIES PRENANTES NON ACADEMIQUES IMPLIQUEES DANS LE PROJET (PRIORITE REGIONALE N°3)

Pour les seuls projets déposés en Priorité 3 (« Sciences participatives »), renseigner ici de manière précise les parties prenantes non académiques contribuant directement au projet de recherche.

Nom de la structure de rattachement	Type de structure (ex. : entreprise, association, collectivité, interprofession, etc.)	Champ thématique d'activité de la structure (ex : santé, environnement, culture, etc.)	Nom-prénom du personnel impliqué	Temps consacré par le personnel au projet (estimation en nb de jours)
Communauté de Commune Nord Médoc	Collectivité territoriale	Développement économique, Espace communautaire, Gestion des milieux aquatiques, prévention des inondations ...	Vincent Mazeiraud	10 j/an

Thèses se rapportant au projet dans les équipes impliquées (3 dernières années) :

Sujet de thèse, nom de l'étudiant et du Directeur de Thèse. Seules les thèses encadrées dans le cadre des équipes intervenant dans le projet de recherche sont à considérer.

- * « Modélisation de l'évolution long-terme du trait de côte le long des littoraux sableux dominés par l'action des vagues », Arthur Robinet, Dir. B. Castelle, D. Idier (2014-2017)
- * « Evolution morphologique actuelle d'une flèche littorale holocène, Le Cap Ferret, à l'embouchure du Bassin d'Arcachon », Alphonse Nahon, Dir. J. Mugica/C. Mallet, N.Sénéchal (2013-2018)
- * « Barres d'avant côte et trait de côte : dynamique, couplage et effets induits par la mise en place d'un atténuateur de houle », Clément Bouvier, Dir. B. Castelle, Y. Balouin (2016-2019)
- * « Etude de la dynamique instationnaire des vagues et des circulations associées en milieu littoral », Arthur Mouragues, Dir. P. Bonneton, B. Castelle, V. Marieu (2017-2020)
- * « Modélisation passée et future de l'évolution du trait de côte sableux et des incertitudes associées : vers une approche holistique » Maurizio D'Anna, Dir. B. Castelle, D. Idier (2018-...)

Masters se rapportant au projet uniquement (3 dernières années) :

Sujet de Master, nom de l'Etudiant

- * Évolutions géomorphologiques associées à un projet de renaturation du trait de côte : exemple d'un démantèlement sur le littoral de Soulac-sur-Mer, Charlie Languedoc (BRGM/Université Paris1 Panthéon-Sorbonne, 2020)
- * Evaluation des performances des modèles numériques d'élévation issus de l'imagerie tri-stéréo Pléiades pour le suivi de l'évolution morphologique des dunes littorales, Mannaïg L'Haridon (Université de Bordeaux, 2018)
- * Assessing the applicability of Pléiades tri-stereo imagery (0.5 m resolution) in generating small-scale digital surface models of beach dunes, Jordan Gacutan (Université de Bordeaux, 2017)

Liste des principales publications, se rapportant au sujet du projet envisagé, réalisées par les chercheurs impliqués dans le projet (3 dernières années)

1 - Livres ou revues, auteurs, titres, références de publications, année (Prière de souligner ou de mettre en gras les auteurs participant au projet de recherche)

Livres et chapitres de livres :

- **Castelle B.**, Harley M.D. (2020) Extreme events: impact and recovery. In: Sandy Beach Morphodynamics, Ed. D. Jackson & A.D. Short, Elsevier, 533-556
- **Mallet C.** in Cerema, 2020, Dynamiques et évolution du littoral. Fascicule 7 : Synthèse des connaissances de la pointe de Suzac à la frontière espagnole. Collection : Connaissances. ISBN : 978-2-37180-339-8
- Rocle N., **Mallet C.**, **Castelle B.**, Chaumillon E. et al. (2019) Changement climatique et risques littoraux : apports scientifiques pour une adaptation durable et juste, In Territoires Océans : Acteurs et Solutions, 4-41, Rapport soumis au Président Macron au G7 le 24 août 2019.
- **Castelle B.**, Chaumillon E. (2019) Coastal Evolution under Climate Change along the Tropical Overseas and Temperate Metropolitan France. Journal of Coastal Research, Special Issue No. 88, 208 pages, Coconut Creek (Florida), ISSN 0749-0208.

- **Castelle B.**, Abadie, S., Bertin X., Chaumillon E., Le Cozannet G., Long N. (2018) Modification du Littoral, In Anticiper les Changements Climatiques en Nouvelle-Aquitaine : Pour agir dans les territoires, 305–329, Ed. Région Nouvelle-Aquitaine, Bordeaux, France.

Articles:

Robin, N., Billy, J., **Castelle, B.**, Hesp, P., **Nicolae Lerma, A.**, Laporte-Fauret, Q., ... & Michalet, R. (2020). 150 years of Foredune initiation and evolution driven by human and natural processes. *Geomorphology*, 107516.

D'anna M., **Idier D.**, **Castelle B.**, Le Cozannet G., Rohmer J., **Robinet A.** (2020) Impact of model free parameters and sea-level rise uncertainties on 20-years shoreline hindcast: the case of Truc Vert beach (SW France), *Earth Surface Processes and Landforms*, 45 (8), 1895-1907

Montaño J., Coco G., Antolínez J.A.A., Beuzen T., Bryan K.R., Cagigal L., **Castelle B.**, Davidson M.A., Goldstein E.B., Ibaceta R., **Idier D.**, Ludka B.C., Masoud-Ansari S., Méndez F.J., Murray A.B., Plant N.G., Ratliff K.M., **Robinet A.**, Rueda A., Sénéchal N., Simmons J.A., Splinter K.D., Stephens S., Townsend I., Vitousek S., Vos K. (2020) Blind testing of shoreline evolution models, *Scientific Reports*, 10 (1), 2137.

Robinet A., **Castelle B.**, **Idier D.**, Harley M.D., Splinter K.D. (2020) Controls of local geology and cross-shore/longshore processes on embayed beach shoreline variability, *Marine Geology*, - 422, 106118.

Castelle B., **Robinet A.**, **Idier D.**, D'Anna M. (2020) Modelling of embayed beach equilibrium planform and rotation signal. *Geomorphology*. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2020.107367>.

Cooper, J. A.G., Masselink, G., Coco, G., Short, A.D., **Castelle, B.**, Rogers, K., Anthony, E., Green, A.N., Kelley, J.T., Pilkey, O.H., Jackson, D.W.T., 2020. Sandy beaches can survive sea-level rise. *Nature Climate Change*, 10 (11), 993-995, doi:10.1038/s41558-020-00934-2.

Nicolae Lerma A., **B. Castelle, V. Marieu**, T. Bulteau, N. Bernon, **A. Robinet, C. Mallet** (2020) Decadal beach-dune profile evolution along a 230-km high-energy mesotidal sandy coast, (soumis *Marine Geology*)

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*, 103974.

