

NOTE CAS PAR CAS

PROJET SFMM

24 avril 2026



SOMMAIRE

1 - CONTEXTE DU PROJET	5
2 - FORMULAIRE CERFA N°14734*4.....	7
3 - LOCALISATION DU SITE	8
4 - EMPRISE DU PROJET	9
5 - DESCRIPTION DU PROJET.....	11
5.1 - Préambule	11
5.2 - Contexte environnemental du site de Chiconi	11
5.3 - Principe et adéquation de la solution ROOT dans le cas de la baie de Chiconi	13
6 - METHODOLOGIE ENVISAGEE POUR L'IMPLANTATION DES MODULES ROOT	18
6.1 - Acheminement du matériel sur site.....	18
6.2 - Stockage du matériel à proximité du site de déploiement.....	18
6.3 - Acheminement des fournitures sur l'estran.....	19
6.4 - Montage des modules.....	21
7 - PLANNING PREVISIONNEL.....	23
8 - EVALUATION DES INCIDENCES DU PROJET	24
8.1 - Synthèse des incidences du projet.....	24
8.1.1 - En phase travaux	24
8.1.2 - En phase exploitation.....	24
8.2 - Détails des incidences du projet	24
8.2.1 - En phase travaux	25
8.2.2 - En phase exploitation.....	26
9 - MESURES PROPOSEES POUR EVITER ET REDUIRE LES INCIDENCES POTENTIELLES DU PROJET	28
9.1 - Mesures d'évitement.....	28
9.2 - Mesures de réduction.....	28
9.3 - Mesures de compensation.....	29
10 - ANALYSE PAYSAGERE	30
10.1 - Caractérisation du paysage existant.....	30
10.2 - Analyse de l'insertion paysagère du projet	31
10.2.1 - Nature et organisation du projet.....	31
10.2.2 - Perception visuelle des modules.....	31
10.2.3 - Cohérence avec le paysage littoral	33
10.2.4 - Effets du projet sur le paysage.....	33

10.2.5 - Synthèse de l'analyse paysagère..... 33

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : evolution de la mangrove de la baie de chiconi.....	5
Figure 2 : localisation du site de déploiement (hachuré noir : mangrove existante, hachuré bleu : zone d'emprise de l'ouvrage)	8
Figure 3 : zone d'emprise du projet.....	9
Figure 4 : exemple de schémas de déploiement a l'étude.....	10
Figure 5 : vue aerienne de la baie de chiconi	12
Figure 6 : plan détaillé du module root.....	14
Figure 7 : visualisation des flux hydrosédimentaires au sein d'un module sous cfd (computational fluid dynamic).....	14
Figure 8 : aperçu du modèle monté sur le site de chiconi (sous swash)	15
Figure 9 : déploiement participatif des modules root au cameroun	15
Figure 10 : Vue en perspective et vue du dessus du matériel stocké sur 50m2.....	18
Figure 11: Vue satellite des accès possibles à la zone de déploiement par la terre et la mer.....	19
Figure 12 : - Image d'exemple de transport de matériel avec un engin chenillé	20
Figure 13: Image d'exemple de navire avec grue (STMM Mayotte) et fagot de matériau pouvant être sanglé, lesté et largué depuis la grue du bateau.....	21
Figure 14: Schémas et photos des phase de montage des modules ROOT (Seaboost).....	22
Figure 15: paysage d'implantation de l'ouvrage.....	30

1 - CONTEXTE DU PROJET

La baie de Chiconi est située sur la façade ouest de l'île de Mayotte, au sein de la commune de Chiconi. Ce secteur littoral abrite historiquement des formations de mangrove qui jouent un rôle écologique et fonctionnel majeur dans le fonctionnement des écosystèmes côtiers. Ces mangroves constituent à la fois des habitats essentiels pour de nombreuses espèces marines et terrestres, des zones de nurserie pour la faune halieutique, et un élément naturel de protection du littoral en dissipant l'énergie de la houle et en favorisant l'accumulation des sédiments.

L'analyse de l'évolution historique des mangroves du secteur met en évidence une **régression progressive des surfaces de mangrove dans la baie de Chiconi**, notamment dans le secteur de Mangajou. Cette évolution s'accompagne d'une **modification de la dynamique hydrosédimentaire locale**, conduisant à une diminution de la capacité naturelle de piégeage des sédiments par la végétation et à une exposition accrue du littoral aux phénomènes d'érosion. Les travaux d'étude engagés par la 3CO et menés en 2024 ont par ailleurs mis en évidence la prépondérance de la pression liée à la dynamiques hydro sédimentaire dans le recul de la mangrove en comparaison aux autres pressions locales telles que l'urbanisation, la présence de déchets ou la coupe de bois.



FIGURE 1 : EVOLUTION DE LA MANGROVE DE LA BAIE DE CHICONI

Cette situation contribue à un **recul localisé du trait de côte**, particulièrement fort sur le versant Sud de la baie au niveau de la commune de Mangajou, avec une perte progressive de substrat sédimentaire et une fragilisation du rivage. Cette dynamique concerne particulièrement les zones situées à proximité du village de Mangajou, où les infrastructures et les usages du littoral se trouvent de plus en plus exposés aux effets de

l'érosion côtière comme en atteste la fragilisation et finalement la chute du mur de l'école de Mangajou début 2026.

Dans un contexte marqué par les **effets du changement climatique, l'élévation du niveau marin et l'intensification potentielle des événements météorologiques extrêmes**, la restauration ou le renforcement des fonctions écologiques des mangroves apparaît comme un enjeu majeur pour accroître la résilience du littoral mahorais.

C'est dans ce contexte que la Communauté de Communes du Centre Ouest (3CO) porte le projet expérimental de **Solution Fondée sur la Mangrove de Mangajou (SFMM)**. Ce projet vise à tester le déploiement de modules biomimétiques des racines de mangrove, le module ROOT. Ce module a été développé par l'entreprise Seaboost suivant une approche de biomimétisme. L'agencement de module ROOT au sein d'un ouvrage vise à modifier localement les conditions hydrosédimentaires pour les rendre propices à la recolonisation spontanée de la mangrove.

Les enjeux de ce projet pilote sont doubles : d'une part, à court-moyen terme, initier la restauration de la mangrove dans la baie de Chiconi, et à plus long terme, accroître la résilience du trait de côte par la recolonisation progressive de la mangrove.

Ce projet pilote constitue également un REX essentiel pour l'optimisation et le développement d'une Solution fondée sur la Nature applicable sur d'autres sites et à plus grande échelle pour accompagner l'adaptation des territoires côtiers aux effets du changement climatique.

2 - FORMULAIRE CERFA N°14734*4

Voir document joint.

3 - LOCALISATION DU SITE

Le site est situé en fond de baie de Chiconi, dans la commune de Mangajou.



FIGURE 2 : LOCALISATION DU SITE DE DEPLOIEMENT (*hachuré noir : mangrove existante, hachuré bleu : zone d'emprise de l'ouvrage*)

4 - EMPRISE DU PROJET

Les modules ROOT seront répartis dans l'aire indiquée ci-dessous. La superficie de la zone du projet est de 2 hectares.



FIGURE 3 : ZONE D'EMPRISE DU PROJET

La cartographie suivante représente l'emprise maximale des aménagements (périmètre rouge) et les exemples de quelques schémas de déploiement des modules à l'étude (en vert et orange). Le schéma de déploiement définitif sera sélectionné à l'issue de l'étude de modélisation numérique. Dans tous les cas, les modules seront compris dans le périmètre encadré en rouge.



FIGURE 4 : EXEMPLE DE SCHEMAS DE DEPLOIEMENT A L'ETUDE

5 - DESCRIPTION DU PROJET

5.1 - Préambule

La Communauté de Communes du Centre Ouest (3CO) porte un projet pilote visant à expérimenter une **solution fondée sur la nature** pour renforcer la résilience du littoral dans la baie de Chiconi, au niveau du village de Mangajou.

