

CAHIER DES CHARGES

Suivi morphologique, modélisation de reconnexion à la mer de polder et analyse prospective de son évolution en baie d'Authie dans un contexte d'adaptation du littoral au changement climatique

Site 80-607 baie authie rive sud

dans le cadre de l'interreg MANABAS COAST
MAinstreaming NAture BAsed Solutions trough COASTal systems
Intégrer les Solutions Fondées sur la Nature dans les systèmes côtiers

DESCRIPTION ET CONTENU DE LA PRESTATION

1 - Contexte général

Le Conservatoire du littoral (Cdl) est un établissement public français, créé en 1975, afin de mener une politique foncière de sauvegarde des espaces naturels côtiers en Métropole et Outre-mer. Ses missions portent sur la préservation des équilibres écologiques, des paysages et le développement de l'accueil du public dans le respect de la sensibilité des sites.

Ses activités principales sont l'acquisition foncière, la mise en gestion des propriétés et leur valorisation. En 2024, le Cdl administre un domaine de plus de 213 000 hectares sur 900 sites. Le Conservatoire devrait à l'horizon 2050 atteindre le tiers-naturel, avec 1/3 des rivages français protégés.

Depuis plus de 15 ans, le Cdl mène des études et réflexions sur le changement climatique. En 2013, le Cdl adopte des orientations stratégiques pour promouvoir une gestion souple du trait de côte. En juillet 2016, la loi reconnaît au Cdl le droit de présenter aux collectivités publiques toutes suggestions en matière de gestion de l'interface terre-mer.

Les milieux littoraux sont très convoités pour l'habitat et les activités humaines. Or, le changement climatique fait peser sur eux des menaces croissantes, notamment l'élévation du niveau de la mer et l'augmentation de la fréquence des événements extrêmes. La conséquence en est la disparition progressive d'espaces de transition entre le milieu marin et les défenses côtières.

Le trait de côte, lui, est généralement considéré par l'homme comme intangible et les solutions d'adaptation basées sur les écosystèmes sont mal connues. Aussi, les acteurs locaux privilégient souvent les solutions basées sur la fixité du trait de côte et son aménagement systématique pour résister aux processus côtiers. Pourtant, des alternatives sont possibles grâce à la présence d'une bande de milieux naturels ou agricoles en arrière du trait de côte.

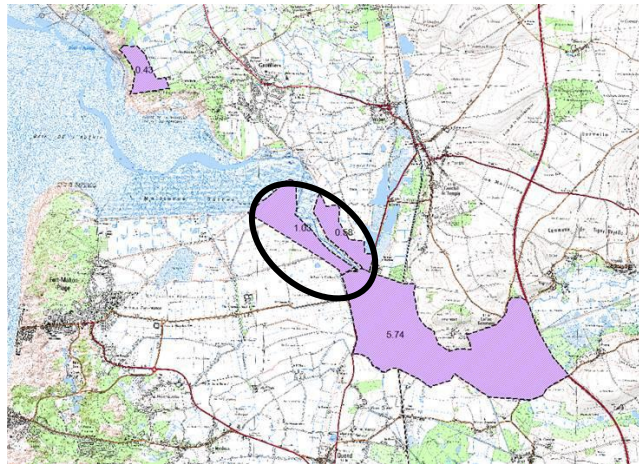
2 - Présentation du projet

La Communauté de Communes des 2 Baies en Montreuillois et le Syndicat Mixte Baie de Somme Grand Littoral Picard (SMBS-GPL) ont défini une stratégie de gestion de son trait de côte à l'échelle de la baie d'Authie qui a été reprise dans un Programme d'Action de Prévention des Inondations (PAPI). Ces deux acteurs publics sont responsables des systèmes d'endiguement. En rive nord, la CA2BM a ainsi, défini dans l'AVP l'emplacement des digues de la Mollières et de l'Enclos. En rive sud, la définition du système d'endiguement est en cours de concertation.

