



Projet de recherche-action ADAPTOM

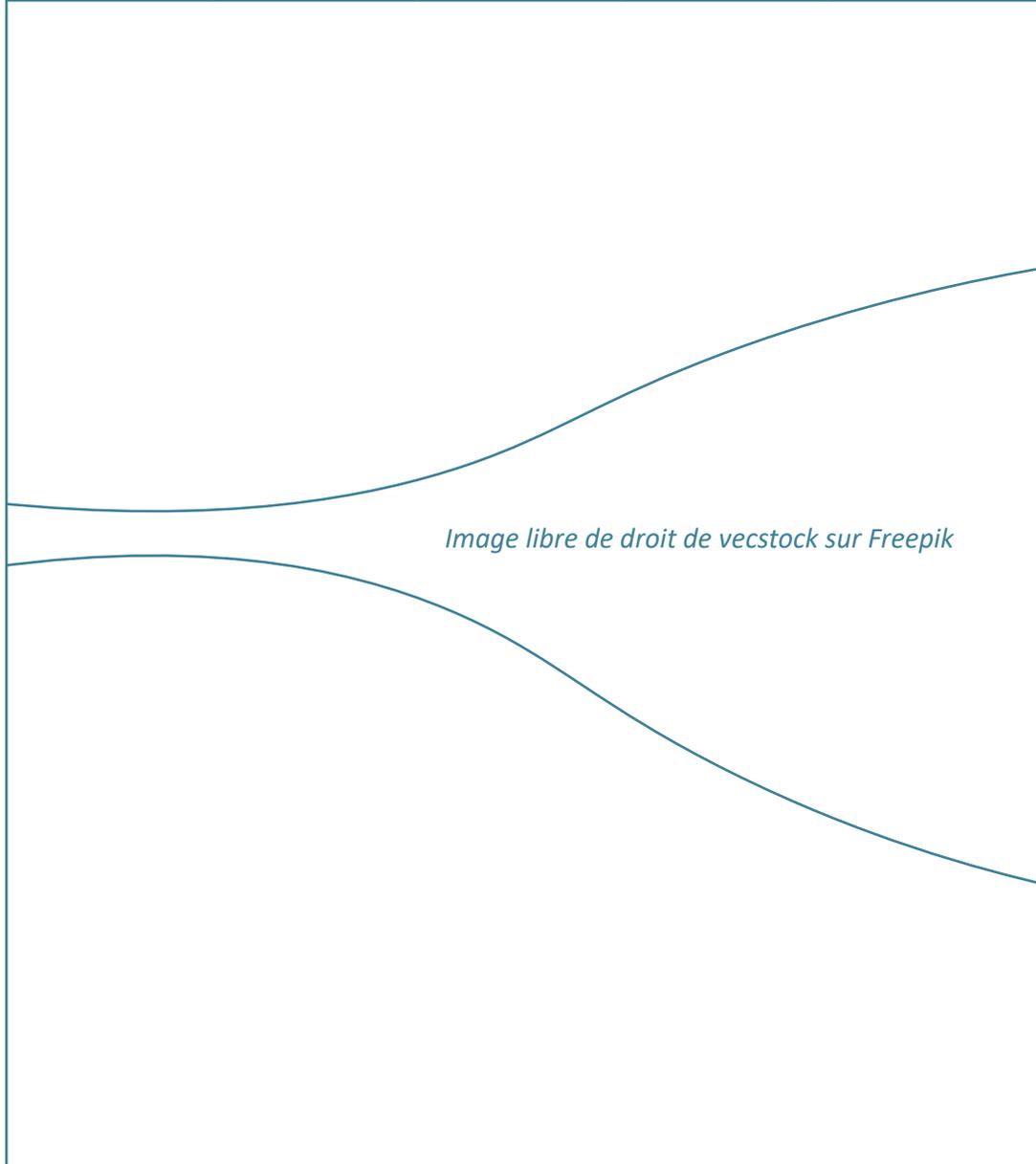
Évaluer les Solutions d'adaptation côtière fondées sur la Nature dans les territoires d'Outre-Mer français

Volume 2. La Réunion

Virginie DUVAT & Inès HATTON



Crédits photo : première de couverture

<i>HATTON I.</i>	<i>HATTON I.</i>	<i>HATTON I.</i>	<i>HATTON I.</i>	<i>HATTON I.</i>
 <p><i>Image libre de droit de vecstock sur Freepik</i></p>				
<i>HATTON I.</i>	<i>HATTON I.</i>	<i>HATTON I.</i>	<i>HATTON I.</i>	<i>HATTON I.</i>

INTRODUCTION

Définition des Solutions d'adaptation fondées sur la Nature (SafN)

Suivant la définition de l'Union internationale de conservation de la nature (UICN), les Solutions d'adaptation fondées sur la nature incluent **l'ensemble des « actions visant à protéger, gérer de manière durable, restaurer ou recréer des écosystèmes dans le but d'adresser un défi sociétal, en produisant des bénéfices pour la biodiversité et pour le bien-être humain »** (Cohen-Shacham et al., 2016).