Castelle B., **Marieu V.**, **Bujan S.** (2019) Alongshore-variable beach and dune changes on the timescales from days (storms) to decades along the rip-dominated beaches of the Gironde Coast, SW France. In: **Castelle, B.**, Chaumillon, E. (eds.), *Coastal Evolution under Climate Change along the Tropical Overseas and Temperate Metropolitan France*, *Journal of Coastal Research*, SI 88, 157–171.

Dodet G., **Castelle B.**, Masselink G., Scott T., Davidson M., Floc'h F., Jackson D., Suanez S. (2019) Beach recovery from extreme storm activity during the 2013/14 winter along the Atlantic coast of Europe, *Earth Surface Processes and Landforms*, 44, 393-401.

Laporte-Fauret Q., **Marieu V.**, **Castelle B.**, Michalet R., **Bujan S.**, Rosebery D. (2019) Low-cost UAV for high-resolution and large-scale coastal dune change monitoring using structure from motion photogrammetry, *Journal of Marine Science and Engineering*, 7(3), 63

Le Cozannet G., **Bulteau T.**, **Castelle B.**, Ranasinghe R., Woppelmann G., Rohmer J., Bernon N., **Idier D.**, Louisor J., Salas-y-Méla D. (2019) Quantifying uncertainties of sandy shoreline change as sea level rises, *Scientific Reports*, 9 : 42.

Bouvier C., **Castelle B.**, Balouin Y. (2019) Modeling the Impact of the Implementation of a Submerged Structure on Surf Zone Sandbar Dynamics. *Journal of Marine Science and Engineering*, 7(117)

Castelle B., Dodet G., Masselink G., Scott T. (2018) Increased winter-mean wave height, variability and periodicity in the North-East Atlantic over 1949-2017, *Geophysical Research Letters*, 45(8), 3586-3596.

Castelle B., Guillot B., **Marieu V.**, Chaumillon E., Hanquiez V., **Bujan S.**, Popeschi C. (2018) Spatial and temporal patterns of shoreline change of a 280-km high-energy disrupted sandy coast from 1950 to 2014 : SW France, *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 200, 212-223.

Nicolae-Lerma A., **Bulteau T.**, Muller H., Decarsin C., Gillet R., Paris F., Biauxque M., Sénéchal N., **Castelle B.** (2018) Towards the Development of a Storm erosion EWS for the French Aquitaine Coast. *Journal of Coastal Research*, SI85: 666-670.

Robinet A., **Idier D.**, **Castelle B.**, **Marieu V.** (2018) A reduced-complexity shoreline change model combining longshore and cross-shore processes: The LX-Shore model, *Environmental Modelling & Software*, 109, 1-16.

Jalón-Rojas I., **Sottolichio A.**, Hanquiez V., Fort A., Schmidt S. (2018) To what extent multidecadal changes in morphology and fluvial discharge impact tide in a convergent (turbid) tidal river. *Journal of Geophysical Research-Oceans*, 123, 5, 3241-3258

Castelle B., Dodet G., Masselink G., Scott, T. (2017) A new climate index controlling winter wave heights along the Atlantic coast of Europe: The West Europe Pressure Anomaly, *Geophysical Research Letters*, 44, doi:10.1002/2016GL072379

Angruureng D.B., Almar R., Sénéchal N., **Castelle B.**, Addo K.A., **Marieu V.**, Ranasinghe R. (2017) Shoreline resilience to individual storms and storm clusters on a meso-macrotidal barred beach, *Geomorphology*, 290, 265-276.

Bouvier C., Balouin Y., **Castelle B.** (2017) Video monitoring of sandbar-shoreline response to an offshore submerged structure at a microtidal beach, *Geomorphology*, 295, 297-305.

Castelle B., Bujan S., Ferreira S., Dodet G. (2017) Foredune morphological changes and beach recovery from the extreme 2013/2014 winter at a high-energy sandy coast, *Marine Geology*, 385, 41-55.

2 - Communications et conférences se rapportant au projet de Recherche - Voir ci-dessus.

Bouvier, C., **Castelle, B.**, Balouin, Y., Splinter, K.D., Dubarbier, B. (2019). Cross-shore sandbar response to an artificial reef: an intersite comparison. *Coastal Sediments'19*, Tampa, USA.

Castelle, B., Dodet, G., Masselink, G., Scott, T. (2019). Climate control on wave activity in the Northeast Atlantic and impacts on beach erosion and recovery along the west coast of France. *Coastal Sediments'19*, Tampa, USA.

Montano, J., Coco, G., Antonilez, J.A., Beuzen, T., Bryan, K., Cagical, L., **Castelle, B.**, Davidson, M., Goldstein, E., Ibaceta Vega, R., **Idier, D.**, Ludka, B., Massoud Ansari, S., Mendez, F., Murray, B., Plant, N., Robinet, A., Rueda, A., Senechal, N., Simmons, J., Splinter, K.D., Stephens, S., Towned, I., Vitousek, S., Vox, K. (2019). Shorecasts: a blind-test of shoreline models. *Coastal Sediments'19*, Tampa, USA.

Bouvier, C., Balouin, Y., **Castelle, B.** (2018). Réponse morphologique de la plage du Lido de Sète suite à l'installation d'un ouvrage atténuateur de houle. *Xvèmes Journées Nat. de Génie Côtier et Génie*, La Rochelle, France.

Castelle, B., Dodet, G., Masselink, G., Scott, T. (2018). Un indice climatique contrôlant les conditions de vagues en hiver le long de la côte atlantique européenne : WEPA (West Europe Pressure Anomaly). *Xvèmes Journées Nationales de Génie Côtier et Génie Civil*, La Rochelle, France.

Robinet, A., **Idier, D.**, **Castelle, B.**, **Marieu, V.** (2018) LX-Shore : Un nouveau modèle d'évolution du trait de côte pour les littoraux sableux dominés par l'action des vagues. *Xvèmes J. Nat. Génie Côtier et Génie Civil*, pp 273-282.

Castelle, B., Dodet, G., Masselink, G., Scott, T. (2017). The West Europe Pressure Anomaly (WEPA) : a simple sea-level-pressure based climate index controlling winter wave heights along the western coast of Europe from Portugal to UK. *Coastal Dynamics'17*, Helsingor, Denmark.

Bouvier, C., Balouin, Y., **Castelle, B.** (2017). Nearshore bars and shoreline dynamics associated with the implementation of a submerged breakwater : topobathymetric analysis and video assessment at the Lido of Sète Beach. *Coastal Dynamics'17*, Helsingor, Denmark.

Robinet, R., **Castelle, B.**, **Idier, D.**, **Marieu, V.**, Splinter, K.D., Harley, M.D. (2017). On a reduced-complexity shoreline model combining cross-shore and alongshore processes. *Coastal Dynamics'17*, Helsingor, Denmark.

Votre équipe et celles participant au projet, a-t-elle (ou ont-elles) déjà bénéficié de financements publics pour une opération précédente concourant au projet dans les 5 dernières années ?