L'action 7.7D du PAPI prévoit l'acquisition de terres d'environ 100 ha en zone de recul sur la digue sud de la baie d'Authie. *« Les terrains situés entre le linéaire de protection actuel, et le futur linéaire de protection, sont appelés à redevenir à terme des zones non protégées. En effet :*

- *La protection de ces secteurs générerait un surcoût important (augmentation du linéaire de digue) ;*
- *La faible quantité et la faible concentration des enjeux situés dans ces zones (zones agricoles de pâturages, très faible quantité d'enjeux bâtis) ne peuvent justifier le coût supplémentaire de leur protection ;*
- *Par ailleurs, il a été démontré que le fait de rendre ces zones à mer permettrait de faire diminuer le niveau global des surcôtes dans la baie lors d'événements marins extrêmes et laisserait par la même une plus grande liberté de divagation à l'Authie fluviale ce qui résout pour une durée importante la problématique d'érosion des pieds de digues au droit des méandres de l'Authie.*

C'est pourquoi le futur linéaire de protection a été définie en arrière de ces zones. Ces zones de transition vont donc progressivement voir un retour de l'influence maritime et de la dynamique estuarienne. »



Carte extraite des fiches actions du PAPI- BSA

Dans le cadre du PAPI, le SMBS-GPL et la CA2BM analysent l'impact de la création d'un nouvel ouvrage, mais pas le devenir de la zone tampon et les scénarii d'aménagement de ces zones.

En 2016 et 2018, le Conservatoire du littoral a étendu, en accord avec les collectivités locales son périmètre d'intervention en fond de baie pour accompagner la mise en œuvre du PAPI. La gestion des terrains propriété ou affectation du Cdl, est confiée à EDEN62 au nord et au SMBS-GPL au Sud.

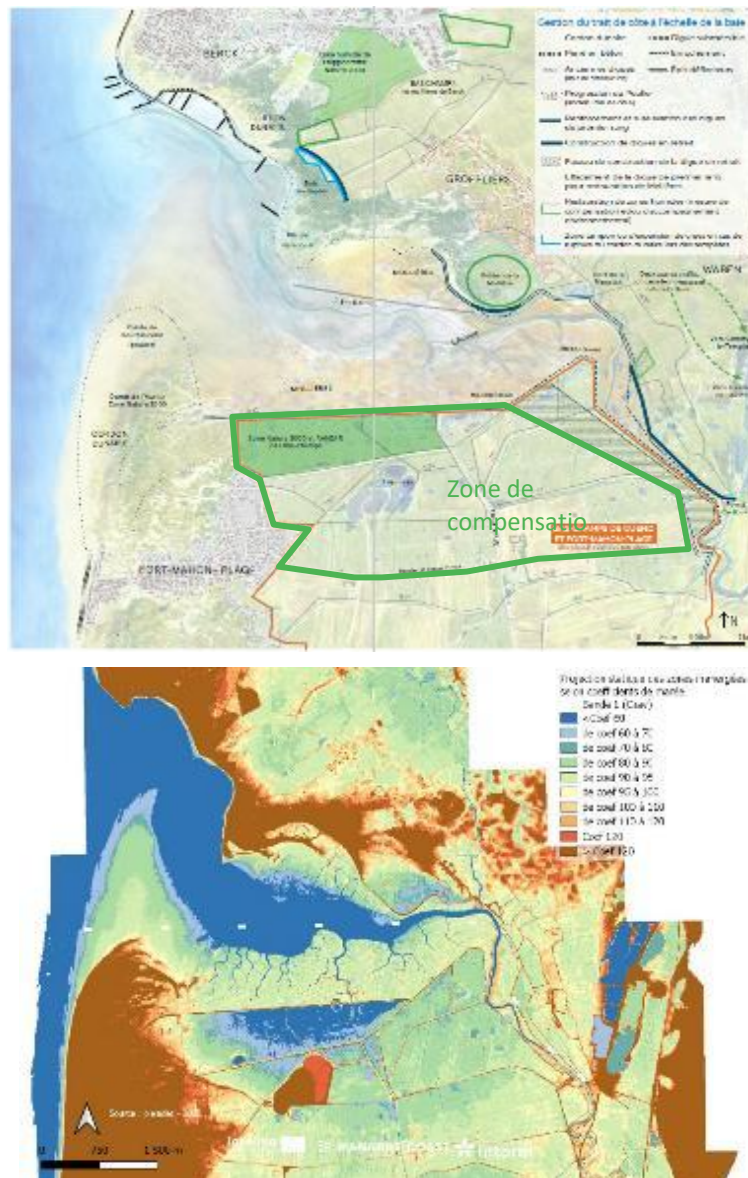
Les terrains situés entre la digue en retrait et la première devenue transparente, seront rachetés par le Conservatoire du Littoral. Ces parcelles seront maintenues en prairie, puis se transformeront à terme en pré-salé de façon involontaire, suite à la dégradation naturelle de la digue déclassée ou de façon volontaire et pro-active.

