

CAHIER DES CHARGES

PRESTATION INTELLECTUELLE :

***Caractérisation de l'état des mangroves de la Baie de Fort de France &
Développement d'un indice écologique pour modéliser l'évolution des
mangroves dans le contexte du changement climatique
– Projet LIFE23-CCA-FR-LIFE_adapto_plus –***

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 France hexagonale 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. Au 1^{er} janvier 2025, le CdL administre un domaine de 223 000 hectares sur près de 810 sites. Le Conservatoire devrait à l'horizon 2050 atteindre le tiers-naturel, avec 1/3 des rivages français protégés.

Convaincus de l'intérêt d'une approche de gestion souple de la bande côtière, le Conservatoire du littoral et le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) ont lancé en 2017 le [projet Life Adapto](#) pour répondre à l'enjeu d'adaptation des zones littorales peu urbanisées aux effets du changement climatique, notamment l'élévation du niveau de la mer. L'expérience du LIFE Adapto a permis de faire évoluer 10 sites pilotes en France entre 2017 et 2022 et de valider, par la démonstration, l'efficacité et la pertinence d'une gestion souple du littoral fondée sur la nature. Lancé en 2024, le [projet LIFE Adapto+](#), porté par un Consortium de 10 structures (CdL, BRGM, Cerema, INRAE, Tour du Valat, RNF, Symel, ONF, OFB et CCIN), poursuit le travail initié dans le précédent Life. Il vise à déployer à large échelle la gestion souple de la bande côtière sur les zones exposées aux phénomènes liés à l'élévation du niveau de la mer et au recul du trait de côte, en associant les acteurs locaux à la gestion et à la création de zones tampons naturelles. Au total, 15 nouveaux sites sont impliqués dans la démarche du Life Adapto+, dont l'un en Martinique avec la baie de Fort de France, et une extension des pratiques de gestion souple à 10 territoires supplémentaires est attendue d'ici 2029 dans le cadre d'un Appel à Manifestation d'Intérêt qui sera lancé mi 2026.

2 - Présentation de la commande

Sur le site de Fort de France, le CdL souhaite faire émerger, à l'échelle de la Grande Baie, un projet de territoire orienté vers les SfN pour l'adaptation au changement climatique. L'ambition de ce projet serait d'engager le territoire sur une trajectoire d'anticipation et d'adaptation au changement climatique en s'appuyant de façon privilégiée sur la mangrove, atout naturel central du territoire.

Le Conservatoire souhaite mettre en place une démarche de prospective environnementale et territoriale, qui favorisera le dialogue en intelligence collective et la co-construction entre les différents acteurs d'un projet de long terme, et entend pour cela **approfondir les connaissances sur la mangrove (suivi des données scientifiques, fonctionnement de ce milieu humide, adaptation à l'élévation du niveau de la mer, participation de ce milieu à l'adaptation au changement climatique du territoire, perception de ce milieu par les acteurs du territoire)** afin d'expérimenter des solutions de gestion souple appropriées.

Au-delà de cette approche mise en œuvre sur le territoire de la baie de Fort de France, le CdL et ses partenaires oeuvrent collectivement au développement d'une méthode pluridisciplinaire et systémique de façon à ce qu'elle soit répliquable à tous types de territoires littoraux.

Dans le cadre du précédent projet Life adapto, le CdL et le BRGM avaient mobilisé l'UMS PatriNat (MNHN-OFB-CNRS) sur le volet patrimoine naturel pour adapter l'outil IQE –Indice de qualité écologique, [IQE](#)- au contexte littoral. L'IQE littoral a ainsi été développé essentiellement sur des sites de la façade Manche-Atlantique dépollérisés : [IQE MNHN Rapport final global nov2022 web.pdf](#).