Le projet de recherche-action ADAPTOM, qui vise à produire un *retour d'expérience sur le potentiel des solutions fondées sur la nature pour réduire les risques côtiers et favoriser l'ADAPTation au changement climatique dans les Territoires d'Outre-Mer insulaires français*, se focalise sur un défi sociétal spécifique, la **réduction des impacts du changement climatique sur les territoires côtiers**. Il se concentre par conséquent sur les **actions visant à réduire les risques d'érosion côtière, de submersion marine et de submersion-inondation**.

Par définition, les SafN imposent de **travailler avec et de renforcer la nature**. Elles sont ancrées dans la reconnaissance que les écosystèmes rendent des services à l'humanité (Seddon et al., 2020). Dans le cadre des SafN côtières, le service écosystémique considéré est le **service de protection côtière**, qui fait partie des services dits de régulation. Par exemple, les récifs coralliens fournissent ce service à travers deux fonctionnalités : (1) la dissipation de l'énergie des vagues, notamment de tempête, qui réduit (i) leurs impacts érosifs et dévastateurs sur les aménagements humains et (ii) les submersions marines associées, et (2) l'alimentation des systèmes côtiers en sédiments (Figure 1). Là où les conditions environnementales sont favorables, les écosystèmes côtiers et marins ont la capacité de s'adapter au changement climatique en s'ajustant verticalement au niveau marin. Un récif corallien en bon état de santé peut compenser l'élévation du niveau marin par sa croissance verticale et permettre aux systèmes côtiers adjacents de s'ajuster verticalement de la même manière, tant que les valeurs d'élévation du niveau marin ne dépassent pas sa vitesse de croissance. De telles réponses traduisent la **capacité naturelle d'ajustement des écosystèmes aux pressions climatiques**. De manière identique, s'ils sont suffisamment alimentés en sédiments et en bon état de santé, les mangroves et les herbiers marins ont la capacité de s'exhausser pour suivre l'élévation du niveau marin et se maintenir. Lorsque l'alimentation en sédiments des écosystèmes végétalisés (systèmes côtiers, mangroves, herbiers marins) est insuffisante, ils s'adaptent aux pressions climatiques en migrant vers les terres.

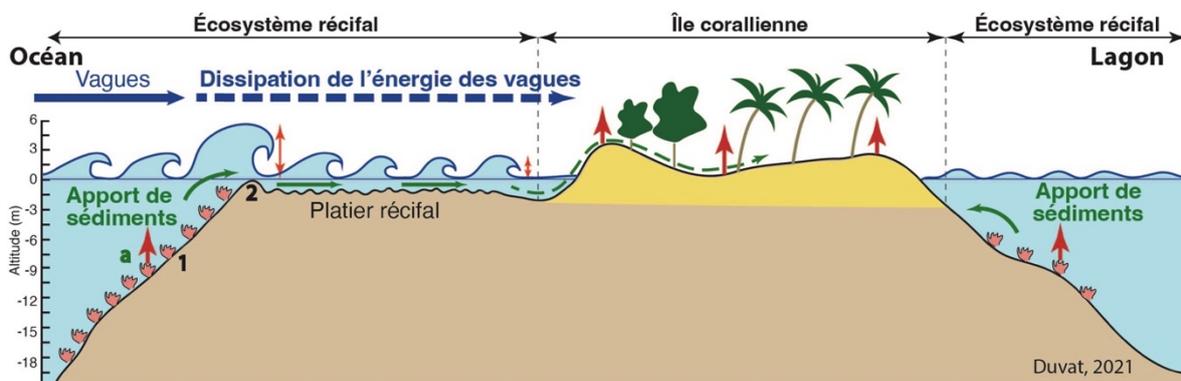


Figure 1. Le service de protection côtière rendu par les récifs coralliens (exemple d'une île corallienne d'atoll)

Parce que les écosystèmes sont connectés et donc interdépendants, l'un des défis de l'adaptation au changement climatique fondée sur les écosystèmes est de parvenir à **mieux protéger, gérer durablement et restaurer les continums d'écosystèmes** qui assurent ensemble le service de protection côtière (Figures 2 et 3). Pour avoir une efficacité optimale, les SafN doivent par conséquent, au-delà d'être appliquées à des entités fonctionnelles cohérentes (cellule hydro-sédimentaire et bassin-versant), être étendues au continuum d'écosystèmes.