Les études paysagères ont donné à voir comment phaser la mutation de la baie d'authie pour anticiper l'élévation du niveau de la mer :

- temps 1 / se préparer à l'arrivée des eaux salées - 2020-2030
- temps 2 / accueillir les eaux salées - 2030-2050
- temps 3/ cohabiter avec les eaux salées - 2050-2070

Dans une perspective d'adaptation de ce territoire face aux effets du changement climatique, il est essentiel pour le Conservatoire du littoral de réfléchir à comment envisager l'accompagnement de l'évolution des paysages et des usages pour se préparer aux changements à venir de salinisation du milieu (submersion ou remontée de nappe).

Le travail du BRGM et du MNHN dans le cadre d'Adapto a permis de réaliser des cartes statiques d'évolution prédictives des habitats de ces zones basses.



Cette étude a pour objectif de poursuivre de façon plus précise le travail entrepris précédemment.

Fort des retours d'expériences des sites adapto de la Baie de Lancieux et de l'estuaire de l'Orne, la restauration d'écosystèmes estuariens dépend à la fois des choix d'aménagement des sites et de facteurs physiques tel la turbidité de l'eau et la création de chenaux à marée.

Or le manque de données sur la qualification des matières en suspension en fond de baie d'Authie empêche de se projeter sur le possible comblement de ces zones tampons.

De plus, pour accompagner la prise de décisions avec les acteurs locaux, il est essentiel de simuler différents scénarii de reconnexion à la mer tels que :

- Un laisser-faire de la dégradation des digues en terres en rive sud par la mer, en faveur d'une reconnexion marine avec brèche puis création d'une fosse d'érosion (similaire à celle du faire à cheval) et l'apparition d'un nouveau chenal à marée sur le DPM, suivi d'une érosion régressive des terres endiguées, le développement d'une vasière intertidale avec système schorre/slikke interne et la mise en place d'un écosystème de marais maritime (exemple du marais de Beaussais en baie de Lancieux)
- Un laisser-faire de la dégradation des digues en terres en rive sud par la divagation de la rivière, en faveur d'une reconnexion marine (dans un coude de l'Authie en fond de baie) avec une érosion régressive des terres endiguées, le développement d'une vasière intertidale avec

- système schorre/slikke interne et la mise en place d'un écosystème de marais maritime (dans l'esprit de la reconnexion de la renclôture du Mollenel en baie de Somme)
- Anticiper la reconnexion à la mer en prévoyant des travaux favorables au retour des écosystèmes de marais maritime :
 - Restaurer un réseau de filandres principaux dans le site et des mares saumâtres (cf travaux zone du maresquier à Ouistreham – estuaire de l'Orne)
 - Créer des fosses d'argiles pour obtenir les matériaux propices à la création d'ouvrages en retrait (exemple de la baie de Lancieux avec création de lagunes favorables à la restauration de zones de slikke et de schorre)
 - Créer des îlots propices à la nidification des oiseaux avec par exemple, remblai coquiller et/ou à partir des matériaux des anciennes digues de la zone reconnectée et du reprofilage terrain

Cette renaturation voulue ou forcée d'un espace endigué entraîne une série de changements paysagers et écosystémiques qui ont fait l'objet d'études scientifiques dans Adapto sur l'île Nouvelle (Estuaire de Gironde), la baie de Lancieux et estuaire de l'Orne.