Ce projet s'inscrit dans une démarche d'innovation environnementale visant à **restaurer les fonctions écologiques de la mangrove** tout en contribuant à la protection du littoral contre l'érosion. L'expérimentation repose sur le déploiement de **modules ROOT**, structures biomimétiques inspirées des racines de mangrove, conçues pour altérer les conditions hydrosédimentaires locales, notamment l'atténuation des houles et des courants et favoriser la rétention sédimentaire. Les modules restaurent ainsi des conditions favorables à l'installation et à la survie de la mangrove qui peut recoloniser spontanément la zone en cas d'apport en propagules suffisant. L'expansion de la mangrove vient renforcer la résilience du trait de côte par la délivrance de ses fonctionnalités écologiques et de ses services écosystémiques.

Le projet pilote intègre l'implantation d'une centaine de modules ROOT sur une zone de 2 hectares située dans le fond de la baie de Chiconi, en bordure de la mangrove existante.

Le projet pilote déployé à Mayotte poursuit plusieurs enjeux :

- Tester **une solution innovante fondée sur la nature** pour la protection du littoral ;
- Restaurer les conditions favorables au **développement naturel de la mangrove** ;
- Accroître la résilience du littoral de Mangajou
- Produire un **retour d'expérience scientifique et opérationnel** ;
- Evaluer le potentiel de **réplication de la solution à l'échelle du littoral mahorais**.

La présente note vise à présenter :

1. Le **contexte environnemental à Mayotte et dans la baie de Chiconi**
2. La **solution technique ROOT et ses principes de fonctionnement**
3. La **méthodologie d'implantation des modules**
4. Le **planning prévisionnel du projet pilote**.

5.2 - Contexte environnemental du site de Chiconi

Mayotte possède un littoral particulièrement riche sur le plan écologique, marqué par la présence d'un vaste lagon et d'écosystèmes côtiers remarquables, parmi lesquels les mangroves occupent une place centrale. Ces formations végétales jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement du littoral. Elles contribuent à la dissipation de l'énergie des vagues, favorisent la stabilisation des sédiments et constituent des habitats particulièrement importants pour de nombreuses espèces marines et terrestres, notamment en tant que zones de reproduction et de nurserie pour les ressources halieutiques.

Cependant, plusieurs secteurs du littoral mahorais connaissent aujourd'hui des dynamiques d'évolution défavorables, liées à des modifications des conditions hydrosédimentaires, à des pressions anthropiques croissantes et aux effets du changement climatique. Ces évolutions se traduisent localement par une dégradation ou une régression des mangroves et résultent en une exposition accrue du littoral aux phénomènes d'érosion.

Dans la baie de Chiconi, et plus particulièrement dans le secteur de Mangajou, des observations de terrain mettent en évidence une régression progressive de la mangrove depuis les années 1950 (Jeanson, 2009)ⁱ. Cette évolution s'accompagne d'une diminution de la capacité naturelle du système à piéger les sédiments, ce qui contribue à fragiliser le rivage et à favoriser le recul localisé du trait de côte. Cette situation concerne notamment les secteurs situés à proximité du village et des infrastructures existantes, dont l'école de Mangajou.



FIGURE 5 : VUE AERIENNE DE LA BAIE DE CHICONI

Dans ce contexte, la restauration des fonctions écologiques de la mangrove apparaît comme un levier important pour renforcer la résilience du littoral. Les approches fondées sur la nature, qui consistent à s'appuyer sur les processus écologiques naturels pour restaurer les dynamiques sédimentaires et les habitats côtiers, constituent aujourd'hui une piste particulièrement prometteuse.

Le secteur de Chiconi–Mangajou correspond à un complexe estuarien de fond de baie caractérisé par l'imbrication de milieux de mangrove, arrière-mangrove et chenaux tidaux, structuré autour des apports du Mro oua Mangajou. La mangrove y est dominée par des formations de *Rhizophora mucronata* en frange externe et de *Avicennia marina* en arrière-mangrove, constituant un gradient écologique classique à Mayotte, favorable à une forte productivité biologique et à des fonctions de nurserie pour l'ichtyofaune et les invertébrés. Les données disponibles indiquent également la présence d'espèces patrimoniales associées à ces habitats, notamment l'avifaune spécialisée telle que le Crabier blanc (*Ardeola idae*), espèce nicheuse en mangrove, ainsi qu'une diversité d'espèces aquatiques utilisant les chenaux et zones intertidales comme habitats fonctionnels. Les documents de gestion des mangroves publiques de Mayotte et les travaux récents de conservation confirment le rôle écologique majeur de ce site en termes de connectivité terre-mer, de stabilisation sédimentaire et de support de biodiversité.

Les démarches d'inventaires engagées sur place ainsi que le recueil des données disponibles dans la bibliographie à l'état de l'art (fiche Zone Humide de Chiconi Mangajou, le projet LIFE BIODIV'OM, le PNA Crabier blanc, les documents du Conservatoire du Littoral et de l'ONF) nous permettent d'établir la liste des

enjeux par espèce / groupe d'espèces présentés ci-après, au regard des opérations envisagées dans le cadre de ce projet :

Groupe	Espèce	Statut / enjeu	Habitat fonctionnel	Sensibilité au projet
Flore	<i>Rhizophora mucronata</i>	Structurante	Frange de mangrove	Faible (tolérance hydrodynamique)
Flore	<i>Avicennia marina</i>	Structurante	Arrière-mangrove	Faible
Avifaune	<i>Ardeola idae</i> (Crabier blanc)	Protégée, patrimoniale	Nidification en mangrove	Modérée (dérangement)
Avifaune	<i>Butorides striata</i> (Héron strié)	Commune	Estran/mangrove	Faible
Avifaune	Limicoles divers (ex. <i>Calidris spp.</i>)	Fonctionnel	Vasières	Faible
Crustacés	<i>Uca spp.</i> (crabes violonistes)	Fonctionnel	Vasières intertidales	Très faible
Crustacés	Crabes de mangrove (<i>Scylla serrata</i>)	Halieutique	Mangrove/chenaux	Faible
Poissons	Gobiidés (ex. <i>Periophthalmus spp.</i>)	Fonctionnel	Estran vaseux	Très faible
Poissons	Juveniles multi-espèces lagonaires	Nurserie	Chenaux tidaux	Faible
Invertébrés	Mollusques benthiques	Fonctionnel	Vasières	Très faible

5.3 - Principe et adéquation de la solution ROOT dans le cas de la baie de Chiconi

La solution ROOT a été développée par la société Seaboost dans le cadre de travaux de recherche et développement consacrés aux solutions innovantes de protection du littoral fondées sur le fonctionnement des écosystèmes naturels. Elle repose sur une approche de biomimétisme consistant à reproduire artificiellement certaines fonctions des racines de mangrove afin de favoriser les processus naturels de stabilisation des sédiments.

Dans les écosystèmes de mangrove, les réseaux racinaires forment des structures complexes qui ralentissent les flux hydrodynamiques, dissipent l'énergie des vagues et favorisent l'accumulation progressive des sédiments. Ces processus contribuent à la stabilisation progressive des substrats et à la formation de nouveaux espaces propices à l'installation de la mangrove. La solution ROOT vise à recréer localement ces conditions en implantant des structures inspirées de l'architecture des racines de mangrove, les modules ROOT.

Le design des modules ROOT résulte d'une démarche d'écoconception menée par une équipe pluridisciplinaire associant ingénieurs, chercheurs et experts en écologie côtière, afin d'optimiser les performances du dispositif sur les plans écologique, hydrosédimentaire et technique.

Chaque module est conçu comme une solution simple et robuste de type « low-tech ». Il est constitué d'un pieu central en bois autour duquel sont fixées vingt racines latérales, assemblées grâce à une pièce de liaison en acier spécialement conçue et dimensionnée. Cette architecture permet de former une structure tridimensionnelle présentant une porosité élevée de l'ordre de 90% qui permet de maintenir les échanges hydrodynamiques tout en ralentissant les flux d'eau et en favorisant la rétention des sédiments.