ANNEE	NOM DU PORTEUR	TITRE DU PROJET	TYPE DE FINANCEMENT (CPER, REGION APPEL A PROJETS, FEDER, ANR...)	N° DE REFERENCE DU PROJET	NATURE ET MONTANT DE L'AIDE (INVESTISSEMENT, FONCTIONNEMENT, ALLOCATION)
2019-2022	A. NICOLAE LERMA	ARCADE	ESR 2019	2019 – 1M2R01	ALLOCATIONS : 133K€ INVESTISSEMENT : 15K€

2018-2021	D. IDIER	MODELING OF SANDY SHORELINE EVOLUTION AND ITS UNCERTAINTIES, PAST AND FUTURE: TOWARD A HOLISTIC APPROACH	MAKE OUR PLANET GREAT AGAIN	MC 927923G	
2017-2021	B. CASTELLE	MARRYING COASTAL SAFETY OBJECTIVES WITH NATURAL DEVELOPMENT OF SAND DUNES	ANR	ANR-17-CE01-0014	598k€ (INVESTISSEMENT, FONCTIONNEMENT ET SALAIRE)
2018-2021	P. BONNETON	VAGUES EXTREMES EN MILIEU COTIER, IMPACT ET SUBMERSION	ESR		163,5 k€ (INVESTISSEMENT ET SALAIRE)

III.D. DEMANDES D'ALLOCATION ET INSERTION DES DOCTEURS

A compléter si des allocations sont sollicitées dans le cadre de cette candidature (remplir autant d'encarts que d'allocations sollicitées dans le cadre du projet).

Si votre projet comporte plusieurs demandes d'allocations, il est impératif de les prioriser en fonction de leur degré de nécessité au regard des objectifs du projet (de 1 à N) dans le tableau ci-dessous (ajouter autant de lignes que d'allocations demandées).

N° Allocation	Priorité
Thèse 1	1
Post-doctorat 1	1

ALLOCATION n° Thèse 1**Type d'allocation :**

- ☒ Allocation doctorale
☐ Allocation Jeune Chercheur / Post-doctorat

Titre de l'allocation :

Fonctionnement hydrosédimentaire du littoral Nord Médoc, trajectoires naturelles d'évolution à l'échelle séculaire et effets des modes de gestion

Établissement d'accueil :

Nom du laboratoire d'accueil : Université de Bordeaux
(CNRS EPOC UMR 5805)

Nom du tuteur : Bruno Castelle

Nombre de thèses en cours sous la direction du tuteur mentionné :

- ✓ total : 4
✓ dont thèses régionales : 0

Situation professionnelle des trois derniers docteurs encadrés par le tuteur :

- 1/ Mouragues Arthur
Post-doctorant EPOC
date d'obtention du doctorat : 4/12/2020
- 2/ Robinet Arthur
Ingénieur BRGM (Pessac)
date d'obtention du doctorat : 15/12/2017
- 3/ Clément Bouvier
Ingénieur BRGM (Martinique)
date d'obtention du doctorat : 24/06/2019

Actions envisagées pour le devenir professionnel du candidat pour lequel l'aide régionale est sollicitée :

Le doctorant sera intégré dans un groupe dynamique, aux compétences la morphodynamique côtière. Les relations nouées par l'équipe au travers de ses diverses activités, entre recherche et applications, offriront au candidat un éventail d'interactions avec des organismes de recherche, bureaux d'étude et institutionnels. Ce sont autant de possibilités d'insertion professionnelle qui s'ouvriront au candidat, dans des organismes publics et privés. Par ailleurs, l'équipe d'accueil aidera le candidat à divers titres :

- contacts avec des laboratoires nationaux et internationaux pour valoriser ses compétences et créer un réseau professionnel
- mise en conditions de travail en autonomie, de conduite de projet
- soutien à la participation à des colloques scientifiques de haut niveau nationaux et internationaux
- aide à la rédaction de publications scientifiques
- aide à la constitution de dossiers et à la préparation de concours
- implication dans l'encadrement de stagiaires
- participation à des salons et rencontres avec les professionnels

ALLOCATION n° Post-doctorat 1

Type d'allocation :

- ☐ Allocation doctorale
- ☒ Allocation Jeune Chercheur / Post-doctorat

Titre de l'allocation :

Modélisation des évolutions pluri-annuelles à pluri-décennales du trait de côte Nord-Médocain

Établissement d'accueil : Université de Bordeaux

Nom du laboratoire d'accueil : UMR CNRS EPOC

Nom du tuteur : Vincent Marieu

Nombre de thèses en cours sous la direction du tuteur mentionné :

- ✓ total : 0
- ✓ dont thèses régionales : 0

Situation professionnelle des trois derniers docteurs encadrés par le tuteur :

- | | |
|---|---|
| 1/ Mouragues Arthur
Post-doctorant EPOC | date d'obtention du doctorat : 4/12/2020 |
| 2/ Doré Arnaud
Ingénieur de Recherche en poste à DHI,
Copenhague, (Danemark) | date d'obtention du doctorat : 11/12/2015 |
| 3/ Birrien Florent
Post-doctorant à Alfred Wegener Institute,
Bremerhaven (Allemagne) | date d'obtention du doctorat : 14/05/2013 |

Actions envisagées pour le devenir professionnel du candidat post-doctorant sollicitée :

Le caractère très innovant du code calcul LX-SHORE garantira au candidat un passerelle d'accès vers la simulation numérique dans le domaine littoral et côtier mais lui donnera également la possibilité de s'orienter vers le développement de codes de calculs utilisant des automates cellulaires, quel que soit le domaine d'application envisagé. Comme le doctorant, le post-doctorant sera intégré dans des équipes très dynamiques d'EPOC et du BRGM, ayant de nombreux contacts dans des laboratoires de recherche internationaux. Les publications scientifiques et conférences prévues durant le temps du projet lui permettra de renforcer ses relations professionnelles dans le monde de la recherche. A l'issue de son post-doctorat, sa maîtrise de LX-SHORE et des processus littoraux à grande échelle lui permettront sans aucun doute de continuer dans la recherche dans un autre laboratoire. Par ailleurs, les applications concrètes de management du littoral et les simulations de scénarii de projection envisagés donnent un ancrage très concret à ce travail, ce qui permettra au post-doctorant de présenter un profil d'un grand intérêt pour les bureaux d'étude et collectivités littorales.

Afin de faciliter son intégration dans la vie professionnelle, le post-doctorant sera encouragé (1) à publier des articles scientifiques dans des revues de rang A, (2) à participer à des congrès nationaux et internationaux pour communiquer oralement et par l'intermédiaire de posters sur ses travaux face à la communauté scientifique, (3) à communiquer lors de restitutions face à des gestionnaires, et face au grand public sur le programme de recherche auquel il participera, (4) à encadrer des stagiaires tout au long de son doctorat. Le post-doctorant sera également soutenu pour postuler au concours de CNRS pour intégration dans un laboratoire de Nouvelle-Aquitaine pendant son séjour post-doctoral.