Par exemple, la brèche dans une digue entraîne la pénétration des eaux et l'érosion des terres gagnées sur la mer, mais également la création d'un nouveau chenal à marée sur le Domaine Public Maritime. On constate également une érosion progressive du réseau des fossés de drainage qui s'est accompagnée d'une diminution du couvert végétal et d'un envasement de certains secteurs.

Ce nouvel équilibre avec le développement d'une dynamique de marais maritime à l'intérieur du site, s'accompagne d'une tendance générale au comblement des vasières par dépôts, et au développement de la végétation sur le schorre.

Il est ainsi prévu d'accompagner le Conservatoire du Littoral, ses gestionnaires, le Parc Naturel Marin et les collectivités locales pour mettre en place un protocole de suivi géomorphologique du fond de baie pour estimer le volume de matières en suspension en fond de baie (côté mer) et envisager le possible comblement des zones renaturées et en particulier des zones à reconnecter à la mer.

Le présent programme technique détaille les actions suivantes :

- Action 1 - Appui à l'acquisition de données et traitement des données et analyse d'indicateurs géomorphologiques
- Action 2 - Modélisations hydrodynamiques de différents scénarios de reconnexion à la mer
- Action 3 - Recommandations sur le choix d'aménagement et définition d'un protocole de suivi

3 - Objectifs de la prestation

Action 1 - Acquisition, traitement et analyse d'indicateurs géomorphologiques

Turbidité

Un facteur clé est la dynamique sédimentaire sur les futurs sites liée aux apports sédimentaires depuis la baie vers la zone à dépolderiser. Le dépôt de sédiment fait s'élever le niveau du sol propice au développement des vasières et à celui où la végétation des marais salés peut se développer. Des mesures seront réalisées pour acquérir des données sur les matières en suspension dans l'eau (MES) sur une année complète.

Le prestataire mettra en place sur le site un capteur autonome, optique ou acoustique, permettant de connaître les variations de MES au cours d'un cycle de marée. Le déploiement de cet outil doit tenir compte également des évolutions saisonnières. Le capteur devra être mis en place durant une année complète.

Le suivi des MES doit être mené en parallèle d'un suivi de la sédimentation (dépôt sédimentaire) afin d'établir les liens entre apport et dépôt. Cette problématique devra être intégrée au choix du modèle de capteur. De plus, le prestataire devra établir la relation entre les données du capteur mis en place et les relevés de terrains du suivi de la sédimentation.

Dans sa note, le prestataire détaillera et justifiera sa proposition de capteur et joindra la fiche technique du capteur proposé, ainsi que l'emplacement retenu pour son installation en précisant ce qui a motivé le

choix de la position du point du capteur. Il présentera également les méthodes qu'il mettra en oeuvre pour établir la relation entre le suivi des MES par le capteur et le taux de sédimentation sur le terrain.

Le prestataire devra prévoir une visite sur site pour valider l'implantation des capteurs ainsi qu'une réunion de préparation de la mission.

Sondage de sol et pose de piézomètres

Des mesures seront réalisées pour acquérir les données in situ suivantes pour :

- 2 sondages de sol sur le marais maritime et 3 dans les bas-champs pour évaluer la granulométrie des sédiments superficiels sur une profondeur de 5m
- Pose de 2 piézomètres pour suivre le biseau salé dans la zone tampon et l'impact de l'onde de marée sur la nappe phréatique sur une année complète ;

Dans sa note, le prestataire détaillera et justifiera sa proposition de capteur et joindra la fiche technique du capteur proposé, ainsi que l'emplacement retenu pour son installation en précisant ce qui a motivé le choix de la position du point du capteur. Il présentera également les méthodes qu'il mettra en oeuvre.

Le prestataire devra prévoir une visite sur site pour valider l'implantation des capteurs ainsi qu'une réunion de préparation de la mission.