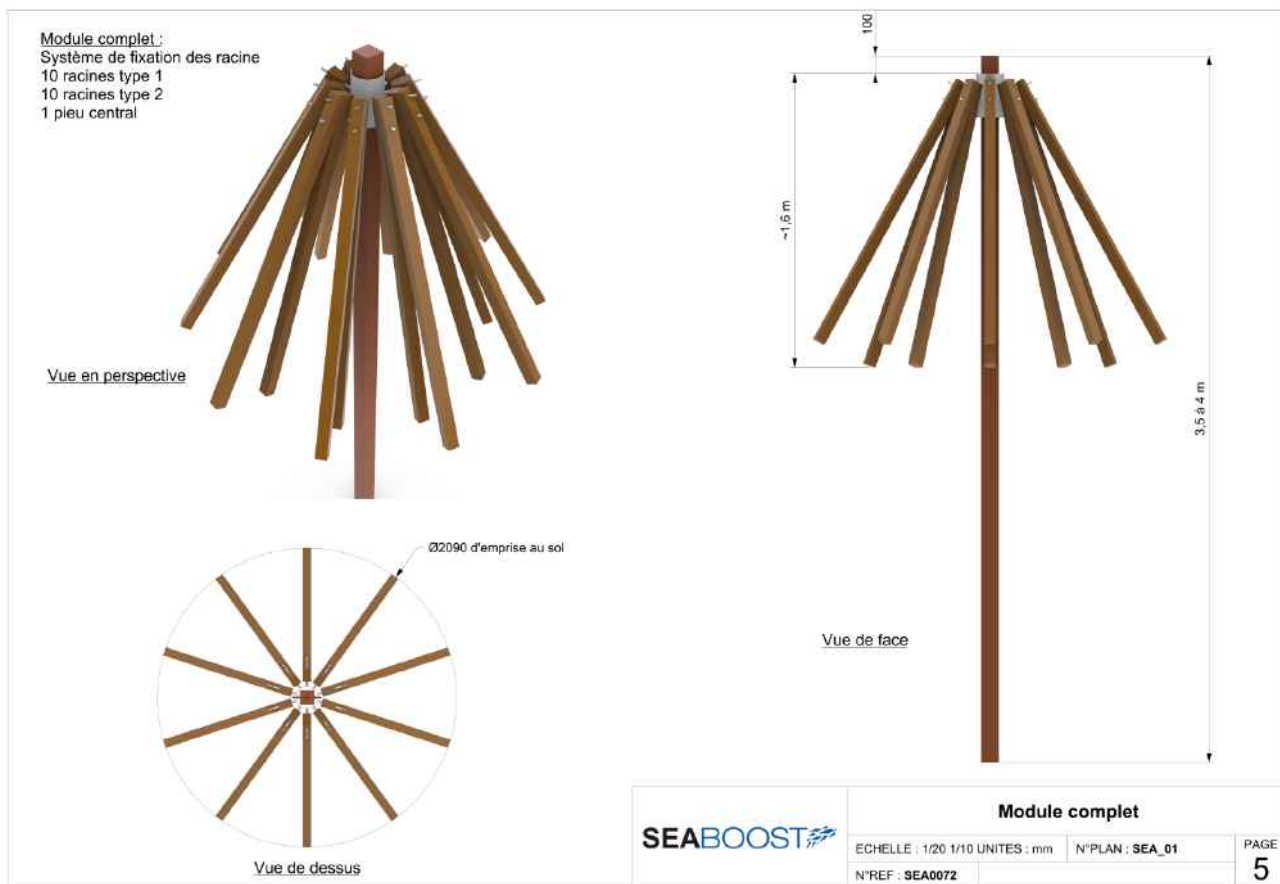


FIGURE 6 : PLAN DETAILLE DU MODULE ROOT

Les performances hydrosédimentaires du module ROOT ont été évaluées par modélisation numérique à petite et grande échelle. A petite échelle, les modélisations ont permis de comprendre et visualiser les interactions entre les flux hydrosédimentaires et les modules. A grande échelle, la modélisation permet d'optimiser à l'échelle d'un site le schéma de déploiement des modules afin de maximiser les bénéfices de l'ouvrage relativement aux objectifs à atteindre sur le site.

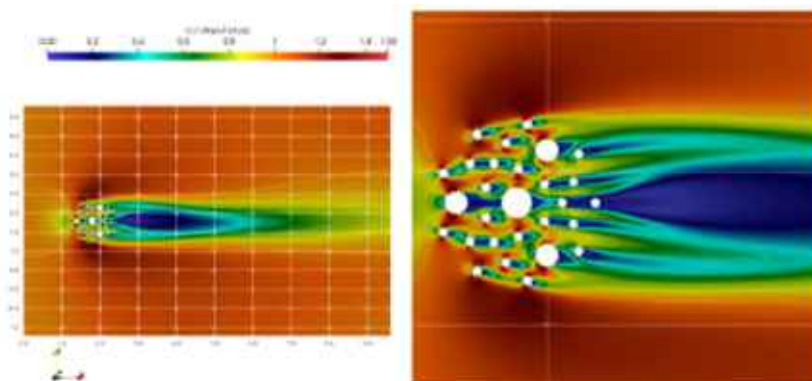


FIGURE 7 : VISUALISATION DES FLUX HYDROSEDIMENTAIRES AU SEIN D'UN MODULE SOUS CFD (COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC)

Les travaux de modélisation sont en cours sur le site de Mangajou dans l'optique d'optimiser le schéma de déploiement des modules dans la zone d'emprise de l'ouvrage indiquée. Le schéma final des modules ROOT sera sélectionné en accord avec les parties prenantes.

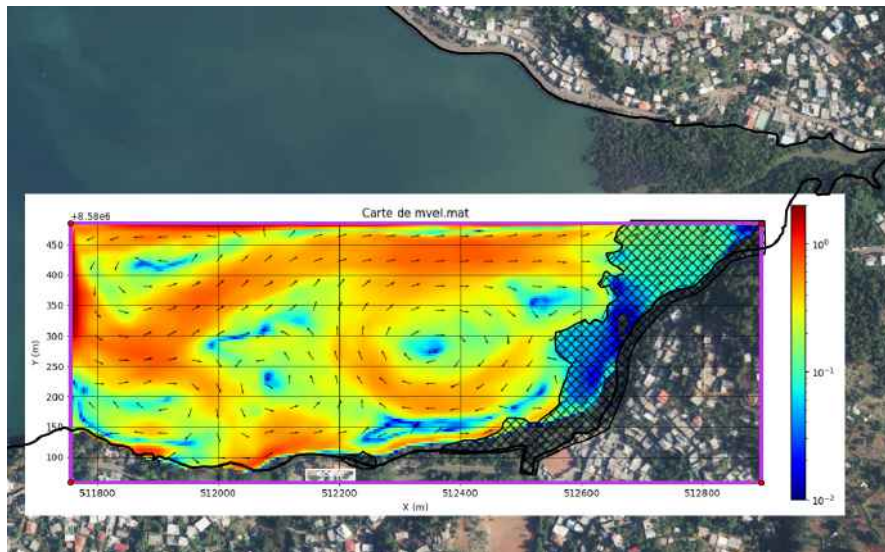


FIGURE 8 : APERCU DU MODELE MONTE SUR LE SITE DE CHICONI (SOUS SWASH)

Les protocoles de production et de déploiement des modules ont été conçus de manière à être compatibles avec une approche participative. Ils permettent notamment la mobilisation d'acteurs locaux et, le cas échéant, l'implication des communautés riveraines dans certaines étapes de mise en œuvre. Cette approche favorise l'appropriation du projet tout en renforçant son ancrage territorial.