Cet indice est composé de trois éléments :

- Une cartographie des habitats naturels, soit existante, soit obtenue par télédétection puis vérifiée terrain,

- Une cartographie prédictive des habitats futurs, obtenue grâce au couplage de la cartographie des habitats actuels et la modélisation prédictive des durées de submersion produite par le BRGM, en utilisant une matrice de submersion (temps de submersion par types d'habitats),
- L'attribution d'une note (pondérée par la surface de chaque habitat considéré), traduite sous la forme d'un diagramme radar, aux habitats par application d'une matrice de capacité biologique définie à dire d'experts ou sur la base de la bibliographie, qui intègre à la fois la diversité des taxons biologiques, la présence d'habitats patrimoniaux, et la fonctionnalité écologique des habitats.

Au-delà de l'analyse critique réalisée par l'UMS PatriNat à l'issue de ce travail, plusieurs temps d'échange ont mis en évidence les lacunes de l'indice. Parmi les principales conclusions, on notera :

1. Le caractère prédictif de l'outil, basé sur des modélisations simplistes, ne prenant par exemple pas en compte l'évolution morphodynamique du milieu,
2. L'inadéquation de la matrice de capacité biologique/typologie des habitats sur les régions biogéographiques non considérées dans le Life adapto
3. La non prise en compte de facteurs d'influence, tels que la gestion ou d'autres paramètres/forçages environnementaux ou anthropiques (salinisation, sédimentation, pressions, capacité d'adaptation des milieux, boucles de rétroaction, etc).
4. L'absence de données quant à l'état écologique, actuel ou futur, des milieux

Face à ces constats, et considérant la nécessité de disposer d'un outil qui soit adapté et applicable à tous les types de littoraux, y compris dans les territoires ultra-marins, le consortium du projet Life Adapto +, et notamment le Cdl, le BRGM, l'INRAe, et la Fondation Tour du Valat ont pour objectif de faire évoluer l'outil en un Indice Littoral Ecologique déclinable sur les outre-mers et la façade méditerranéenne.

3 – Objectifs et périmètre du projet

3.1 Objectifs

L'objectif de la présente commande est double et concerne :

1. La cartographie de la mangrove de la baie de Fort de France, caractérisation de son état écologique et de sa structure spatiale (densité structurelle) à la fois horizontalement en termes de nombre et densité des individus des racines, troncs, branchages et feuillages...) mais également verticalement (description de surface/volume occupé en fonction de l'altitude). Ces données de structure de la mangrove, horizontale et verticale, permettront d'exprimer dans des modèles hydrodynamiques, la friction engendrée par la présence des palétuviers, et
2. L'adaptation de l'Indice littoral écologique au contexte ultra-marin en le développant sur le site de la Baie de Fort de France.

3.2 Périmètre géographique

➤ Le périmètre d'étude :

Située sur la façade caribéenne de la Martinique, la baie de Fort-de-France est un territoire stratégique et dynamique. Elle concentre environ 40% de la population martiniquaise ainsi que de grandes infrastructures commerciales et de transport, en particulier son port et son aéroport international, jouant ainsi un rôle central dans la vie économique, sociale et culturelle de l'île.

En plus de son important développement urbain, la baie de Fort-de-France présente d'importantes

surfaces agricoles, notamment dédiées à la culture de la canne à sucre, mais également de vastes espaces naturels.

La mangrove de la baie de Fort-de-France, la plus grande de Martinique avec une surface d'environ 1200 hectares, est un élément clé du territoire et joue un rôle crucial notamment en matière de protection des côtes et des embarcations (« trous à cyclone »), de séquestration du dioxyde de carbone atmosphérique, et de préservation de la biodiversité, abritant ainsi plusieurs espèces végétales et animales endémiques de l'île.

Cependant, une importante partie de ce riche territoire est, de par sa caractéristique de zone basse littorale (voir Figure 1) menacé par les impacts du changement climatique, notamment la hausse du niveau marin et l'augmentation de la fréquence des épisodes cycloniques, et pourrait donc être amené à évoluer dans les prochaines décennies.