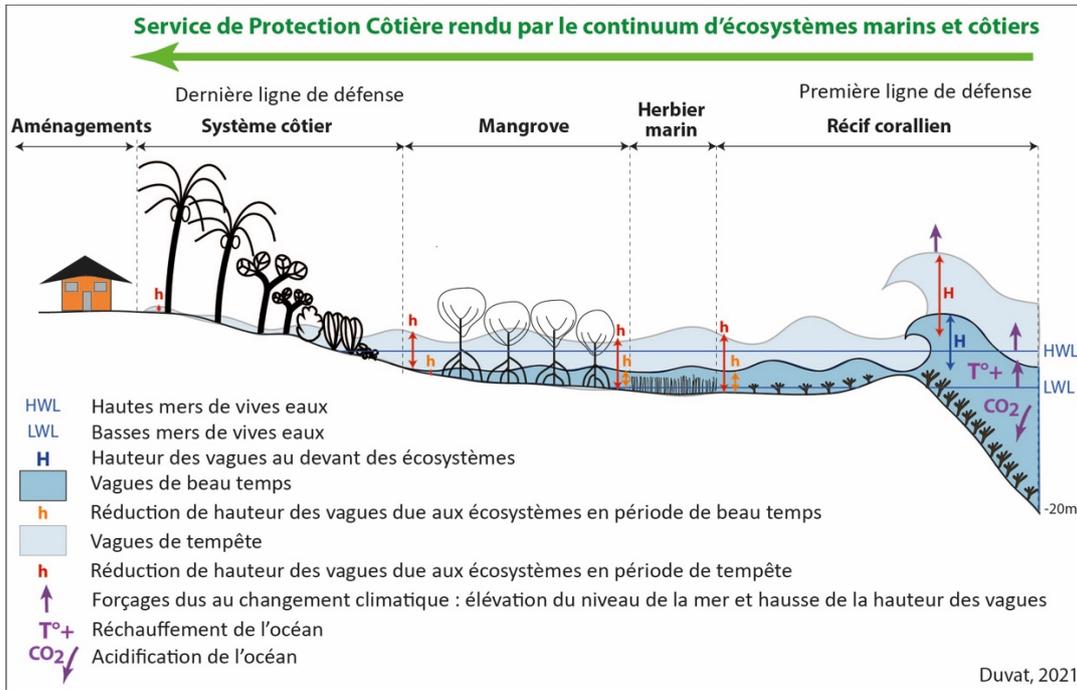


Figure 2. Considérer le continuum d'écosystèmes marins et côtiers pour optimiser les résultats des projets de SafN

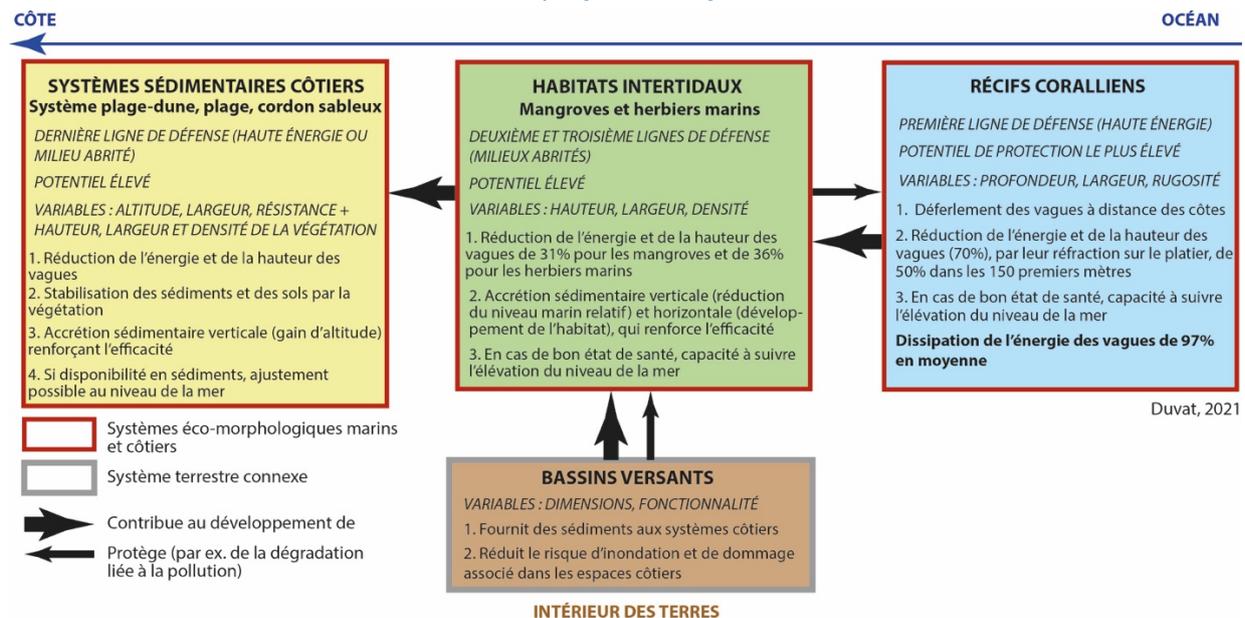


Figure 3. Les complémentarités des écosystèmes marins, côtiers et terrestres, dans la production du service de protection côtière