FIGURE 9 : DEPLOIEMENT PARTICIPATIF DES MODULES ROOT AU CAMEROUN

Au-delà de ces effets hydrosédimentaires, les modules sont également porteurs de fonctionnalités écologiques. Ils peuvent constituer des habitats temporaires et des zones de refuge ou de nurserie pour différentes espèces. Par ailleurs, en contribuant à la restauration progressive des conditions propices au développement de la mangrove, le dispositif participe à la fourniture de services écosystémiques importants, tels que la protection du littoral contre l'érosion, le stockage de carbone ou encore le soutien aux activités halieutiques et conchylicoles.

Les photos ci-dessous illustrent l'ouvrage ROOT déployé au Cameroun.



Dans la baie de Chiconi, le déploiement des modules ROOT apparait pertinent pour plusieurs raisons :

- Le déploiement des modules selon un schéma optimisé par modélisation numérique permet de maîtriser les contraintes hydrosédimentaires identifiées comme le principal facteur de régression de la mangrove ici.
- Les modules ROOT altèrent premièrement les conditions hydrosédimentaires permettant de restaurer un contexte favorable au développement de la mangrove. La restauration de la mangrove générée à moyen terme permet de renforcer la protection côtière délivrée par la mangrove et accroît ainsi la résilience du trait de côte dans le contexte de changement climatique qui rend cette zone particulièrement vulnérable aux épisodes de tempêtes.
- Les modules ROOT permettent de conserver une perméabilité aux flux hydrosédimentaires, de limiter les effets de bord que l'on pourrait avoir avec une structure plus opaque et de respecter les continuités écologiques sur l'estran.
- Les modules ROOT, biomimétiques des racines des palétuviers s'intègre au paysage de la baie.
- Les modules entraînent une très faible artificialisation de la baie du fait de leur ancrage sur pieux et portent ainsi très peu atteinte aux fonds sédimentaires.
- Les modules ROOT constituent des habitats supplémentaires pour les espèces locales, renforçant à moyen terme les stocks de pêche.
- La production et le déploiement des modules ROOT peuvent s'effectuer selon une démarche participative qui permet de sensibiliser les acteurs locaux au projet et aux enjeux de la conservation de la mangrove ce qui permet de pérenniser le projet dans le temps. La formation des acteurs locaux permet d'envisager la réplication du projet sur d'autres sites de Mayotte.

6 - METHODOLOGIE ENVISAGEE POUR L'IMPLANTATION DES MODULES ROOT

6.1 - Acheminement du matériel sur site

Les pièces aciers de liaison du module sont produites en France et seront acheminées par transport maritime. Le bois des modules est de l'Okan produit au Gabon. Il sera acheminé par transport maritime depuis le Gabon. Il sera usiné à Mayotte.

L'ensemble de la fourniture sera acheminé par camion jusqu'au site de Mangajou.

6.2 - Stockage du matériel à proximité du site de déploiement

L'emplacement exact de cet espace est à définir. Deux emplacements sont à l'étude et feront l'objet d'une visite fin mai pour déterminer quel emplacement est retenu :

- A l'ouest de l'école, à proximité direct de la cale de mise à l'eau
- Derrière le plateau sportif de Mangajou.

Les éléments seront stockés selon les plans suivants :

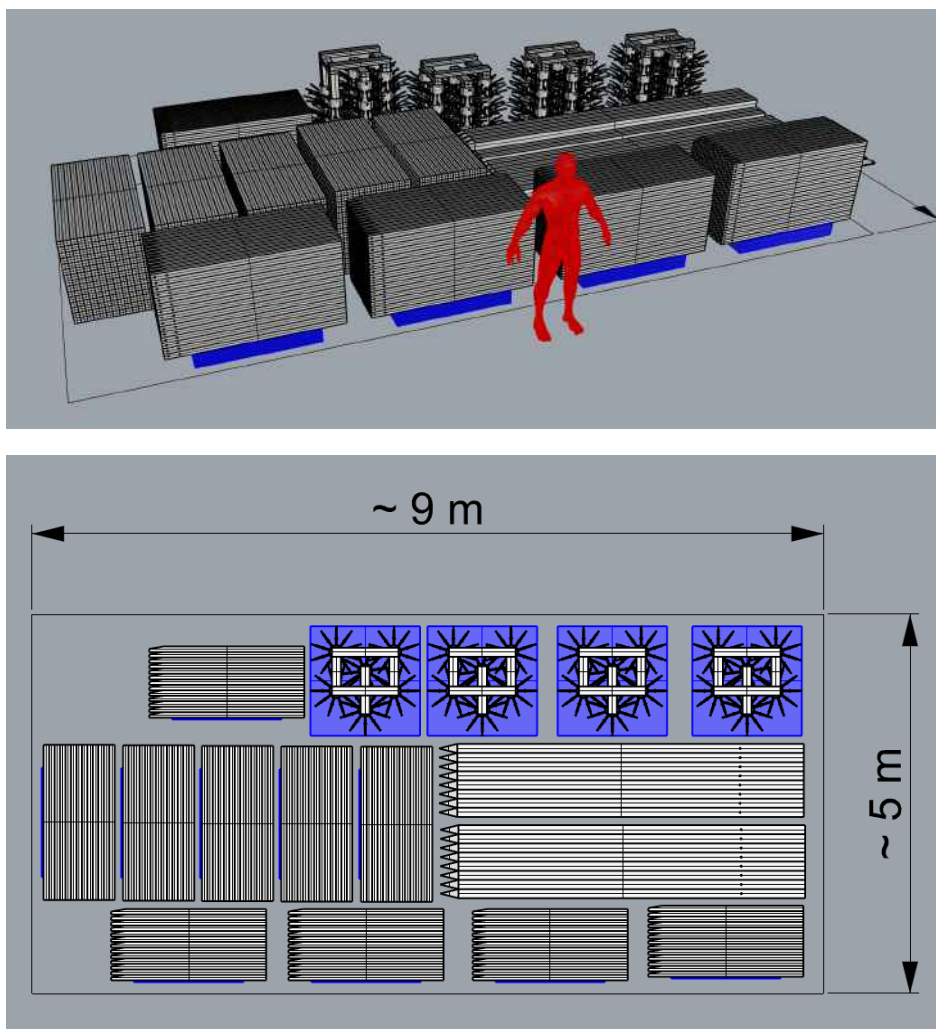


FIGURE 10 : VUE EN PERSPECTIVE ET VUE DU DESSUS DU MATERIEL STOCKE SUR 50M2

6.3 - Acheminement des fournitures sur l'estran

La zone de montage des modules est un estran sablo-vaseux dont les déplacements à pied sont éprouvants et difficiles, d'autant plus avec des charges lourdes.

C'est pourquoi 3 scénarios d'acheminement sont proposés, encore à l'étude.

Les 3 scénarios diffèrent uniquement dans la méthode d'acheminement des matériaux de la côte terrestre à la zone de déploiement dans l'estran. La méthode de montage des modules reste ensuite identique.

La méthode d'acheminement des matériaux consiste à déplacer le matériel sur l'estran sablo-vaseux jusqu'à la zone de montage des modules (~19 tonnes de matériaux au total est à déplacer au fur et à mesure, quotidiennement en fonction des horaires de marée)

Le choix entre les 3 scénarios sera fait à l'issue de la mission de reconnaissance terrain de la zone de déploiement avec les entreprises potentiellement impliqués dans le déploiement.