III.E. INDICATEURS DE PERFORMANCE DES CHERCHEURS IMPLIQUES DANS LE PROJET

Il s'agit de préciser les **indicateurs de performance de l'équipe coordonnant le projet et des équipes impliquées** dans le projet, sur les 3 dernières années :

Equipe BRGM▪ **Indicateurs scientifiques**

- Nombre total de publications soumises à comités de lecture : **45**
- Nombre de conférences invitées dans des manifestations internationales : **6**
- Chapitres d'ouvrages scientifiques [CH] : **5**

- Obtention de financements ANR / Europe

Projets ANR : RISCOPE (PI : Idier, 2017-2022)

▪ **Indicateurs socio-économiques**

- Contrats industriels ou avec acteurs socio-économiques

BRGM : Contrat État, Région Nouvelle-Aquitaine, Départements de la Gironde, des Landes, des Pyrénées-Atlantiques, SIBA : Observatoire de la Côte Aquitaine (2015-2020)

▪ **Indicateurs pédagogiques**

Les participants BRGM au projet interviennent régulièrement en M2 Sc de la Mer parcours Environnement, Eau, Littoral (E2L) de l'Université de Bordeaux ainsi qu'occasionnellement au sein de parcours de formations universitaires (e.g. Master Dynarisk (Paris 1 Panthéon-Sorbonne))

Equipe METHYS (unité EPOC)

▪ **Indicateurs scientifiques**

- Nombre total de publications scientifiques à comités de lecture: **95**
- Nombre de conférences invitées dans des manifestations internationales :**21**
- Chapitres d'ouvrages scientifiques [CH] : **5**
- Obtention de financements ANR / Europe
 - **Projets ANR** : CHIPO (PI : Castelle B., 2014-2017), COASTVAR (2014-2017), SONO (PI : B. Castelle, 2018-2022)
 - **Projets EU** : MODEX (HYDRALAB+, 2018-2019)
- Prix, distinctions scientifiques et membres d'organismes prestigieux:
 - Promotion 2017 « Jeunes Talents du CNRS » (B. Castelle)
 - Editeur Associé pour *Journal of Geophysical Research – Oceans* et *Ocean Dynamics* (B. Castelle)
 - Comité de lecture de la conférence internationale Coastal Dynamics (P. Bonneton, B. Castelle)
 - Expert du Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur, HCERES, (P. Bonneton)
 - Comité de rédaction de l'ARP « MathsInTerre » de l'ANR (P. Bonneton)
 - Membre du Comité Acclimaterra sur les impacts du Changement Climatique en Aquitaine (B. Castelle)
 - Membre du Comité RipSafe de l'*International LifeSaving Federation* pour la sécurité de la baignade (B. Castelle)
 - Coordination nationale du Service National d'Observation Dynalit (35 sites littoraux en France métropolitaine et Outre-Mer) labélisé par le CNRS-INSU (B. Castelle)

▪ **Indicateurs socio-économiques**

- Contrats industriels ou avec acteur socio-économique
 - Contrat SHOM (PROTEUS/DUNE, 2013-2015) : étude de la dynamique des dunes, P. Bonneton
 - Contrat avec la Société I-SEA, Mesures de courant dans la Loire (2016), N. Bonneton et G. Detandt
 - Contrat avec la Société DHI, Mesures de la turbidité à Dunkerque (2015), N. Bonneton et G. Detandt
 - Projet NEMO porté par INEO-GDF-SUEZ (financement 50% Région Aquitaine - Volet transfert technologique) ; B. Castelle et V. Marieu
 - Projet FUI DRONEO (porté par R&Drone, 2013-2017) ; V. Marieu, G. Detandt
 - Contrat Office National des Forêts (ELEMENTS, 2016-2018) ; V. Marieu, B. Castelle

▪ **Indicateurs pédagogiques**

La plupart des chercheurs de METHYS sont très fortement impliqués dans les filières d'enseignement des universités de Bordeaux, en particulier dans les domaines concernant la dynamique du littoral et la physique de l'environnement, et participent également au Master international WAPE (ParisTech), et interviennent dans certaines grandes écoles (e.g. Ecole Nationale de Météorologie)

IV. INDICATEURS DE SUIVI DE L'IMPACT DU PROJET

Les projets soutenus dans le cadre de l'appel à projets feront l'objet d'un **suiti** permettant d'évaluer leurs impacts en regard des ambitions et priorités de la politique régionale de soutien à la recherche.

Les **indicateurs** permettant d'éclairer ce suivi pendant la durée du projet seront choisis lors du dépôt du dossier de demande de subvention, à partir de la liste ci-dessous.

Il conviendra de renseigner un maximum d'indicateurs dans le tableau ci-dessous.

Transfert vers le monde socio-économique	Prévu	Réalisé
Nombre de collaborations*** avec des partenaires socio-économiques (entreprises, associations, collectivités...) dont le projet est à l'origine	2	
Préciser le type de partenaire : entreprises (1) collectivité locale (2) association (3) gestionnaire (4)	2,4	
Nombre d'actions de diffusion scientifique auprès du grand public et public scolaire (animations, manifestations) organisées dans le cadre du projet	3	
Nombre d'actions de communication auprès du grand public réalisées sur le thème du projet : revues, médias, internet...	3	
Nombre de nouvelles actions pédagogiques (formation initiale, formation professionnelle) élaborées sur la thématique du projet		
Préciser le type d'action engagée (nouvelle Unité d'Enseignement, etc.)		
Nombre de démarches liées à la propriété intellectuelle (dépôt de brevet, droit d'auteur, marque...) effectuées dans le cadre du projet		
Brevet		
Droit d'auteur		
Marque		
valorisation (licence d'exploitation...)		
Reconnaissance du porteur de projet comme expert par des acteurs socio-économiques (hors recherche institutionnelle) pour une aide à la décision (nombre de contributions/sollicitations)	12	
Impact sur l'emploi et la création d'entreprise en Région	Prévu	Réalisé
Nombre de personnels R&D (hors chercheurs) <u>recrutés</u> pour ce projet (ETP) dans les <u>organismes de recherche</u>		
Nombre de personnels R&D <u>affectés</u> à ce projet par les <u>partenaires</u> (ETP)		
Nombre de personnels R&D <u>recrutés</u> pour ce projet par les <u>partenaires</u> (ETP)		
Nombre de postes de R&D pérennes (chercheurs, ingénieurs, techniciens) créés à échéance du projet dans les <u>organismes de recherche</u>		
Nombre d'emplois directs additionnels créés à échéance du projet par les <u>partenaires</u>		
Nombre d'entreprises (ou entité économique) créées ou en cours de création en lien avec le projet		

Accroissement de la reconnaissance scientifique et de la visibilité du ou des laboratoires impliqués dans le projet	Prévu	Réalisé
Nombre de publications réalisées sur le thème du projet dans des revues scientifiques	6	
dont rang A	6	
Nombre de distinctions obtenues sur le thème du projet : prix, label, reconnaissance		
Citer la plus haute		
Participations en tant qu'invités ou conférenciers à des congrès en lien avec le projet	3	
dont internationales		
Nombre de manifestations scientifiques organisées à l'initiative du laboratoire sur le thème du projet	3	
dont internationales		
Nombre de contrats* de recherche générés au cours du projet	1	
montant (en k€)	75k€	
Nombre de projets européens en lien avec ce projet (laboratoire ou porteur du projet)		
dont comme coordinateur		
Nom du projet		
Attractivité : accueil de chercheurs et/ou nouvelles équipes dans la région	Prévu	Réalisé
Nombre de chercheurs accueillis dans le cadre du projet	5	
Doctorants (dont internationaux)	3	
Chercheurs (dont internationaux)	3	
Nombre de chercheurs accueillis durablement dans le cadre de ce projet (plus d'un an)		
Citer le(s) dispositif(s) ayant permis ou financé l'accueil		

* par contrat de recherche, on entend les contrats doctoraux, les conventions CIFRE, ...