Les SafN peuvent être utilisées seules ou de manière combinée avec d'autres mesures d'adaptation, telles que la protection lourde (on parle alors de *mesure d'adaptation hybride*), l'accommodation (qui favorise le maintien des fonctionnalités écosystémiques, par exemple en ayant recours à la transparence hydraulique des bâtiments), ou la relocalisation (qui permet, à travers des opérations de requalification des espaces libérés des constructions, de recréer des écosystèmes fonctionnels et donc des zones tampons) (Figure 4). La plupart des projets recensés dans le cadre d'ADAPTOM sont centrés sur une SafN. Quelques projets seulement sont de nature hybride.

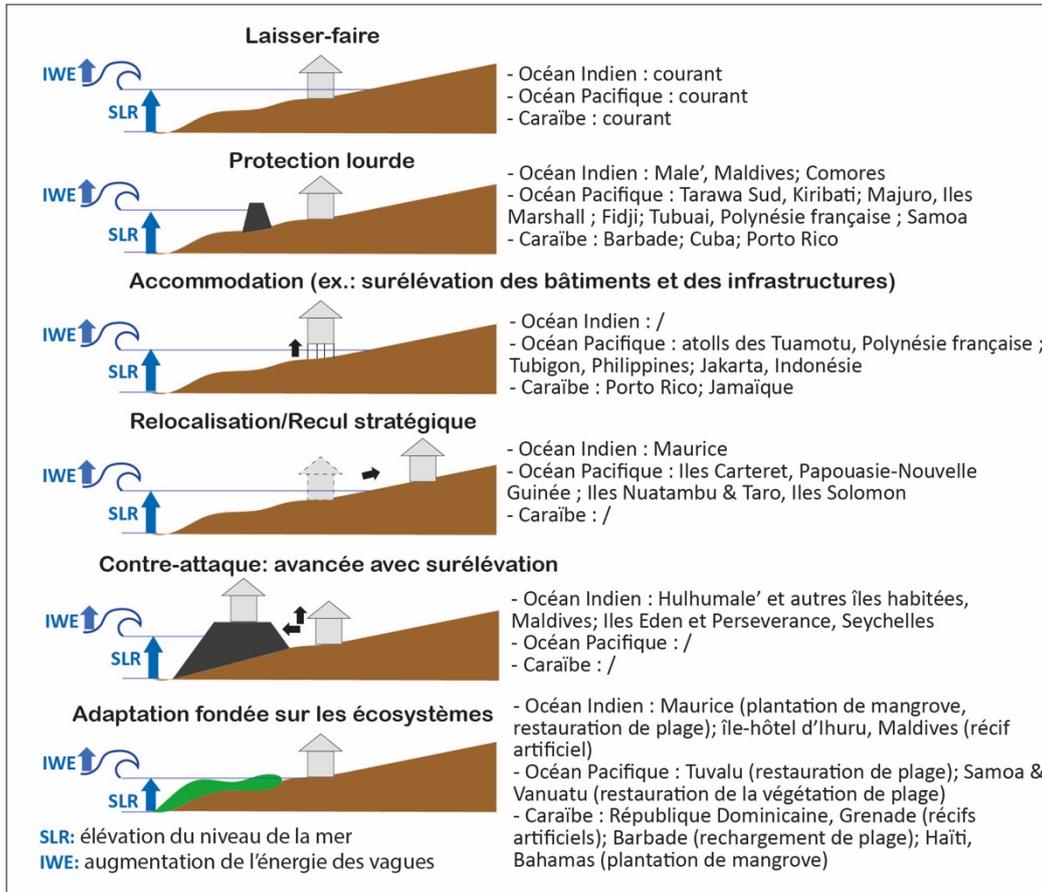


Figure 4. Les solutions d'adaptation côtière au changement climatique et leur utilisation dans les petites îles tropicales

Origine et objectifs du projet de recherche-action ADAPTOM (Janvier 2022-Janvier 2025)

Le projet de recherche-action ADAPTOM répond à la demande qui a été exprimée par les acteurs opérationnels des territoires d'Outre-Mer lors du Forum Littoral organisé par le Conservatoire du littoral en 2020 de **pouvoir bénéficier (1) d'un retour d'expérience sur les projets de SafN déjà déployés** afin d'en tirer des enseignements pour les projets futurs, **(2) d'un accompagnement scientifique** pour identifier les solutions disponibles et leurs conditions d'utilisation (leviers et barrières), et pour suivre et évaluer leurs projets, et **(3) d'une mise en réseau à trois échelles**, celle des territoires, celle de chacune des régions et celle des Outre-Mer pris dans leur ensemble. Il s'agit donc d'un projet qui **répond à des besoins existants en se plaçant au service d'une communauté d'acteurs déjà mobilisée**. Il est coordonné par le laboratoire LIENSs et la délégation Outre-Mer du Conservatoire du littoral.