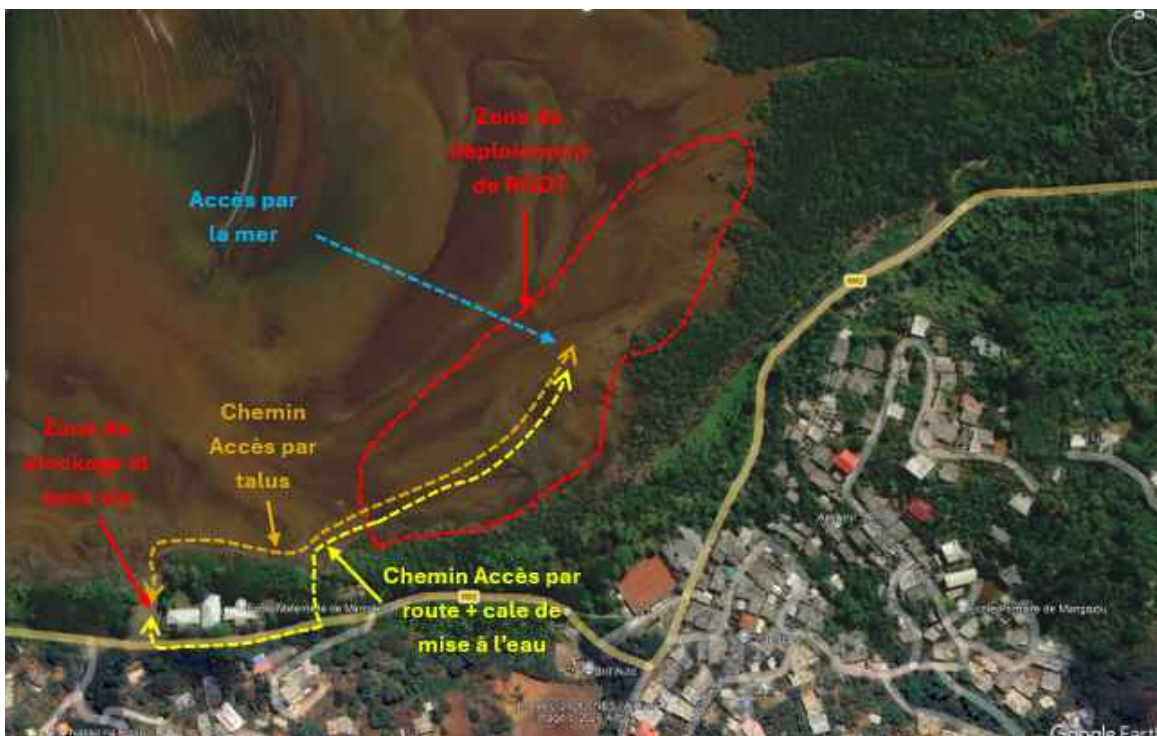


FIGURE 11: VUE SATELLITE DES ACCES POSSIBLES A LA ZONE DE DEPLOIEMENT PAR LA TERRE ET LA MER.

Scénario A / acheminement par engin chenillé à marée basse :

- Acheminement des matériaux à l'aide d'un engin chenillé de la zone de stockage temporaire à la zone de déploiement.
- Utilisation d'un petit engin chenillé type pelle mécanique pour transporter les pieux et matériel lourd sur le haut de l'estran jusqu'à la zone de déploiement.
- L'engin utilisera le même tracé dans ses aller retours pour ne pas endommager éventuellement l'estran, ce chemin sera balisé.



FIGURE 12 : - IMAGE D'EXEMPLE DE TRANSPORT DE MATERIEL AVEC UN ENGIN CHENILLE

Scénario B / acheminement par bateau et larguage par fagot à marée haute :

- Acheminement des matériaux à l'aide d'un bateau depuis la mer (les matériaux seraient en partie préalablement stockés chez l'entreprise ayant le bateau)
- Le bateau sera équipé d'une grue pour larguer les matériaux par fagot. Les fagots seront lestés suffisamment pour ne pas dériver avec le courant une fois largué
- Le larguage s'effectuera à marée haute par fort coefficient de marée.
- Cette méthode n'est possible que si le tirant d'eau sur la zone de déploiement est suffisant.



FIGURE 13: IMAGE D'EXEMPLE DE NAVIRE AVEC GRUE (STMM MAYOTTE) ET FAGOT DE MATERIAU POUVANT ETRE SANGLE, LESTE ET LARGUE DEPUIS LA GRUE DU BATEAU.

Scénario C/ acheminement par voir terrestre par opérateur à pied :

- Acheminement des matériaux par des opérateurs à pied de la zone de stockage temporaire à la zone de déploiement.
- Cette méthodologie nécessite une bonne praticabilité à pied de l'estran et de nombreux opérateurs.

6.4 - Montage des modules

Les modules ROOT sont des structures biomimétiques résultant d'une démarche d'écoconception ayant mobilisé une équipe pluridisciplinaire d'experts. Les modules portent des caractéristiques structurales clés des mangroves à l'origine de leur impact sur les conditions hydrosédimentaires. Chaque module comprend :

- Un pieu central en bois d'environ 3,8 m de longueur et de section carrée (10 x 10 cm) : le pieu permet l'ancrage du module avec environ 2 mètres de sa longueur ensoufflé dans le sédiment.
- 20 racines latérales de section carrée (6 x 6 cm) ;
- Une pièce de liaison en acier dimensionnée aux forçages locaux

Les travaux de montage des modules seront réalisés à marée basse sur l'estran.

Plantage des pieux

- Réalisation d'un pré trou à la tarière thermique
- Mise en position verticale des pieux
- Enfoncement du pieux sur 1,5m dans le sol à la masse ou enfonce pieu thermique.
- Montage de la pièce métallique puis des bois latéraux
- Verrouillage de l'ensemble

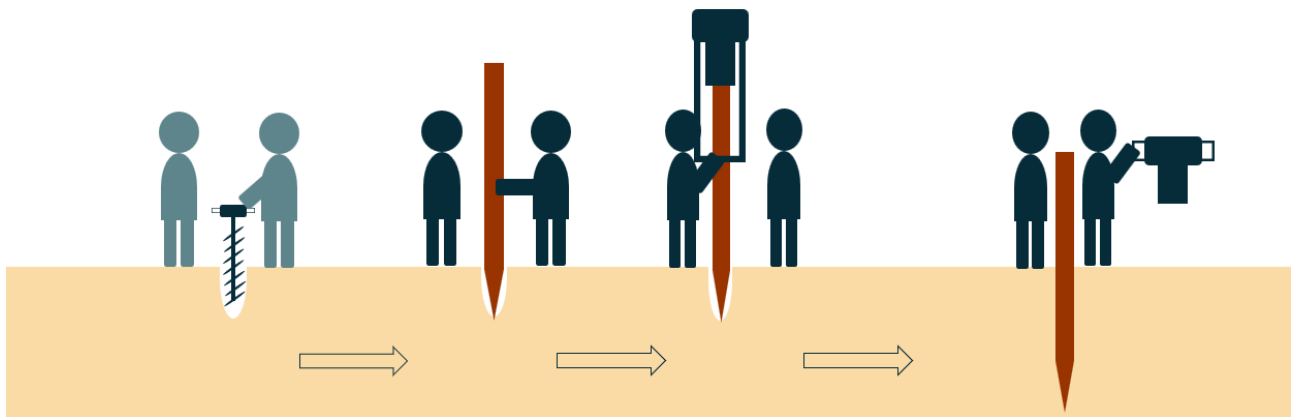


FIGURE 14: SCHEMAS ET PHOTOS DES PHASE DE MONTAGE DES MODULES ROOT (SEABOOST)

Deux scénarios d'implantation des modules sont à l'étude : un scénario mécanisé et un scénario non mécanisé.

Le scénario mécanisé implique l'usage d'une pelle mécanique sur l'estran ainsi que la circulation des opérateurs à pied.

7 - PLANNING PREVISIONNEL

Le tableau suivant présente le planning des différentes étapes du projet pilote.

Les travaux de déploiement sont prévus pour septembre / octobre 2026. La durée prévisionnelle des travaux est estimée à une dizaine de jours maximum hors aléas météorologiques.

Suite à l'installation du projet pilote, un suivi de 2 ans permettra d'évaluer la performance des modules ROOT.

	nov-25	déc-25	janv-26	févr-26	mars-26	avr-26	mai-26	juin-26	juil-26	août-26	sept-26	oct-26	nov-26
MODELISATION													
Montage et calibration du mode													
Test des premiers schémas													
Sélection de schémas													
Validation du schéma de déploiement													
TRAVAUX													
Conception des modules													
Dimensionnement des modules													
Dossier réglementaires													
Production des pièces et des bois													
Transport sur site													
Déploiement													
SUIVI													

Le coût prévisionnel des travaux (fourniture des éléments constitutifs des modules, usinage et travaux de déploiement) est de 83 300 €.