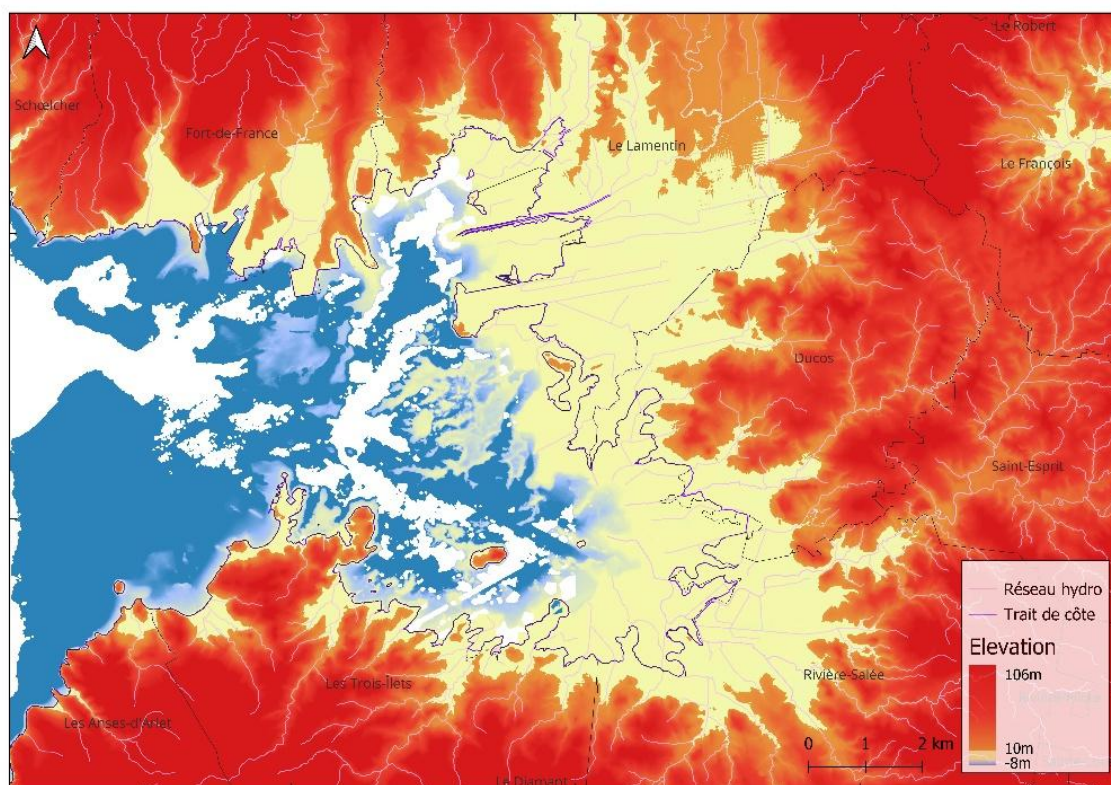


Figure 1. Topographie de la baie de Fort-de-France, Martinique.

Dans le cadre de cette étude de caractérisation de l'état des mangroves de la Baie de Fort de France et de développement d'un indice écologique pour modéliser l'évolution des mangroves, le périmètre d'étude s'étend sur le territoire de deux communautés d'agglomération (communauté d'agglomération du centre Martinique et communauté d'agglomération de l'espace sud Martinique) et de cinq communes littorales : Fort-de-France, Le Lamentin, Ducos, Rivière-Salée et Les Trois-Ilets (voir Figure 2). Le périmètre de l'étude pourra être affiné après réception des données de submersion marine.