** Par partenaires, on entend entreprises, associations, collectivités locales, etc.

*** par collaboration, on entend : contrats, partenariats, marchés publics, mises à disposition...

REMARQUES :

- La colonne "**prévu**" est remplie au moment du dépôt du projet ; elle exige un travail d'anticipation, parfois impossible comme pour les distinctions obtenues ou la reconnaissance des porteurs de projet pour une aide à la décision dans domaines socio-économiques en lien avec le projet.
- Les informations attendues dans la colonne "**réalisé**" seront renseignées au moment de la restitution finale du dossier.



RÉGION
**Nouvelle-
Aquitaine**

DOSSIER DE DEMANDE DE SUBVENTION VOLET RECHERCHE

APPEL A PROJETS ESR 2021

Argumentaire de la priorité régionale visée

Titre du projet de recherche : ESTOC

Fonctionnement hydro-sédimentaire de la passe sur de l'ESTuaire de la Gironde et du Nord MédOC, trajectoires d'évolution à l'échelle séculaire, modélisation des évolutions pluriannuelles à pluri-décennales du trait de côte et effets des modes de gestion

NOM ET LABORATOIRE DU CHERCHEUR / ENSEIGNANT-CHERCHEUR COORDINATEUR DU PROJET : *(ces éléments doivent être strictement identiques à ceux saisis en ligne sur l'application MDNA):*

- Cyril Mallet (BRGM Nouvelle-Aquitaine)

NOM DE L'ÉTABLISSEMENT BÉNÉFICIAIRE CHEF DE FILE (établissement tutelle du coordinateur du projet) *(ces éléments doivent être strictement identiques à ceux saisis en ligne sur l'application MDNA)*

- BRGM

NOM DU (DES) ÉTABLISSEMENT(S) FINANCIER(S) PARTENAIRE(S)* (établissements bénéficiaires associés) et d'un contact scientifique responsable par établissement *(ces éléments doivent être strictement identiques à ceux saisis en ligne sur l'application MDNA) :*

- EPOC : Bruno Castelle

LISTE DES ACTEURS SOCIO-ÉCONOMIQUES RÉGIONAUX CONCERNES ET/OU PARTENAIRES DU PROJET *(ces éléments doivent être strictement identiques à ceux saisis en ligne sur l'application MDNA) :*

- Communauté de Commune Médoc Atlantique : Vincent Mazeiraud

* Il ne s'agit pas des établissements co-tutelles des laboratoires concernés mais des autres partenaires académiques régionaux qui souhaitent bénéficier d'une aide régionale dans le cadre de ce projet (bénéficiaires associés).

I. PRIORITE REGIONALE VISEE PAR LE PROJET

Afin d'être éligible à l'Appel à projets ESR volet Recherche, tout projet déposé doit viser **une, et une seule, des trois priorités régionales de soutien à la recherche** (le choix de la priorité doit être identique à la saisie en ligne sur l'application MDNA).

Veuillez cocher la priorité visée par le projet et compléter de manière précise l'argumentaire correspondant ci-après **(3 à 5 pages)**.

<input type="checkbox"/>	<u>Priorité n°1</u> : Favoriser le développement économique régional durable et l'innovation des filières
<input checked="" type="checkbox"/>	<u>Priorité n°2</u> : Accélérer les transitions en lien avec les grands défis sociétaux et environnementaux
<input type="checkbox"/>	<u>Priorité n°3</u> : Soutenir des projets de sciences participatives pour renforcer les interactions science – société



RÉGION
**Nouvelle-
Aquitaine**

II. ARGUMENTAIRE DETAILLE – PRIORITE REGIONALE

1. PRIORITE 2 : ACCELERER LES TRANSITIONS EN LIEN AVEC LES GRANDS DEFIS SOCIETAUX ET ENVIRONNEMENTAUX

ENJEUX ET APPLICATIONS

1 – En quoi le projet contribue-t-il au renforcement des connaissances scientifiques en réponse aux grands enjeux régionaux en matière de transitions environnementales, sociales ou sociétales ?

La Région Nouvelle-Aquitaine est affectée par différents type d'aléas dont l'érosion littorale. Le secteur littoral étudié (le Nord Médoc) fait partie des territoires les plus concernés par l'érosion en Europe et nécessite à ce titre une stratégie de gestion des risques côtiers ambitieuse, intégrée et répondant sur le long terme à la problématique de l'érosion chronique d'un littoral aménagé. La difficulté majeure de la mise en œuvre d'une telle stratégie repose sur la forte incertitude associée à la prévision de ces aléas à court et moyen terme.

Les objectifs innovants du projet sont de permettre (i) un nouvel état des connaissances des dynamiques hydro-sédimentaires à l'échelle de l'embouchure de la Gironde où les dernières études spécifiques datent de plus de 20 ans ; (ii) le développement et l'application d'un modèle numérique capable de simuler l'évolution de trait de côte sur de grandes échelles spatio-temporelles dans un environnement énergétique en érosion chronique et intense, en présence d'ouvrages et de rechargements de plage, et pouvant ensuite être appliqué à d'autres environnements ; et (iii) d'exploiter ces connaissances nouvelles pour appuyer la réalisation potentielle d'un « méga-rechargement » en sable ($<M.m^3$) et/ou de retrait des enjeux menacés par le recul du trait de côte et/ou le maintien ou renforcement d'ouvrages de défense. Dans le cadre des modes de gestion des littoraux en érosion, les méga-rechargements n'ont été que peu envisagés en Europe et ils n'ont été mis en œuvre qu'uniquement au sein d'environnements très différents de celui de la côte de Nouvelle-Aquitaine. La contribution d'une recherche scientifique d'excellence vers des solutions de gestions ambitieuses et vertueuses des points de vue environnementaux, sociaux et économiques sur ce littoral emblématique pourra faire écho à l'échelle internationale, notamment dans la mise en place de solutions fondées sur la nature et face aux défis actuels et futurs que représentent l'aménagement et la gestion durable des littoraux sableux face aux impacts du changement climatique.