8 - EVALUATION DES INCIDENCES DU PROJET

8.1 - Synthèse des incidences du projet

8.1.1 - En phase travaux

Les principales incidences du projet sont les suivantes dans le cas des scénarios mécanisé et non mécanisé :

- La perturbation du sédiment de surface par les déplacements sur l'estran
- La perturbation du sédiment par le vibrofonçage des pieux bois

Ces incidences sont à nuancer au regard de leur intensité : la perturbation du sédiment de surface par les déplacements sur l'estran ne sera pas plus importante que celle générée lors de la pratique de la pêche au djarifa. L'intensité de la perturbation ne générera pas de remaniement sédimentaire d'ampleur ni de panache de turbidité. Le retour à une situation initiale sera opéré rapidement sous l'effet naturel de remobilisation sédimentaire par les marées.

Le balisage du cheminement des opérateurs et des engins sera mis en place en début de chantier pour limiter l'emprise de la perturbation.

8.1.2 - En phase exploitation

La principale incidence du projet une fois les travaux achevés consiste au risque de collision des embarcations sur les modules.

Du fait de la faible emprise du site, du balisage des modules et de la faible circulation dans ce secteur, l'incidence reste faible.

8.2 - Détails des incidences du projet

La qualification des impacts du projet est caractérisée selon :

- **La nature des impacts**
 1. Effet direct : Effet directement attribuable aux travaux projetés.
 2. Effet indirect : Effet différé dans le temps ou dans l'espace, attribuable à la réalisation des travaux.
 3. Effet temporaire : Effet lié à la phase de réalisation des travaux, nuisances de chantier, notamment la circulation de camions, le bruit, la poussière, la turbidité... L'impact temporaire s'atténue progressivement jusqu'à disparaître.
 4. Effet permanent : Effet qui ne s'atténue pas de lui-même avec le temps. Un impact permanent est dit réversible si la cessation de l'activité le générant suffit à le supprimer.
 5. Effet positif : Effet qui va dans le sens d'une amélioration vis-à-vis des enjeux environnementaux du site.
 6. Effet négatif : Effet qui va à l'encontre d'une amélioration vis-à-vis des enjeux environnementaux du site.
 7. Effet nul : Aucun effet.
- **L'importance des impacts**
 1. Effet négligeable : Effet suffisamment faible pour que l'on puisse considérer que les nouveaux aménagements n'ont pas d'incidence.
 2. Effet mineur : Effet dont l'importance ne justifie pas de mesure environnementale, réductrice ou compensatoire.
 3. Effet modéré : Effet dont l'importance peut justifier une mesure environnementale, réductrice ou compensatoire.
 4. Effet majeur : Effet dont l'importance justifie une mesure environnementale, réductrice ou compensatoire

8.2.1 - En phase travaux

IMPORTANCE DE L'EFFET							
Majeur		Modéré	Mineur	Négligeable	Nul	Positif (+)	Négatif (-)
Milieu physique	Compartiment	Nature de l'effet		Incidences	Remarques		
	Climat	Modification de la climatologie locale		Nul			
	Géologie	Modification de la géologie locale		Nul			
	Hydrologie	Modification de l'hydrologie locale		Nul			
	Conditions hydrosédimentaires	Modification du régime de vents, de la marée astronomique, des niveaux d'eau, accentuation de l'effet du changement climatique, influence sur la propagation des houles au large		Nul			
	Fonctionnement hydrosédimentaire	Influence sur la propagation de la houle et courants		Nul			
	Dynamique hydrosédimentaire	Influence sur l'évolution du trait de côte		Nul			
	Nature des sédiments	Implantation des modules : modification des sédiments de surface et remise en suspension des sédiments par le piétinement et/ou déplacement d'une pelle mécanique sur l'estran à marée basse		Direct – Temporaire - Modéré	Déplacement à marée basse Balisage du cheminement des engins		
Milieu vivant	Compartiment	Nature de l'effet		Incidences	Remarques		
	Qualité des sédiments	Pollutions accidentelles liées à l'intervention d'engins sur site Remise en suspension des sédiments		Direct – temporaire - Mineur	Zones de stockage des hydrocarbures étanches et confinées, vidanges, nettoyage, entretien des engins, recueil des produits de vidanges. Travail à marée basse		
	Qualité de l'eau	Remise en suspension de sédiments, de contaminants, pollutions accidentelles liées à l'intervention d'engins sur site Masse d'eau FRMC03, état moyen		Direct – temporaire - Mineur	Zones de stockage des hydrocarbures étanches et confinées, vidanges, nettoyage, entretien des engins, recueil des produits de vidanges. Travail à marée basse		
	Habitats	Fonds meubles : altération mécanique du fonds par piétinement, pas les traineaux de transport et la pelle mécanique		Direct – temporaire - modéré	Balisage du cheminement des engins		
		Mangrove Herbier Récifs coralliens		Direct - Négligeable Indirect – Négligeable Indirect – Négligeable	Pas de panache de turbidité attendu		
	Ichtyofaune	Perturbations sonores, remise en suspension de sédiments		Direct – Temporaire - Mineur	Travail à marée basse, vibrofonçage de pieux bois Usage d'une tarière avant vibrofonçage		
	Elasmobranches (Requins et raies)	Perturbations sonores, remise en suspension de sédiments		Direct – Temporaire - Mineur	Travail à marée basse, pieux bois Usage d'une tarière avant vibrofonçage		
	Mammifères marins	Perturbations sonores, remise en suspension de sédiments Baleine à bosse , Grand dauphin, Dauphin tacheté, Dauphin à long bec, Dugong		Direct – Temporaire Négligeable	Travail haut sur l'estran, à marée basse. Pas d'impact des travaux et de l'ouvrage au large. Usage d'une tarière avant vibrofonçage de pieux bois Pas d'observation de dugong à proximité de la baie de Chiconi		
	Tortues marines Tortue verte et tortue imbriquée.	Perturbations sonores, remise en suspension de sédiments, altération mécanique du fonds sédimentaire, écrasement		Direct – Temporaire - Mineur	Plage de Mangajou suivie sans site de ponte avéré. Intervention en dehors des périodes de ponte. Surveillance chaque jour de la plage avant lancement des travaux		
	Avifaune Crabier blanc	Perturbations sonores et occupation du territoire		Direct – Temporaire – Mineur	Période de travaux à définir en dehors de la période de nidification du crabier blanc		
Milieu vivant	Compartiment	Nature de l'effet		Incidences	Remarques		
	PATRIMOINE NATUREL ET PROTECTIONS PATRIMONIALES						
	ZNIEFF	ZNIEFF type I Coconi ZNIEFF marine type II « Récif frangeant de Grande Terre et Petite Terre » Dégradation des milieux et fonctionnalités écologiques		Direct – temporaire - Négligeable			
	Parc Naturel Marin de Mayotte	Dégradation des milieux et fonctionnalités écologiques		Direct – temporaire - Négligeable			
	Domaine du conservatoire du littoral	Dégradation des milieux et fonctionnalités écologiques		Direct – temporaire - Négligeable			
	MILIEU HUMAIN						
	Activités halieutiques	Zone de débarquement de pirogues Pêche à pied		Direct – Temporaire - Mineur	Redirection des pirogues en dehors de la zone de travaux Balisage du site, maintien des activités de pêche lors des travaux		
	Trafic maritime	Perturbation du trafic		Direct – Temporaire - Négligeable	Trafic maritime réduit, zone de travaux de faible emprise. Signalisation du site		
	Plaisance et tourisme	Incidences visuelles, olfactives et sonores du fait de l'intervention d'engins de chantier Occupation du territoire		Direct – Temporaire - Mineur	Zone de chantier réduite Hors d'une zone touristique		
	Risques naturels	Risque érosion Risque submersion		Nul			

8.2.2 - En phase exploitation

IMPORTANCE DE L'EFFET				
Majeur	Modéré	Mineur	Négligeable	Nul
Positif (+)	Négatif (-)			