Dans la phase de réflexion initiale, le projet s'est appuyé sur une équipe interdisciplinaire mobilisant cinq laboratoires de recherche : l'UMRi LIENSs, La Rochelle Université-CNRS (géographes, géomaticiens, juristes) ; l'USR CRIOBE, Polynésie française (écologues récifaux spécialistes de restauration récifale et de l'évaluation des services écosystémiques) ; l'UMR ENTROPIE, Nouvelle-Calédonie (modélisateurs des dynamiques physiques et écosystémiques) ; l'IRD (spécialiste d'anthropologie des catastrophes) ; et l'EA GEODE Caraïbe, Martinique (géographe).

Ce projet de recherche vise à apporter une réponse à la **question centrale** suivante : ***quel est le potentiel des SafN pour réduire les risques côtiers actuels et favoriser l'adaptation au changement climatique dans les Outre-Mer insulaires français ?***

Cette question de recherche se décline en cinq sous-questions interconnectées : *Quelles SafN ont été jusqu'à présent expérimentées, séparément ou en combinaison avec d'autres actions d'adaptation ? En quoi les projets de SafN mis en œuvre constituent-ils un terreau porteur pour promouvoir l'adaptation au changement climatique dans les territoires d'Outre-Mer ? Les acquis et bénéfiques des projets de SafN sont-ils valorisés à l'échelle de chacun des territoires et partagés entre les Outre-Mer ? Quel est le rôle de la collaboration régionale dans le développement des SafN dans les Outre-Mer ? Comment la communauté scientifique peut-elle soutenir utilement les acteurs de terrain sur cette question ?*

Pour apporter des réponses à ces questions, le projet **ADAPTOM comprend 5 tâches interdépendantes** (Figure 5). La Tâche 1 est consacrée à l'animation du projet, qui s'appuie sur un comité de suivi composé de huit membres, tous des acteurs opérationnels, représentant divers organismes impliqués dans la mise en œuvre des SafN : l'Office français de la biodiversité, l'Union internationale de conservation de la nature, le BRGM, l'Office national des forêts, l'observatoire du littoral de Nouvelle-Calédonie (OBLIC), le service Environnement de Wallis-et-Futuna et Kélonia (observatoire et centre de sensibilisation sur les tortues marines basé à La Réunion). Les Tâches 2 et 3, respectivement dédiées au recensement et à la caractérisation des projets de SafN et à l'évaluation de leur potentiel d'adaptation au changement climatique, constituent les tâches centrales du projet. Elles reposent sur la mise au point d'une méthodologie d'évaluation dédiée. La Tâche 4 vise la capitalisation et la valorisation des résultats obtenus. En dernier lieu, la Tâche 5 consiste en la formulation de propositions et de recommandations pour renforcer l'accès aux SafN et le potentiel adaptatif de ces dernières.

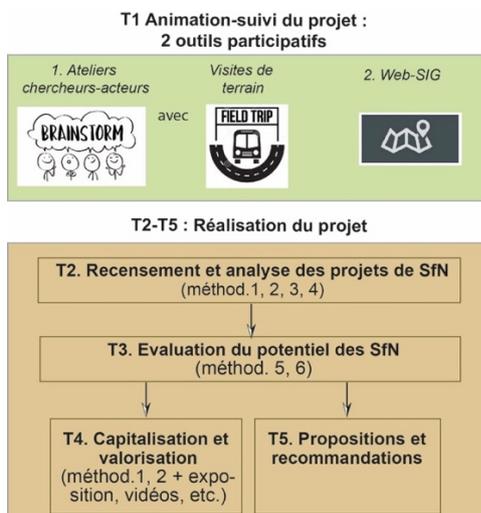


Figure 5. Structure du projet ADAPTOM

Les productions ADAPTOM

ADAPTOM mettra à disposition des acteurs opérationnels des Outre-Mer :

- Une **cartographie des SafN côtières** ;
- Un **recueil des SafN côtières des territoires d’Outre-Mer**, dont le présent recueil constitue le deuxième volume, dédié à La Réunion (5 projets), qui est complété par deux volumes supplémentaires, respectivement dédiés à la Caraïbe (10 projets) et au Pacifique (11 projets) ;
- Un **catalogue des SafN côtières**, qui sera réalisé à partir des projets étudiés ;
- Un **guide méthodologique** d’évaluation et de suivi des projets de SafN ;
- Des **capsules vidéo** de présentation d’une sélection de projets de SafN et un **documentaire** montrant *La science de l’adaptation au changement climatique en action* ;
- Une **exposition sur les SafN** des Outre-Mer.