2 – Les perspectives d'applications des résultats de la recherche envisagée, en réponse à ces enjeux sociétaux et environnementaux sont-elles identifiées ? À travers quelles démarches, réflexions, participation à des réseaux ou modalités (appui de politiques publiques et éclairage de la décision, ressourcement de pratiques d'acteurs, partage d'expertise, etc.) ? Quels sont les contacts/partenariats construits en vue de formaliser ces applications ?

Du fait d'une implication active au sein du projet et prenant en considération que celui-ci a été construit autour des besoins de connaissances exprimés par la Communauté de Communes Médoc Atlantique, il est attendu que les résultats obtenus soient directement valorisables et exploitables dans le cadre des actions de gestions mises en œuvre au sein de la Stratégie Locale de Gestion de la Bande Côtière (SLGBC) de la pointe Nord Médoc.

Le projet permettra (i) de constituer un nouvel état de l'art sur le fonctionnement hydro-sédimentaire du littoral Nord Médocain accompagné de schémas de synthèse de fonctionnement directement à destination des gestionnaires et (ii) la mise en place d'outils de modélisation avec pour finalité d'éclairer les prises de décision en matière de gestion opérationnelle de la bande côtière à moyen, voire à long terme.

Cette connaissance devra être intégrée aux réflexions futures pour optimiser le plan d'action de la SLGBC (plan de gestion des sédiments, protocole de suivi des évolutions de la bande côtière...) qui repose aujourd'hui uniquement sur des projections d'évolution du littoral déterministes, par opposition à des projections probabilistes qui seront ici produites, permettant d'appréhender, notamment, les incertitudes ainsi que des scénarios pessimistes. Ainsi ce projet apportera des éléments de connaissances actualisés des aléas littoraux, de manière à préparer les trajectoires d'adaptation selon différents scénarios d'évolution du littoral, d'acceptation sociale, de capacité à agir.

Afin de s'assurer que les résultats du projet puissent être directement exploitables dans un cadre étude sur l'adaptation des sociétés, tout au long du projet, un accompagnement par un ou plusieurs spécialistes de ces thématiques des sciences humaines et sociales sera mis en place. Cette association entre experts des sciences physiques du littoral et des sciences humaines et sociales permettra un partage des connaissances entre ces communautés de recherche et pourra constituer la base d'un éventuel projet complémentaire permettant de traiter spécifiquement les questions de l'acceptabilité des modes de gestion et de l'adaptation des sociétés à moyen terme.

3 – Argumentez précisément la manière dont le projet est connecté aux politiques publiques régionales, notamment, mais sans exclusive, en matière de :

- **santé publique et durable et résilience globale des territoires, en tenant compte notamment des impacts de la crise sanitaire COVID-19 et des crises économiques et sociales associées ;**
- **transitions environnementales et énergétiques définies dans le cadre de la feuille de route Néo Terra ([cf. Annexe](#)).**

Parmi les ambitions régionales en termes de transitions écologique et énergétique, la Région Nouvelle-Aquitaine porte au sein de la feuille de route Néo Terra l'**Ambition 5**, « Développer et systématiser un urbanisme durable » et plus particulièrement le **Défi 3**, « S'adapter pour protéger les populations des risques naturels ». De plus, le Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) prévoit en particulier les objectifs suivants :

- Objectif stratégique 1.3 « Donner à tous les territoires l'opportunité d'innover et d'expérimenter » #Objectif 20 « S'inspirer de la nature et de la connaissance de la biodiversité pour construire/imaginer des leviers de développement soutenable » ;
- Objectif stratégique 2.5 « Être inventif pour limiter les impacts du changement climatique » # Objectif 62 « Définir et appliquer les stratégies locales d'adaptation par une anticipation des risques » # Objectif 63 « Reconquérir et renaturer les espaces naturels littoraux et rétro-littoraux pour limiter les conséquences des risques côtiers amplifiés par les dérèglements climatiques ».

Le projet ESTOC s'inscrit pleinement dans les ambitions de Néo Terra et les objectifs du SRADDET, précisément dans les vœux affichés d'une transition ambitieuse et adaptée des moyens de lutte contre les impacts négatifs des phénomènes naturels, le caractère innovant et expérimental du projet de la stratégie territoriale et l'anticipation des risques côtiers. Le projet ESTOC a pour objectif de proposer des réponses concrètes aux gestionnaires en étudiant la mise en place d'actions emblématiques et ambitieuses, comme certaines solutions fondées sur la nature (e.g. méga-rechargement en sable), en apportant une réflexion sur l'adaptation d'un territoire sous grandes pressions du point de vue de l'érosion littorale.

Enfin, les objectifs de recherche scientifique d'ESTOC en lien avec les risques côtiers, avec une forte vocation de finalités opérationnelles, correspondent aux ambitions portées par le futur Réseau de Recherche Régional sur le littoral (R3 Rivages) qui offrira un cadre d'échange et de réflexion partagés au sein de la communauté scientifique régionale, dans un souci de transfert d'une expertise scientifique en réponse à des enjeux sociétaux prégnants.

En fonction de l'organisation du futur R3 Rivages, nous proposons de soumettre l'avancement des travaux lors de réunions dédiées (fréquence annuelle), afin d'échanger sur les réalisations et recueillir les observations de la communauté scientifique régionale et disposer d'une expertise scientifique pour répondre notamment aux enjeux sociétaux sur le littoral

INTÉRÊT ET ENGAGEMENT DES PARTENAIRES

4 – Quels sont les acteurs régionaux qui participent au programme de recherche (associations, organisations de coordination d'acteurs économiques, collectivités territoriales, agences ou opérateurs publics ou toute autre structure porteuse d'un enjeu d'intérêt général territorialisé, etc.) ?

La Communauté de Commune Médoc Atlantique est à la fois organisme financeur et participant au projet, afin d'assurer une appropriation des recherches réalisées, une intégration et une valorisation des résultats obtenus au profit de sa stratégie de gestion à long terme. D'autres acteurs régionaux seront conviés notamment aux réunions des comités de pilotage ou de suivi, parmi lesquels le service Environnement de la Région Nouvelle-Aquitaine, l'Observatoire de la Côte Aquitaine, le GIP Littoral et d'autres porteurs de stratégies locales du littoral Néo-aquitain ainsi que le Grand Port Autonome de Bordeaux et le Parc Naturel de l'estuaire de la Gironde et de la mer de Pertuis.

5 – Quel est l'intérêt du projet pour ces acteurs ? Quelle est l'adéquation du projet avec leur stratégie ? (Cet intérêt devra également être argumenté dans les courriers partenaires) Le cas échéant, quelle est la stratégie de propriété intellectuelle envisagée pour la diffusion des résultats conjoints potentiels ?

La Communauté de Commune Médoc Atlantique (CDC MA) a été initiatrice du projet de recherche ESTOC en tant que porteur de la Stratégie locale de gestion de la bande côtière (SLGBC).