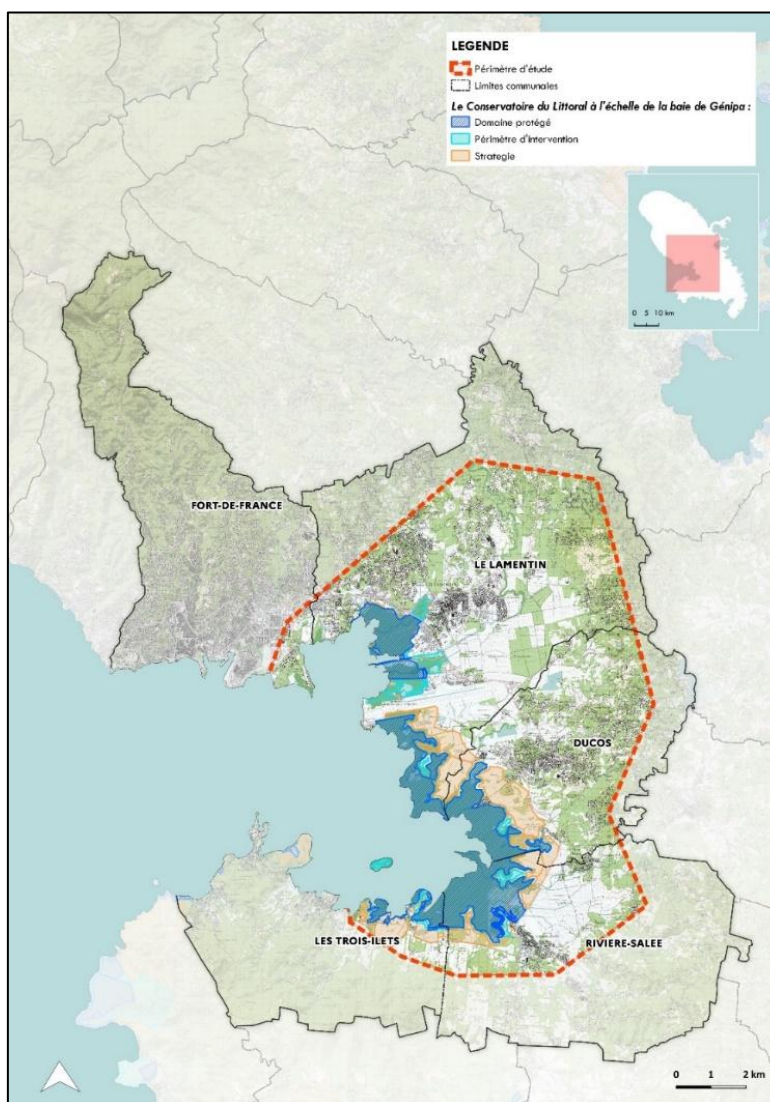


Figure 2. Périmètre d'étude de la baie de Fort-de-France, Martinique.

4 – Contenu de la prestation

4.1 Cartographie de la mangrove et caractérisation de son état écologique

L'absence de cartographie suffisamment détaillée et la méconnaissance de l'état écologique de la mangrove ne permettent pas à ce jour de statuer sur la bonne fonctionnalité écologique de ces milieux et leur capacité à fournir des services écosystémiques de type atténuation des risques naturels.

4.1.1 Définition de la typologie des habitats

Le prestataire s'attachera à définir les milieux à considérer (mangroves, arrière-mangroves, écosystèmes associés). Il élaborera ensuite une typologie desdits habitats, en se basant sur la bibliographie existante ou à dire d'experts et en s'assurant de l'exhaustivité et la représentativité des habitats, la pertinence de la résolution spatiale, et la facilité d'acquisition des données.

4.1.2. Cartographie des habitats

Le prestataire devra proposer un protocole dans le but de produire cette cartographie des habitats par télédétection et phase de vérification sur le terrain. Lors des visites de terrain et si les conditions sont réunies, le prestataire pourra être amené à accompagner le BRGM pour l'installation/entretien de capteurs de pression en zone de mangroves.

4.1.3. Caractérisation de l'état écologique de la mangrove

Parmi les paramètres à considérer dans l'analyse, le prestataire s'intéressera en priorité à la fragmentation de l'habitat, à la diversité spécifique, à la densité des palétuviers et à l'enchevêtrement racinaire.