**ADAPTOM - Potentiel des SafN dans les Outre-Mer :
Recueil Réunion**



MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION DES SOLUTIONS D'ADAPTATION CÔTIÈRES FONDÉES SUR LA NATURE

L'origine de la méthodologie d'évaluation ADAPTOM

La méthodologie d'évaluation qui a été appliquée aux SafN des territoires d'Outre-Mer s'appuie sur **quatre sources principales** : **(1) la littérature scientifique disponible**, qui propose des éléments de cadrage sur l'évaluation des projets d'adaptation au changement climatique et met en évidence les lacunes des systèmes d'évaluation existants ; **(2) le Standard mondial de l'UICN** pour les solutions fondées sur la nature (2020), qui propose huit critères pour les évaluer ; **(3) des méthodes d'évaluation mises au point par des acteurs opérationnels**, nationaux et internationaux, pour suivre et évaluer des projets de SafN ; **(4) notre expertise, nos réflexions et notre expérience** des projets de réduction des risques et d'adaptation au changement climatique.

Le protocole d'évaluation ADAPTOM

Il comprend deux phases distinctes.

Phase 1 – L'identification des projets de SafN

Il n'existe ni liste, ni cartographie des projets de SafN côtiers à l'échelle des territoires. La première phase a donc consisté à identifier ces projets. Ce travail a été réalisé avec l'appui des acteurs opérationnels impliqués dans ce champ d'action, tels que le Conservatoire du littoral, l'Office national des forêts, l'Office français de la biodiversité, la branche française de l'Union internationale de la nature, les services de l'État concernés (DEAL, service environnement des Collectivités d'Outre-Mer), les collectivités territoriales, des associations environnementales et des bureaux d'études œuvrant dans le domaine de la préservation de l'environnement. Nous avons ainsi pu recenser un certain nombre de projets de SafN côtiers, mais la liste que nous avons pu établir n'est pas exhaustive. Il est difficile de recenser ces projets, parce qu'ils sont portés par des acteurs très divers, restent en général très localisés et font pour certains l'objet de peu ou pas d'actions de communication. Ils ne sont par ailleurs pas intégrés dans les observatoires littoraux. Grâce à cet effort de recensement, ADAPTOM produira une première cartographie des projets de SafN côtiers dans les territoires d'Outre-Mer. Cinq projets ont ainsi pu être recensés à La Réunion.

Mettre en place un dispositif de recensement systématique des projets de SafN à l'échelle de chacun des territoires d'Outre-Mer serait utile non seulement pour les faire connaître et favoriser les partages d'expérience entre les acteurs impliqués, mais aussi pour mesurer les efforts d'adaptation réalisés à l'échelle des territoires et évaluer les résultats obtenus en termes de réduction des risques.

Phase 2 – L'évaluation des projets de SafN

À la différence des méthodologies *ex ante* qui visent à accompagner la conception de projets d'adaptation, notre **méthodologie ex post** permet d'évaluer des projets en cours de mise en œuvre ou achevés.

Le protocole méthodologique ADAPTOM prend en compte **trois dimensions interdépendantes** : **(1) les conditions de mise en œuvre** des projets de SafN dans leur phase de déploiement et de réalisation (*conditions favorisantes*) ; **(2) leurs capacités de réduction du risque** ; et **(3) les externalités** (conséquences autres que relatives à la réduction du risque) qu'ils génèrent (Figure 6).

Pour chacune de ces trois dimensions de l'évaluation, des **variables clés ont été identifiées, pour un nombre de huit au total** :

- (1) **Les conditions favorisantes** sont évaluées à partir de quatre variables : le contexte territorial, la gouvernance de la SafN, le financement de la SafN et son acceptabilité sociale.
- (2) **Les capacités de réduction du risque** du projet de SafN sont évaluées à partir de deux variables, l'efficacité technique potentielle ou avérée de la SafN, et son soutien par les études, le suivi et l'évaluation requises.
- (3) **Les externalités** du projet de SafN sont évaluées sur la base de deux variables, les co-bénéfices (impacts positifs autres que la réduction du risque) et les effets collatéraux négatifs (impacts négatifs) produits par la SafN, et son degré de contribution à l'adaptation du territoire.

Ces trois grandes dimensions et ces huit variables s'influencent mutuellement (Figure 6).