Action 2 – Modélisations hydrodynamiques de différents scénarios de reconnexion à la mer

Préalablement à la modélisation, le prestataire devra :

- Identifier les données existantes en lien avec la dynamique de la baie (hydrodynamique, position du bouchon vaseux, altitude du plan d'eau, ...) et les producteurs de ces données pour faciliter les analyses futures ; dans la mesure du possible
- Initier la collecte de ces données ou les relations à établir pour pouvoir en disposer
- Récupérer les mesures topographiques lidar et/ou photogrammétriques acquises par le Rol et les partenaires locaux ;
- Identifier les cheminements hydrauliques (schéma de composition des écoulements d'eau douce principal et secondaire), les nœuds hydrauliques dans les futures zones tampons
- Toutes autres données ne nécessitant pas de surcoût pour la présente étude (ex. données satellitaires gratuites et disponibles, déploiement d'une Solarcam, etc.).
- Observations de certaines communautés végétales caractéristiques des milieux géomorphologiques (schorre, slikke, etc.) ; Caractériser les milieux naturels de la future zone tampon connectés au réseau hydraulique et identifier leur intérêt : diagnostic écologique (végétation aquatique et rivulaire) et qualité des eaux des canaux situés à l'amont des émissaires, évaluation de la salinité à l'intérieur du polder, dans les chenaux et fossés de drainage et cartographie la végétation à caractère halin.

Il est essentiel de comprendre la dynamique et les bilans sédimentaires locaux, et de modéliser les impacts des structures lors de la planification et de la conception de projets modifiant les processus naturels. La modélisation du climat des vagues, des courants de marée et du transport des sédiments devra aider à évaluer quelle option d'ingénierie serait la plus efficace et comment orienter les aménagements pour favoriser la restauration d'un milieu intertidal favorable à la vie sauvage.

Après avoir compiler les données existantes sur l'analyse du fonctionnement actuel du réseau d'eau pluviale des futures zones tampons. Il est attendu :

- Modélisation hydrodynamique actuelle et à 2050
- Etudier le réessuyage actuel (des eaux pluviales ou en cas de surverse de la digue de 1er rang) des futures zones reconnectées à la mer en fonction du projet de digue en retrait portées par les collectivités locales
- Proposition de 6 scénarii d'aménagement (brèches + chenal à marée et de remise en eau) avec niveau marin actuel, +20 cm d'élévation du niveau de la mer et + 40 cm = 18 scénarii (dépoldérisation par libre évolution simulation de l'élargissement des chenaux à marées sur DPM selon le retour d'expérience de la baie de lancieux ; brèche ; arasement total de l'ouvrage ; pose de dalot, restauration de filandres et méandres, création de zone de slikke ou de bas schorre, fosse d'argile pour création des nouvelles digues...)

1. brèche à l'ancienne ase d'érosion avec création d'un chenal à marée sur DPM + érosion régressive des fossés existants + brèche dans le polder de l'enclos à la buse d'évacuation avec surcreusement du chenal en aval sur DPM
2. 4 brèches dans les méandres de l'Authie sans intervention sur l'ancien réseau hydraulique ni digues dans la zone dépoldérisée (2 sur le polder du bout du monde et 2 sur le polder de l'enclos)
3. Création de 2 brèches et filandres au niveau des méandres de l'Authie sur l'enclos et bout du monde
4. Création de brèches sur bout du monde avec filandres et fosse d'argile + dalot de régulation de la marée sur enclos pour continuité du chemin et délimitation physique de la réserve de chasse pour le secteur de l'enclos
5. Arasement des 3/4 de la digue de l'enclos avec restauration de méandres (comme zone du maresquier à Ouistreham et des ¾ de la digue du bout du monde)
6. Arasement de la digue au niveau de la connexion entre les anciennes digues et nouveaux systèmes d'endiguement

Action 3 - Recommandations sur le choix d'aménagement et définition d'un protocole de suivi

La modélisation numérique (par exemple, en utilisant des progiciels de modélisation tels que Delft3D, MIKE, Telemac) sera donc utilisée pour prédire les effets de la conception du projet sur les changements volumétriques du marais salé, de la vasière intertidale et de la zone reconnectée. C'est pourquoi, ces modélisations permettront de définir clairement les objectifs de l'intervention de chaque type de gestion prévue :