Au titre de la GEMAPI, la CDC MA met en place et anime les stratégies locales de gestion de la bande côtière face à l'érosion marine. Elle assure en particulier la maîtrise d'ouvrage des actions sur la stratégie locale de Soulac-sur-Mer au Verdon-sur-Mer. L'axe 1 du plan d'actions 2018-2021 de cette stratégie a pour objet la poursuite de la connaissance de l'aléa érosion marine et développe les 2 sous-actions suivantes :

- n°1.1.3 : Avancement de la connaissance de l'évolution des petits fonds de l'estuaire externe,
- n°1.1.4 : Avancement de la connaissance des processus hydro-sédimentaires de l'estuaire externe de la Gironde.

Dans le cadre de ces sous-actions, la CDC MA a engagé des réflexions avec le BRGM Nouvelle-Aquitaine et le laboratoire EPOC de l'Université de Bordeaux pour initier un projet de recherche visant à avancer de manière importante sur la connaissance des processus hydro-sédimentaires sur le littoral soulacais et faciliter ainsi les choix de gestion futurs. Ce projet s'inscrit dans la complémentarité et fera le lien avec une action d'étude envisagée sur la faisabilité de mise en place de techniques actives dures pour la protection du littoral (« *Etude de programmation des travaux de protection de lutte active dure du littoral de Soulac-sur-Mer* »). Les partenaires du projet suivront la réalisation de cette étude confiée à un bureau d'étude et dont les conclusions pourront constituer des éléments de scénario pour le projet ESTOC.

Les outils développés dans le projet (configuration du modèle de trait de côte LX-Shore adapté au contexte hydro-sédimentaire ainsi que l'ensemble des résultats et données produites dans le projet (données *in situ*, schémas et cartographies de synthèse, résultats de simulations) seront mis à disposition de la CDC MA. Les données collectées seront également transférées à l'Observatoire de la Côte Aquitaine pour bancarisation et mises à disposition du public.

Enfin par sa volonté de développer une approche scientifique intégrée et par les échelles spatiales envisagées (Embouchure externe de la Gironde et trait de Côte du littoral Nord Médoc), le projet fera la démonstration de la nécessité de prendre en compte les fonctionnements hydro-sédimentaires à grandes

échelles spatio-temporelles. Il fournira également des pistes méthodologiques pour appuyer la démarche d'élaboration de plans de gestion des sédiments par les différents acteurs régionaux.

6 – Quelles sont les contributions de ces acteurs au projet et pour quels bénéfices attendus ? (Estimation des moyens mis à disposition : financiers et/ou humains et/ou matériels et/ou autres).

La CDC MA contribue de manière substantielle au projet en tant que co-financeur principal. Elle participera également par un accompagnement et une participation active dans le projet (prestation de mesures topobathymétriques, campagne de mesures hydrodynamiques). Elle participera aux réunions techniques et à l'avancement du projet. Elle s'assurera que les retombées techniques et scientifiques du projet notamment par la valorisation des résultats auprès du grand public et dans la prise en compte des résultats pour des actions pratiques de gestion du risque sur le territoire.

Ce programme est de nature à améliorer les capacités à anticiper les évolutions du littoral Nord Médocain sur le temps long et à rechercher des solutions face aux défis actuels et futurs que représentent l'aménagement et la gestion durable des littoraux sableux face aux impacts du changement climatique.

Il devra également contribuer à répondre aux besoins de la Communauté de Communes Médoc Atlantique dans le cadre de la mise en œuvre de son premier plan d'actions 2018-2021 de la Stratégie Locale de Gestion de la Bande Côtière (FEDER, Région Nouvelle-Aquitaine, Etat FNADT) et dont le programme se poursuivra sur la période 2022-2027.

COLLABORATIONS ACADÉMIQUES

7 – Si le projet associe des équipes de recherche de différents sites universitaires de Nouvelle-Aquitaine : précisez le caractère novateur de cette collaboration, sa plus-value au plan scientifique et, le cas échéant, son ambition pluridisciplinaire.

Le BRGM, par son expertise scientifique de l'analyse des évolutions géologiques et géomorphologiques du littoral Aquitain, ses travaux de recherche en modélisation en océanographie côtière, son rôle d'opérateur principal de l'Observatoire de la Côte Aquitaine, ainsi que son expérience des missions d'appui aux politiques publiques jouera un rôle crucial respectivement dans le rassemblement et l'analyse de données multi-source et multi-échelle. Il permettra également au projet de bénéficier de son expérience dans l'accompagnement scientifique auprès des porteurs de stratégies locales et régionales, et au niveau national de son implication historique dans la Stratégie nationale de gestion du trait de côte en appui au Ministère de la Transition écologique et solidaire qui l'anime. Le BRGM apportera aussi le soutien nécessaire à la prise en main et au développement du code au travers de la participation du développeur principal de LX-Shore, à savoir, Arthur Robinet également fortement impliqué sur les développements de ce modèle depuis ses travaux de thèse en 2017. Le laboratoire EPOC apportera en plus de son expérience en campagne de mesures et d'instrumentation, son haut niveau d'expertise en recherche sur la compréhension des phénomènes et modélisation de l'évolution du trait de côte, faisant bénéficier au projet son important réseau de collaborations internationales afin notamment de garantir une veille scientifique relatives aux derniers développements numériques. Ce dernier point est important car les développements prévus du modèle LX-Shore, notamment via les Tâche 2 et 3, visent à conforter sa position actuelle au sein des meilleurs modèles au niveau international, et à conserver ainsi cette avance scientifique. De plus, pour la première fois ce modèle sera utilisé pour des applications de gestion opérationnelle de l'érosion du trait de côte. Cette association entre le BRGM, le laboratoire EPOC et la CDC MA aura aussi pour but de renforcer la mutualisation des protocoles de suivis du littoral existants à la fois dans le cadre historique de l'Observatoire de la Côte Aquitaine (OCA) et celui plus récent de la Stratégie locale. Cela permettra notamment de mettre en synergie l'utilisation d'outils de mesures ou d'applications innovants tels que les récents développements de services en imagerie satellitaire.

8 – Quels sont les modes de gouvernance et de coordination envisagés pour le projet ? (organisation et pilotage, représentation d'acteurs socio-économiques dans la gouvernance, plan de communication interne et externe destiné aux partenaires)

Le projet présentera une animation et un pilotage garantissant la construction d'une approche réellement intégrée entre partenaires scientifiques (BRGM/EPOC) et acteurs socio-économiques (CDC MA).

Elle se déclinera sous la forme de rendez-vous annuel (comité de pilotage) et trimestriel (comité de suivi). Le pilotage et le suivi seront assurés par le responsable de projet et les responsables de tâche seront conviés.

Les comités de pilotage permettront de suivre l'avancement du projet global, de fournir une synthèse des informations utiles au financeur, de valider les étapes et de prendre toutes les décisions utiles à l'atteinte des objectifs du projet.