4.1.4. Caractérisation de la structure horizontale et verticale de la mangrove suivant sa typologie et son état écologique

Caractérisation de sa structure spatiale (densité structurelle) à la fois horizontalement en termes de nombre et densité, des individus des racines, troncs) mais également verticalement. Ces données de structure de la mangrove, horizontale et verticale, permettront d'exprimer dans des modèles hydrodynamiques, la friction engendrée par la présence des palétuviers et d'en étudier ainsi son impact d'atténuation sur les vagues et les courants. Idéalement, cette densité structurelle sera caractérisée pour les différents milieux (et les différents types de palétuviers) et pour différents états écologiques.

4.2 Développement d'un indice littoral écologique adapté au contexte ultra-marin

Le prestataire est libre de proposer une méthode de travail, toutefois, il est à noter que le résultat du présent lot ayant pour but d'être transposable à d'autres sites ultra-marins, il conviendra de s'attacher à penser la méthode de façon à ce qu'elle soit harmonisée avec d'autres démarches portées sur les différents territoires considérés, et au niveau national, ainsi qu'avec l'IQE et les démarches en cours au sein du projet pour son adaptation. Aussi, il est fortement conseillé que la méthode de travail corresponde aux éventuels cadrages nationaux existants en la matière. La prestation devra inclure les volets suivants :

4.2.1. Définition de la matrice de capacité biologique

A l'instar du modèle développé par l'UMS PatriNat pour l'IQE littoral et des adaptations réalisées dans le cadre du projet, **et sur la base de la typologie tropicale développée dans le cadre du 4.1.1**, une matrice de capacité biologique spécifique devra être établie, qui intègre à la fois les éléments de patrimonialité, de qualité, et fonctionnalité écologique, et les services écosystémiques.

Cette matrice sera élaborée sur la base de la bibliographie existante et de retours d'experts.

4.2.2. Réalisation de la cartographie prédictive

Une cartographie prédictive sera à réaliser à partir de l'état actuel de la mangrove et de l'évolution de certains paramètres à horizon +6 (si pertinent), +10, +30, +100 ans.

Les paramètres à prendre en compte sont :

- L'élévation du niveau marin
- La sédimentation au sein de la Baie et en fond de Baie qui va s'opposer à l'effet de l'élévation du niveau de la mer
- L'impact de la salinisation voire de l'augmentation de températures de surface
- Les conséquences de la gestion mise en œuvre sur le site.

Concernant la sédimentation en fond de Baie, une analyse bibliographique sur des données et connaissances disponibles sera réalisée, elle s'attachera en particulier à caractériser l'évolution historique de la mangrove (en termes d'emprise) en lien avec les apports sédimentaires, la source de ces apports en

sédiments (apports terrigènes venant des bassins versant et le lien avec l'occupation des sols dans les bassins versants).

L'impact de l'élévation du niveau marin sur la répartition des différents types de palétuviers sera également à discuter.

Aux vues des incertitudes sur ces différents paramètres, plusieurs scénarios climatiques seront considérés afin de représenter plusieurs trajectoires probables d'évolutions.

Le prestataire devra ensuite, par croisement entre la cartographie des habitats et les matrices susmentionnées, établir une ou des cartographies prédictives des habitats naturels à horizon +6 (si pertinent), +10, +30, +100 ans selon les scénarios climatiques proposés. Les règles de transition, qui pourront prendre la forme de tableaux, matrices de transition, logigrammes ou descriptions structurées devront être clairement explicitées et argumentées (basées à dire d'experts et sur la bibliographie éventuellement disponible). Le prestataire tâchera de formuler dans sa proposition la méthodologie envisagée pour la définition de ces éléments.

4.2.3 Production de l'Indice littoral écologique territorial

Sur la base des cartes ainsi établies et en utilisant de la matrice de capacité biologique, le prestataire produira l'Indice demandé aux différentes échéances temporelles et suivant les différents scénarios considérés (élévation du niveau de la mer, sédimentation au sein de la Baie, gestion mises en œuvre) et procèdera à l'analyse des résultats.

4.2.4 Proposition d'une boîte à outils méthodologique

En se basant sur le travail fourni lors de l'étape précédente, le prestataire fournira une analyse critique de la méthode et de l'outil et des recommandations notamment en lien avec son utilisation par des tiers (agents de collectivités, gestionnaires). Il constituera par ailleurs une boîte à outils méthodologique incluant un guide d'utilisation et un guide d'accompagnement à l'analyse des sorties de l'indice.