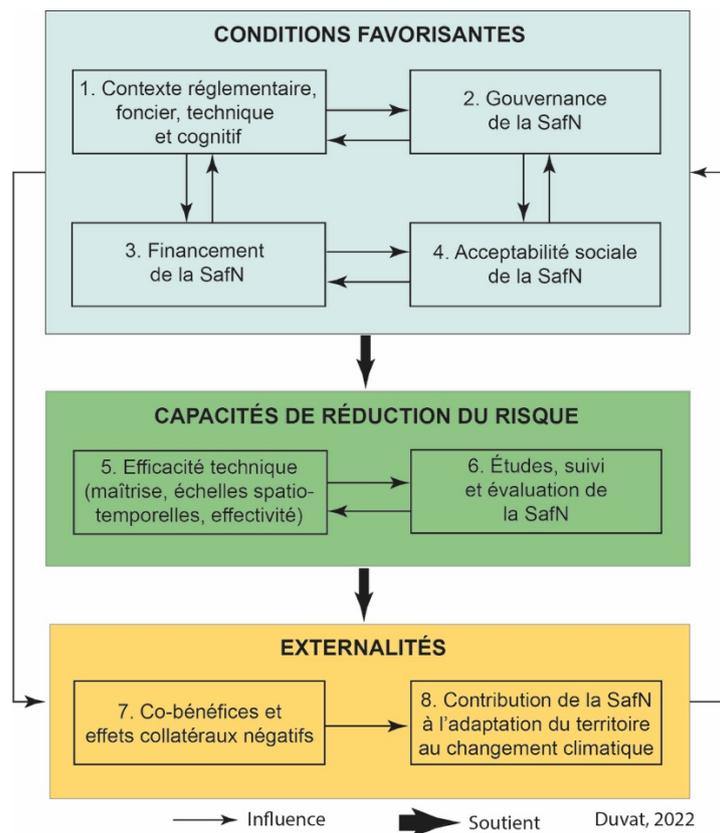
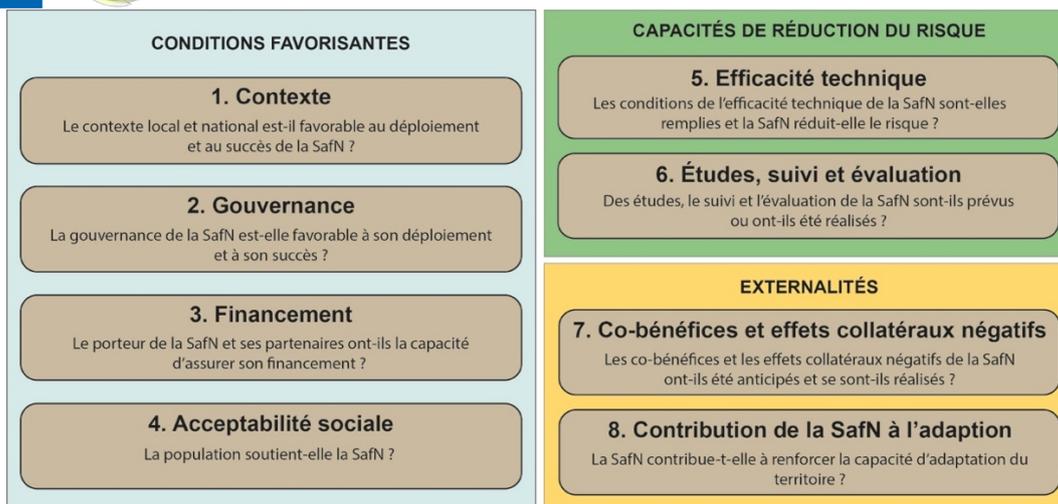


Figure 6. Cadre d'évaluation ADAPTOM

Pour chacune des huit variables considérées, l'évaluation répond à une **question structurante** (Figure 7). Par exemple, pour la variable *Contexte*, il s'agit d'évaluer dans quelle mesure le contexte territorial local et national est favorable au déploiement et au succès de la SafN.



Duvat, 2022

Figure 7. Questions structurantes associées à chacune des variables du protocole d'évaluation ADAPTOM

Chaque variable repose sur des **indicateurs** spécifiques (Figure 8). Par exemple, pour la variable *Contexte*, quatre indicateurs ont été définis, relatifs au contexte réglementaire (1.1), foncier (1.2), technique (1.3) et cognitif (1.4). Au total, l'évaluation repose sur **30 indicateurs**.



Duvat, 2022

Figure 8. Indicateurs d'évaluation des SafN du protocole ADAPTOM

Pour chacun des 30 indicateurs, l'évaluation repose sur un **système de scoring**, qui s'échelonne de 0 à 3 ou de 1 à 3, selon les indicateurs (Figure 9). Chaque score a été précisément décrit, afin que différents évaluateurs aboutissent au même résultat. Les données requises pour effectuer le scoring sont collectées en mobilisant des méthodologies variées : la collecte et l'analyse documentaires (rapports techniques, informations fournies par les sites internet des projets de SafN ou des institutions porteuses, littérature scientifique, etc.), la réalisation d'entretiens semi-directifs auprès des porteurs et partenaires des projets de SafN, la conduite d'enquêtes par questionnaire auprès de la population locale et la réalisation d'observations de terrain. Les données collectées sont intégrées dans une fiche-projet détaillée (une par projet) et dans une base de données (base de données ADAPTOM). À partir de ce matériau, l'évaluation est réalisée indépendamment par les chercheurs, qui confrontent ensuite leurs résultats – c'est-à-dire le score attribué à chacun des 30 indicateurs et les éléments de justification de ce score – pour aboutir à un score consensuel. Cette première évaluation est communiquée aux porteurs de projets, qui en prennent connaissance et peuvent suggérer des modifications ou apporter des compléments d'information utiles. Un échange est organisé avec les porteurs de projets pour valider un à un les scores et les éléments de justification associés. Cette dernière étape permet de finaliser l'évaluation.