- Non intervention ou restauration sans ingénierie écologique : intention de laisser évoluer le site librement et l'identifier en tant que tel dans le plan de gestion du site ;
- Intervention sur le site : à titre d'exemple, essayer d'optimiser la taille de la brèche lors du processus de conception afin de créer une ouverture stable mais pas trop large. Les modèles hydrodynamiques pourront être utilisés à cette fin mais également pour étudier les caractéristiques d'inondation et de drainage du site selon différentes options de suppression de brèches/berges définis précédemment. Ces terres utilisées à des fins agricoles contiennent un système de fossés qui pourrait être redessinés (remplissage du système de drainage de terrain existant et le système de digues d'emprunt sur le site pour briser le système de drainage linéaire et aider à rétablir un réseau de ruisseaux « naturel »). Ainsi la terre extraite du site pourrait être utilisée pour de nouveaux remblais de la digue en retrait (plutôt que d'y apporter des matériaux, et ainsi réduire les impacts environnementaux et les coûts financiers). Les bancs d'emprunt peuvent être utilisés pour créer des ruisseaux de marée, des lagons ou des dépressions peu profondes au sein du site afin d'améliorer la variété des habitats. Les altitudes du site peuvent être abaissées sur de vastes zones pour favoriser le développement des vasières, soit dans des zones plus discrètes pour créer une gamme de canaux et de lagons. Des bassins plus profonds peuvent être créés dans les chenaux des ruisseaux pour fournir des refuges aux poissons en période d'étiage.

L'objectif de cette phase d'étude est d'évaluer les avantages et les inconvénients de chaque scénario. Il sera aussi demandé d'élaborer des cartes prédictives d'évolution des milieux en fonction du choix de gestion du site. Enfin, il en découlera un programme d'actions pré-opérationnel hiérarchisé, quantifié et chiffré, visant globalement à améliorer de la fonctionnalité écologique, hydraulique et hydromorphologique en cas de reconnexion des zones tampons à la mer dans un contexte de réchauffement climatique.

Enfin, il s'agira de définir un protocole du suivi morphologique à long terme de ces zones littorales reconnectées. Cette action nécessite :

- Identifier les objets géomorphologiques à suivre et leurs descripteurs associés (des indicateurs floristiques pourront être associés à ces suivis, par exemple dans la mesure où ils caractérisent certains milieux types tels que le schorre, la slikke, etc.) ;
- Appuyer les acteurs locaux pour la mise en place d'un suivi adapté de ces objets géomorphologiques à partir des données et des outils disponibles, tels que les données satellites, bathymétriques, les levés drones (lidar et photogrammétriques), les levés DGPS, les mesures piézométriques, etc. (cf analyse des suivis des terrains français dans l'estuaire de l'Orne) ;

- Proposer des outils et méthodes de suivis à partir d'expériences existantes telles que les applications et services développés dans le cadre de l'Observatoire de la côte de Nouvelle-Aquitaine (application Transect, fiches de suivi terrain, etc.) ;

4 - Fonctionnement

L'élaboration de cette étude doit être partagée largement avec les acteurs du territoire. Dans le suivi du projet, l'accent doit être mis sur l'organisation de la concertation. La réalisation de ce travail devra être menée par le prestataire en étroite collaboration avec l'ensemble des partenaires techniques et institutionnels : Conservatoire du littoral (maître d'ouvrage de l'étude), Gestionnaires, Epci, Service de l'Etat, Parc Naturel Marin etc., ainsi que toutes les personnes dont la compétence aura été reconnue conjointement.

Une première réunion de démarrage est à prévoir, des réunions intermédiaires ainsi qu'une réunion de présentation finale. A minima, le prestataire se positionnera donc sur 6 rencontres sur site, et ce, indépendamment des contacts informels que le prestataire sera amené à prendre avec les partenaires, voire plus s'il l'estime nécessaire.

Lors de ces réunions, le prestataire assurera la présentation (powerpoint) du travail qu'il mène, les apports techniques, le bilan post-réunion et la rédaction du compte-rendu.

L'animation sera assurée en lien avec le Conservatoire du littoral (mobilisation des acteurs, propositions, relecture du compte-rendu).