Les comités de suivis seront en charge de mesurer l'avancement des travaux opérationnels, partager les points d'actualité, les franchissements d'étapes et les difficultés rencontrées, déterminer et maîtriser le reste à faire, identifier les écarts par rapport aux objectifs fixés et rendre compte de l'état du projet global. Au sein de ce comité seront associés un ou plusieurs experts de sciences humaines et sociales sur les thématiques de l'adaptation et l'acceptation des sociétés dont le rôle sera de veiller à la faisabilité d'études ultérieures sur ces thématiques s'appuyant sur les résultats du projet. D'autres acteurs socio-économiques seront sollicités comme le GIP d'autres porteurs de Stratégie locale (e.g. Lacanau, Biscarrosse, Lège-Cap Ferret, la Teste-de-Buch, CDC Ile d'Oléron...), ainsi que le Grand Port Autonome de Bordeaux, le Parc Naturel de l'estuaire de la Gironde et de la mer de Pertuis.

9 – Le projet a-t-il un lien avec un programme européen ? Si oui, précisez son articulation avec ce projet.

Néant

COMMUNICATION AUPRÈS DU GRAND PUBLIC

10– Au-delà de la valorisation académique classique, décrire les actions de communication auprès du grand public prévues pendant, et à l'issue du projet, notamment en lien avec les organismes de diffusion des sciences et techniques (ex. : centre de culture scientifique et technique – CSTI). Préciser, le cas échéant, si d'autres actions sont prévues (communications vers les acteurs socio-économiques, autres) ?

Plusieurs actions de communication des résultats auprès des acteurs socio-économiques de la Région et du grand public sont envisagées.

Ces actions pourront être portées où s'appuyer sur les actions de communication inscrites dans le plan d'action de la SLGBC Nord Médoc (2018-2021) ou inscrites au sein de son futur plan (2022-2027).

L'équipe de projet prévoit également de s'appuyer sur l'Observatoire de la Côte Aquitaine et ses missions de porter à connaissance afin de diffuser largement les résultats.

Par ailleurs, nos laboratoires bénéficient d'une visibilité à l'échelon régional, qui leur permet de communiquer sur les résultats des recherches auprès de diverses communautés, incluant le grand public, gestionnaires, et monde socio-économique. En complément des démarches précitées de communication et de partage auprès du grand public, les actions de communication suivantes peuvent être anticipées de manière non exhaustive :

- manifestations dans la cadre de la Fête de la Science (journées portes ouvertes, séminaires de vulgarisation)
- conférences sur invitation (Cap Sciences, Aquaforum Terre et Océan, collectivités)
- interviews pour la presse locale et nationale
- émissions scientifiques à la télévision ou à la radio
- articles dans des revues de vulgarisation, tables rondes.

III.DOCUMENTS A JOINDRE IMPERATIVEMENT

Il est indispensable que le lien avec la priorité régionale visée par le projet soit **conforté par les éléments suivants** :

- des **courriers de soutien** d'acteurs socio-économiques (pôles, clusters, organisations professionnelles, industriels, aménageurs, collectivités, associations d'usagers, etc.) vous trouverez ci-après un modèle de document :
 - o Courriers de partenaires attestant de **cofinancements directs du projet** ;
 - o Courriers de partenaire précisant leur **contribution au projet** (temps-homme, prêt de matériel, autres contributions en nature) ;
 - o Courriers de partenaires témoignant de **stratégies communes**.
- **tout document permettant d'étayer l'argumentation** sur les retombées, l'intérêt ou l'originalité du projet (études économiques, veille ou état de l'art national ou international, etc..).

Chaque partenaire du projet doit renseigner un courrier spécifique saisi dans le modèle proposé ci-dessous (également accessible en téléchargement sur le site <https://les-aides.nouvelle-aquitaine.fr> et sur l'application de dépôt en ligne MDNA). **Chaque courrier doit ensuite être téléchargé via l'application dans les pièces justificatives lors du dépôt du projet (item « Courriers de soutien des partenaires »).**

Toute pièce complémentaire adressée à la Région après la clôture de l'appel à projets ne sera pas prise en compte, à l'exception des attestations de cofinancements directs des partenaires qui font l'objet d'une décision à une date ultérieure ; ces cas doivent être explicitement mentionnés lors de la saisie des plans de financement dans l'application MDNA. Dans ce seul cas, ces pièces pourront être transmises, **et jusqu'au 15/03/2021 dernier délai**, à : AAP-ESR-complement@nouvelle-aquitaine.fr.

Pour les seuls cas des **cofinancements d'allocations doctorales** par des partenaires, hors établissements ESR régionaux (ex. : DGA, ADEME, CNES, CIVB, Agence de l'Eau, etc.), les justificatifs pourront parvenir à la Région dès leur obtention et **impérativement avant le 15 juin 2021 à l'adresse mail indiquée ci-dessus**.

LISTE DES COURRIERS COMPLETES PAR LES « PARTENAIRES SOCIO-ECONOMIQUES »

Nom du partenaire	Statut de la structure	Document attendu le : (si non inclus dans le dossier)
Communauté de Commune Médoc Atlantique	Collectivité territoriale	Courrier joint au dépôt de candidature. Accord de financement définitif en cours d'acquisition (prévu 1 Mars 2021)

ANNEXE

Considérant les enjeux planétaires en matière climatique et environnementale et les défis inhérents à son territoire¹, **le Conseil régional de Nouvelle-Aquitaine a adopté en juillet 2019 une ambitieuse feuille de route « Néo Terra »** qui vise à **accélérer et massifier ses actions en faveur des transitions écologiques et énergétiques**. Cette feuille de route se structure autour de 11 ambitions² qui irriguent l'ensemble des dispositifs régionaux d'accompagnement.

Les projets déposés au titre du présent Appel à projets préciseront, le cas échéant, l'ambition NéoTerra à laquelle ils contribuent.

Les éléments exhaustifs relatifs à cette feuille de route sont accessibles sur ce site : www.neo-terra.fr

1 – Favoriser l'engagement citoyen pour accélérer la transition écologique
2 – Accélérer et accompagner la Transition Agroécologique
3 – Accélérer la transition énergétique et écologique des entreprises de Nouvelle-Aquitaine
4 – Développer les mobilités « propres » pour tous
5 – Développer et systématiser un urbanisme durable, résilient, économe en ressources et qui s'adapte aux risques naturels et aux changements climatiques
6 – Construire un nouveau mix énergétique
7 – Faire de la Nouvelle-Aquitaine un territoire tendant vers le « zéro déchet » à l'horizon 2030
8 – Préserver nos ressources naturelles et la biodiversité
9 – Préserver et protéger la ressource en eau
10 – Préserver les terres agricoles, forestières et naturelles

¹ Les démarches Acclimaterra (www.acclimaterra.fr) et Ecobiose (www.ecobiose.fr), qui ont mobilisé plus de 450 chercheurs, constituent le socle scientifique du diagnostic régional en la matière.

² Seules 10 ambitions NéoTerra sont listées ici ; la 11^e relevant d'une démarche interne à la collectivité régionale.

Envoyé en préfecture le 17/02/2021

Reçu en préfecture le 17/02/2021

Affiché le

ID : 033-200070720-20210204-D04022021032-DE