Milieu physique	Compartment	Nature de l'effet	Incidences	Remarques
	MILIEU PHYSIQUE			
	Climat	Modification de la climatologie locale	Nul	
	Géologie	Modification de la géologie locale	Nul	
	Hydrologie	Modification de l'hydrologie locale	Nul	
	Conditions hydrosédimentaires	Marée astronomique	Nul	Accrétion sédimentaire par la présence des modules
		Vents	Nul	
		Niveau d'eau en tempête	Indirect / Positif / Permanent	
		Effets du changement climatique sur les niveaux d'eau	Indirect / Positif / Permanent	
		Propagation des états de mer au large	Nul	
	Fonctionnement hydrosédimentaire	Atténuation de la houle et des courants à la côte	Indirect / Positif / Permanent	Maitrise des contraintes hydrosédimentaires à la côte
	Dynamique hydrosédimentaire	Influence sur l'évolution du trait de côte : protection du trait de côte	Indirect / Positif / Permanent	
	Nature des sédiments	Modification de la nature des sédiments	Négligeable	Artificialisation de 100 x 10 cm ² soit 1 m ²

Milieu vivant	Compartment	Nature de l'effet	Incidences	Remarques
	QUALITE DU MILIEU			
	Qualité des sédiments	Dégradation de la qualité des sédiments	Nul	
	Qualité de l'eau	Dégradation de la qualité des eaux	Nul	
	MILIEU VIVANT			
	Habitats	Fonds meubles : occupation de 1 m ² de fonds sableux (environ 100 pieux de 10 cm ²) Enrichissement de l'habitat fonds meubles et de la faune associée (zone d'habitat supplémentaire créée par les modules)	Direct / Positif / Permanent	
		Mangrove : accroissement de la surface colonisable par la mangrove	Indirect / Positif / Permanent	
		Herbier : meilleure clarté des eaux du lagon par la restauration de mangrove conséquente	Indirect / Positif / Permanent	
		Récifs coralliens : meilleure clarté des eaux du lagon par la restauration de mangrove conséquente	Indirect / Positif / Permanent	
	Ichtyofaune	Création d'habitat et de zones de nurserie par les modules	Direct / Positif / Permanent	
	Elasmobranches (Requins et raies)	Zones d'habitat et de nurserie ?	Nul	
	Mammifères marins	Baleine à bosse : Grand dauphin Dauphin tacheté Dauphin à long bec Dugong	Nul	
	Tortues marines Tortue verte et tortue imbriquée.		Nul	
	Avifaune Crabier blanc		Nul	

Milieu vivant	Compartiment	Nature de l'effet	Incidences	Remarques
	PATRIMOINE NATUREL ET PROTECTIONS PATRIMONIALES			
	ZNIEFF	ZNIEFF type I Coconi ZNIEFF marine type II « Récif frangeant de Grande Terre et Petite Terre » Dégradation des milieux et fonctionnalités écologiques	Nul	
	Parc Naturel Marin de Mayotte	Action pilote de restauration de l'écosystème mangrove Mise en valeur de l'écosystème mangrove	Indirect / Positif / Permanent	
	Domaine du conservatoire du littoral	Action pilote de restauration de l'écosystème mangrove Mise en valeur de l'écosystème mangrove	Indirect / Positif / Permanent	
	MILIEU HUMAIN			
	Activités halieutiques	Pêche à pied → renforcement de la ressource halieutique en petit fond côtier	Indirect / Positif / Permanent	Redirection des pirogues en dehors de la zone de travaux Compatibilité des activités de pêche en dehors de la zone d'emprise du projet
	Usages	Usages nautiques et balnéaires : modules balisés et interdits d'accès	Direct / Permanent / Mineur	Faible emprise
	Trafic maritime	Signalisation du site pour redirection des pirogues hors zone projet Zone de débarquement de pirogues → redirection des pirogues hors zone projet	Négligeable	
	Plaisance et tourisme	Incidences visuelles → intégration paysagère des modules Zone de curiosité	Direct / Positif / Permanent	
	Risques naturels	Risque érosion, submersion Diminution du risque d'érosion et de submersion par maîtrise des contraintes hydrosédimentaires. La mangrove restaurée à long terme constitue une SFN face à ces risques. Accrétion sédimentaire	Direct / Positif / Permanent	

9 - MESURES PROPOSEES POUR EVITER ET REDUIRE LES INCIDENCES POTENTIELLES DU PROJET

Les principales incidences du projet sont les suivantes dans le cas des scénarios mécanisé et non mécanisé :

- La perturbation du sédiment du surface par les déplacements sur l'estran
- La perturbation du sédiment par le vibrofonçage des pieux bois

9.1 - Mesures d'évitement

La durée du chantier est estimée à une dizaine de jours maximum. La période de travaux incluant le vibrofonçage des pieux sera plus limitée dans le temps, vraisemblablement à 3 jours (selon conditions météo).

Le projet, consistant en la mise en place de pieux en bois par fonçage, a été conçu de manière à :

- éviter toute implantation dans les zones de mangrove dense, en particulier les secteurs favorables à la nidification du Crabier blanc (*Ardeola idae*),
- préserver les axes principaux de circulation hydraulique (chenaux tidaux), garantissant la continuité écologique et sédimentaire,
- limiter l'emprise aux zones déjà soumises à des dynamiques hydrosédimentaires actives (vasières).

Ce positionnement permet d'éviter les habitats les plus sensibles et les espèces à enjeu fort.

D'autre part, afin de limiter la perturbation du crabier blanc, dont des individus ont été observés dans la baie, les travaux de fonçage des pieux seront réalisés en dehors de la période de nidification du crabier blanc comprise entre octobre et mars.

9.2 - Mesures de réduction

Les incidences potentielles du projet concernent principalement des **modifications locales des conditions hydrodynamiques** et un **risque de dérangement ponctuel**. Toutefois, plusieurs éléments permettent de démontrer leur caractère négligeable :

- Les espèces végétales dominantes (*Rhizophora mucronata*, *Avicennia marina*) présentent une forte plasticité écologique, notamment vis-à-vis des variations de salinité, de turbidité et de dynamique sédimentaire ; des modifications localisées des courants n'induisent pas de dégradation fonctionnelle des peuplements. Elles contribuent en revanche à améliorer la viabilité de certains secteurs surexposés à l'hydrodynamisme pour la réhabilitation de cet écosystème historiquement présent.
- Les communautés benthiques (crabes violonistes, mollusques, gobidés amphibies) sont adaptées à des milieux instables et dynamiques, avec une forte capacité de recolonisation rapide. D'autre part, le fonçage des pieux d'ancrage est ponctuel et réduit. Enfin, le caractère pénétrant des pieux dans le substrat dans un écosystème de mangrove reproduit les propriétés géométriques de l'habitat et contribue notamment aux fonctions de bioturbation supportée par certains organismes inféodés à ce biotope.
- L'ichtyofaune juvénile utilise les chenaux tidaux de manière opportuniste ; l'absence d'altération de la connectivité hydraulique garantit le maintien de la fonction de nurserie.
- Concernant l'avifaune patrimoniale (*Ardeola idae*), le risque principal est le dérangement ; celui-ci est réduit par le caractère ponctuel des travaux, la limitation du bruit grâce au vibrofonçage (et non le battage), le choix de pieux en bois, la réduction de la phase de vibrofonçage par la création d'un pré-trou à l'aide d'une tarière, la limitation de l'usage d'engins mécanisés pour la phase de fonçage (l'assemblage des modules est réalisé à pied), le

balisage et la contrainte des cheminements et l'opération des travaux sur un temps court et hors période de nidification.

- Les pieux en bois constituent des structures perméables, n'entraînant ni artificialisation massive ni rupture des flux sédimentaires.

Ainsi, les mesures intrinsèques du projet permettent de réduire efficacement les incidences potentielles.