Les supports de présentation de réunion devront être transmis au Conservatoire du littoral, au gestionnaire et à la mairie au moins 5 jours avant la date de la réunion.

En dehors de ces points clés de réunion, le prestataire tiendra régulièrement informé le Conservatoire du littoral, le gestionnaire et la mairie de l'avancée de son travail.

5 – Rendus

Le prestataire devra restituer les données suivantes :

- Un rapport intermédiaire présentant les résultats de cette phase de traitement de la donnée
- Un rapport final
- Des documents cartographiques illustrant à une échelle adaptée les résultats de l'état de l'étude des 18 scénarii
- Des modélisations dynamiques 3D
- Trois plan A0 du réseau hydraulique et topographique
- Un résumé non technique de 8 à 12 pages recto-verso maximum
- Des schémas de principes (à minima 12) expliquant :
 - La formation naturelle d'un pré-salé et la relation entre les niveau d'eau et la formation des filandres et chenaux
 - Les processus clés contrôlant le processus de construction du relief naturel des marais salés par le biais d'interactions dynamiques entre la végétation et la sédimentation des marais
 - Le coastal squeeze
 - Les phénomènes en cours en cas de reconnexion (fosse d'érosion, érosion régressive des fossés de drainage,...), accrétion verticale
 - Le rôle de la végétation de pré-salé constituant une première ligne de défense naturelle, utilisée en combinaison avec une série d'autres mesures pour réduire les risques d'inondation et d'érosion côtières comme par exemple la réduction de la hauteur des vagues sur un marais salant.
 - Le coastal squeeze suite à l'élévation du niveau de la mer en cours
 - La vie sauvage à marée haute et à marée basse
 - Les aspects théoriques des différentes techniques de reconnexion

a. Forme générale des documents remis

L'étude sera un document papier (format A4, à l'exception des cartes qui pourront être établies en format A3) dont la lecture en langue française devra être aisée.

Ce document sera livré en trois exemplaires papier, reliés, en couleurs, ainsi que sous version informatique en version éditable et PDF, et un exemplaire couleur reproductible non relié.

L'ensemble des cartes, photographies, tableaux, schémas de principes figurant dans le document final du plan de gestion devront être remises dans leur format d'origine.

b. Documents sous format numérique

Textes et tableaux : Logiciels utilisés au Cdl : Word/Excel/Acrobat Reader Extensions : .docx/.xlsx /.pdf ou équivalents

Bases de données : Logiciels utilisés au Cdl : Access 2000, Extension : .mdb, éventuellement .dbf ou équivalents

Présentations : format Power Point ou équivalents

Éléments graphiques (images, schémas, photos...) : Logiciels utilisés au Cdl : Adobe Photoshop, Adobe Illustrator, Extension : jpg / .bmp / .psd / .ai / .eps ou équivalents

Cartographie – SIG : Sous format « ESRI Shapefile ». Les données seront positionnées en coordonnées géographiques projetées en RGF93/Lambert 93 (code EPSG : 2154) (Décret n°2006-272 du 3 mars 2006). Les métadonnées de saisie liées aux données numérisées par le prestataire seront fournies au profil français de la norme EN-ISO 19115:2005, en vue de leur future intégration dans un géocatalogue conforme aux règles d'interopérabilité en vigueur, ce qui permettra de faire connaître l'existence de ces données à l'ensemble des utilisateurs (sans préjuger de la diffusion des données proprement dite, qui reste du ressort du maître d'ouvrage).

Les modèles de description des données seront au préalable validés par le Conservatoire et le gestionnaire.

Propriétés des données

Tous les fichiers informatiques réalisés par le prestataire dans le cadre du présent marché sont la propriété exclusive du Maître d'Ouvrage.

Celui-ci pourra les mettre à disposition et en fournir une copie aux services de l'Etat et à des collectivités, notamment son gestionnaire, ou à tout autre partenaire public ou privé et également traduire dans n'importe quelle langue, sans qu'il ne puisse être réclamer d'indemnité supplémentaire ni droit d'auteur.