5 - Fonctionnement

Le projet sera encadré par la cellule de coordination nationale du projet Life Adapto+, le chargé de projet sur le site de la Baie de Fort de France, le BRGM, l'INRAe, et la Fondation Tour du Valat. Le chargé de projet Life Adapto+ du Conservatoire du littoral, et éventuellement la coordinatrice du projet, se rendront disponibles pour accompagner le prestataire durant toute la durée de la mission, pour programmer en tant que de besoin des rendez-vous réguliers, échanges téléphoniques ou par messagerie, orientation et échange avec les membres du Consortium du projet Life Adapto+ et ses partenaires (Comité français de l'UICN, etc).

Des réunions techniques seront réalisées entre le Conservatoire du littoral, le BRGM, l'INRAe, la Fondation Tour du Valat et le prestataire à des moments clefs du projet (1 réunion de lancement, 1 réunion pour le rendu intermédiaire, 1 réunion pour le rendu final) afin de présenter l'état d'avancement du projet. D'autres réunions pourront éventuellement être proposées par le prestataire en plus de ces 3 temps.

6 – Rendus

Le prestataire devra produire un rapport écrit illustré de visuels sous le format demandé par le Conservatoire du littoral (en respect de l'identité visuelle du projet Life Adapto+. L'ensemble des documents sera soumis à relecture du Conservatoire du littoral, du BRGM, de l'INRAe et la Tour du Valat, qui pourra demander des modifications, avant réception définitive.

Les données brutes ainsi que les résultats intermédiaires et finaux devront être transmis au Cdl et ses partenaires sous le format suivant :

- Données satellites: format raster (.tiff) géoréférencé (.tiff), accompagnées de méta-données (format INSPIRE) ou équivalent
- Données cartographiques: format vectoriel (.shp) géoréférencé, accompagnées de méta-données (format INSPIRE)
- Matrice de capacité biologique au format excel
- Rapports intermédiaires et finaux : format modifiable (compatible Word) et .pdf.

L'ensemble des données livrées devra se trouver dans le système de coordonnées RGAF09 (Réseau Géodésique des Antilles Françaises 2009), compatible avec le système de référence terrestre international ITRS, assurant l'interopérabilité des données géographiques, conformément à la directive INSPIRE.

Le Prestataire réalisera également une présentation PPT ou support vulgarisé, mis à disposition du Conservatoire du littoral et de ses partenaires

Les documents produits seront remis en 3 exemplaires papiers couleurs et en format numérique. Ils devront également être remis sous format informatique en PDF ainsi que sous formats modifiables (.doc ou équivalent pour les textes, .psd ou équivalent pour les cartes).

7 – Calendrier

Une proposition de calendrier sera faite par le Prestataire pour la réunion de lancement au plus tard fin décembre 2025.

Les livrables seront remis au plus tard :

- Un **rapport intermédiaire** sera présenté au Conservatoire du littoral et ses partenaires au plus tard en **juin 2026**.
- Un **rapport final** sera présenté au Conservatoire du littoral et ses partenaires au plus tard en **décembre 2026**, dans le cadre d'un Comité technique du projet Life Adapto+.

8 – Ressources

8.1 Personne ressource

Pauline Malterre

Coordinatrice Life Adapto+

p.malterre@conservatoire-du-littoral.fr

(+33)6 59 54 83 17

Antoine Mury

Chargé de projet Life Adapto+ Baie de Fort-de-France

a.mury@conservatoire-du-littoral.fr

(+596)6 96 10 04 01

8.2 Partenaires utiles à contacter (liste non exhaustive)

- BRGM
- Comité français de l'UICN – Pôle relais Zones humides tropicales
- IFRECOR
- INRAe
- Tdv

8.3 Documents à prendre en compte

[IQUE MNHN Rapport final global nov2022 web.pdf](#)