Parmi les autres risques identifiés, les risques de pollution liés au chantier relèvent principalement :

- Des installations de chantier avec stockage des engins, de lubrifiants, carburants, ...,
- Des déversements accidentels (renversement de fûts, d'engins, etc...) ou de négligence (déchets non évacués).

Afin de réduire ce risque, les précautions suivantes seront prises durant le chantier :

- Les zones de stockage des hydrocarbures seront étanches et confinées (plate-forme étanche avec rebord ou container permettant de recueillir un volume liquide équivalent à celui des aires de stockage),
- Les vidanges, nettoyages, entretiens et ravitaillements des engins seront réalisés sur des emplacements aménagés à cet effet. Les produits de vidanges seront recueillis ou évacués en fûts fermés vers des décharges agréées,
- Le matériel et les engins utilisés seront soumis à un entretien régulier
- Des consignes de sécurité seront établies, de manière à éviter tout accident.

Enfin, l'activité du chantier sur l'estran peut entraîner une perturbation du sédiment de surface du fait du piétinement régulier et l'éventuel passage d'une pelle mécanique au même titre que le remaniement et le tassement induits par des pêcheurs lors de la mise à l'eau d'une embarcation depuis la cale de mise à l'eau de Mangajou

Pour limiter la perturbation, un balisage des cheminements à suivre sera mis en place pour concentrer le piétinement et la circulation de la pelle mécanique si présente à quelques zones.

9.3 - Mesures de compensation

Au regard de la faible emprise du projet, de l'absence d'impact résiduel significatif sur les habitats ou les espèces et du maintien des fonctionnalités écologiques (nursérie, alimentation, stabilisation sédimentaire), aucune mesure compensatoire n'est proposée à ce stade. Le projet visant la réhabilitation d'un habitat clé de voute sur site, et uniquement cet objectif, il ne nous semble ni nécessaire, ni pertinent d'en compenser les effets.

Néanmoins, dans une logique d'amélioration continue et de compréhension du système dans sa globalité, nous choisissons de mettre en place un suivi écologique et sédimentaire post-travaux, ainsi qu'une vigilance évidente sur les périodes d'intervention.

En conclusion, l'analyse croisée des inventaires naturalistes disponibles et des caractéristiques écologiques du site de Chiconi-Mangajou met en évidence un écosystème de mangrove fonctionnel, dominé par des espèces résilientes et adaptées à des conditions hydrodynamiques variables. Le projet, par sa conception légère, localisée et perméable, n'induit pas de perturbation significative des habitats ni de mise en danger des espèces identifiées. En cohérence avec la séquence ERC, les mesures d'évitement et de réduction intégrées permettent de conclure à une compatibilité du projet avec les enjeux écologiques du site, sans incidence notable sur la biodiversité littorale et estuarienne.

10 - ANALYSE PAYSAGERE

10.1 - Caractérisation du paysage existant

Le site d'implantation du projet se situe en fond de baie de Chiconi, dans le secteur de Mangajou, au sein d'un paysage littoral tropical urbanisé. Ce paysage est structuré par :

- un estran sablo-vaseux soumis à l'alternance des marées ;
- des formations de mangrove en fond de baie avec *Avicennia marina* en espèce pionnière et *Rhizophora mucronata* en second. A l'angle sud Est de la baie, des vestiges du front pionnier d'*Avicennia marina* sont présents avec des restes du réseau racinaire et quelques arbres morts
- un estran de granulométrie croissante en allant vers l'ouest limitée par une micro-falaise limoneuse au niveau de l'école de Mangajou
- quelques chenaux tidaux assurant la transition entre milieux terrestres et marins ;

En arrière-plan, on retrouve ponctuellement des éléments anthropiques (village, infrastructures).

L'ensemble compose un paysage horizontal, ouvert et évolutif, caractérisé par :

- une forte variabilité visuelle selon les marées ;
- une dominante de teintes naturelles (bruns des vasières, verts de la mangrove) ;
- une artificialisation ponctuelle dans la zone d'implantation directe.

Ce paysage présente une identité écologique forte, où la mangrove joue un rôle structurant à la fois visuel et fonctionnel.



FIGURE 15: PAYSAGE D'IMPLANTATION DE L'OUVRAGE

La mangrove constitue un **élément emblématique du paysage littoral mahorais**.

Le paysage est **hautement dynamique**, influencé par les marées, les dépôts sédimentaires et l'évolution de la mangrove. Cette dynamique implique une **capacité d'évolution et d'intégration naturelle** des aménagements.

10.2 - Analyse de l'insertion paysagère du projet

10.2.1 - Nature et organisation du projet

Le projet consiste en l'implantation d'environ **100 modules ROOT** répartis sur une surface de 2 hectares, en interface entre mangrove existante et vasière.

Les modules présentent les caractéristiques suivantes :

- Structures verticales sur pieux bois,
- Organisation diffuse (non linéaire),
- Forte porosité (~90 %),
- Implantation à faible densité relative.
- Modules biomimétiques du réseau racinaire de la mangrove

10.2.2 - Perception visuelle des modules

À courte distance

Les modules seront **visibles individuellement**, mais leur structure ajourée limite leur impact visuel. Leur **échelle réduite** et leur dispersion atténuent l'effet d'ouvrage massif.

À moyenne distance

L'effet visuel devient **diffus et peu structurant**. Les modules s'apparentent à une **texture verticale légère**, proche visuellement d'un réseau racinaire.

À longue distance

L'impact visuel est **très faible voire négligeable**, en raison de la faible hauteur des structures et de leur insertion dans un paysage horizontal vaste.



10.2.3 - Cohérence avec le paysage littoral

Le projet présente une **forte compatibilité paysagère**, liée à :

- **Son inspiration biomimétique**
 - o Les modules reproduisent la **morphologie des racines de palétuviers**
 - o Ils s'inscrivent dans une **continuité formelle avec la mangrove existante**
- **Le choix des matériaux** avec l'utilisation de bois, matériau naturel, cohérent avec les teintes du site et évolutif (vieillesse naturelle)
- **La transparence de l'ouvrage** du fait de sa forte porosité qui limite les effets d'obstruction et l'impression d'artificialisation
- **L'absence de linéarité** qui contrairement à des ouvrages classiques (digues, enrochements) évite toute rupture géométrique forte et permet de conserver un aspect diffus

10.2.4 - Effets du projet sur le paysage

Effets à court terme (phase travaux)

Les perturbations visuelles temporaires consistent en la présence d'un engin de chantier et d'une vingtaine d'opérateurs à pied ainsi que du balisage de chantier. Ces effets sont localisés et réversibles. Ils sont effectifs sur la durée du chantier, à savoir 10 jours maximum avec la présence d'un engin de chantier

L'impact paysager à court terme est **faible et temporaire**.

Effets à moyen et long terme (phase exploitation)

A moyen/long terme, le projet génère l'introduction d'éléments verticaux discrets dans le paysage. Les modules entraînent une modification très limitée de la perception globale.

L'impact paysager est faible.

Effets indirects à long terme

Le projet conduira à des effets indirects positifs sur le paysage avec notamment :

- La restauration progressive de la mangrove résultant en une densification de la couverture végétale et une fermeture du paysage là où il s'était ouvert.
- L'amélioration de la qualité paysagère avec un retour à un paysage plus naturel et fonctionnel, l'atténuation des marqueurs de régression de la mangrove et des signes d'érosion.

10.2.5 - Synthèse de l'analyse paysagère

Le projet s'inscrit dans une logique de **faible impact visuel et de forte intégration paysagère** :

- Il respecte les **caractéristiques morphologiques et écologiques** du site
- Il évite toute **artificialisation lourde ou rupture visuelle** ;
- Il s'appuie sur une **approche biomimétique cohérente avec le paysage de mangrove** ;
- Il contribue, à terme, à une **amélioration du paysage** par la restauration des dynamiques naturelles.

Le projet présente ainsi une **incidence paysagère faible à court terme et positive à long terme**, en cohérence avec les enjeux de préservation et de restauration du paysage littoral de la baie de Chiconi.