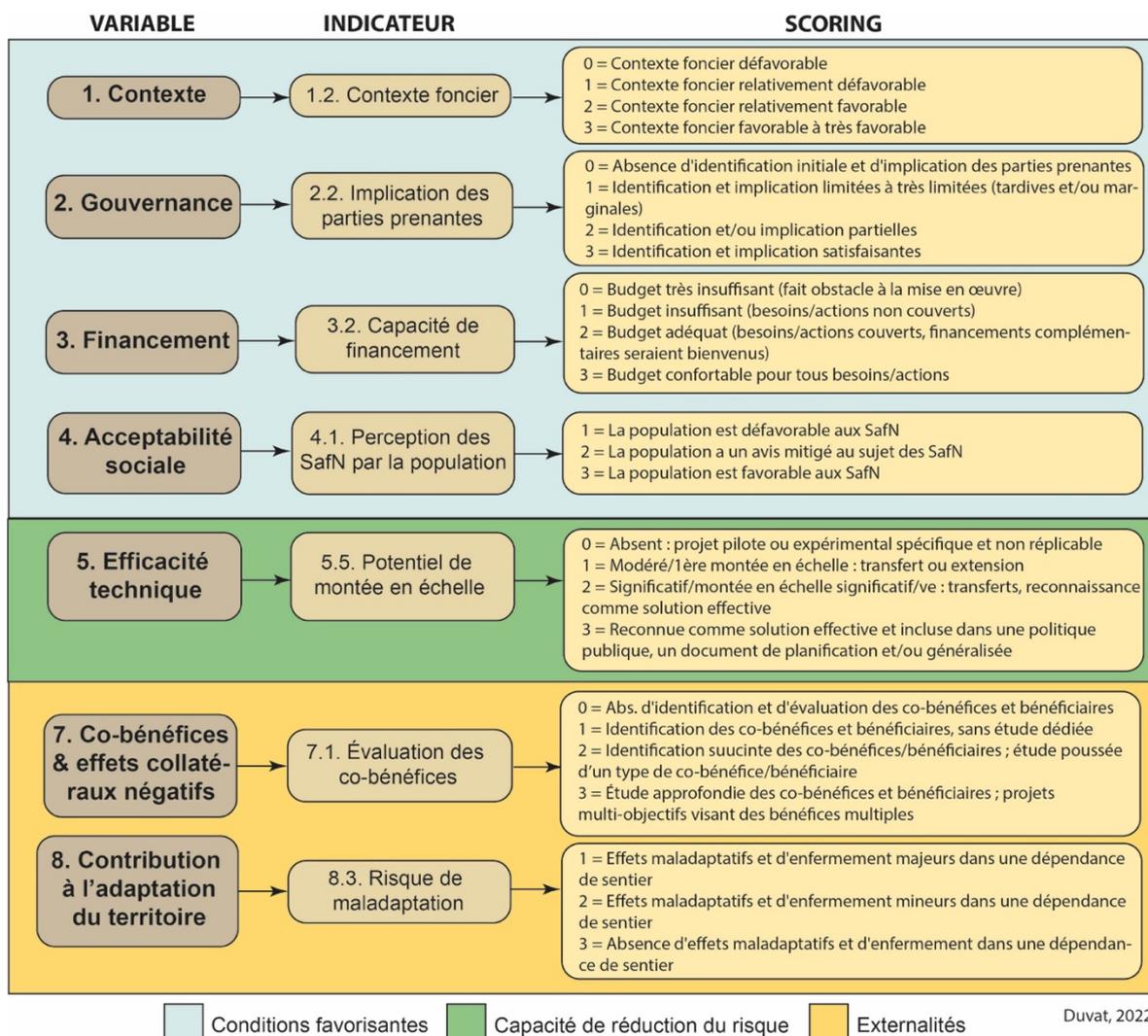


Figure 9. Indicateurs d'évaluation des SafN du protocole ADAPTOM

Les résultats ADAPTOM

Les résultats obtenus pour chacun des projets de SafN sont synthétisés sur un **graphique-radar**, qui les restitue à **trois échelles** : celle des **indicateurs** (scores), celle des **variables** (moyenne des scores des indicateurs) et celle du **projet de SafN**, dont la **capacité adaptative** est calculée sous la forme d'un indice synthétique ramené à 100 (Figure 10).

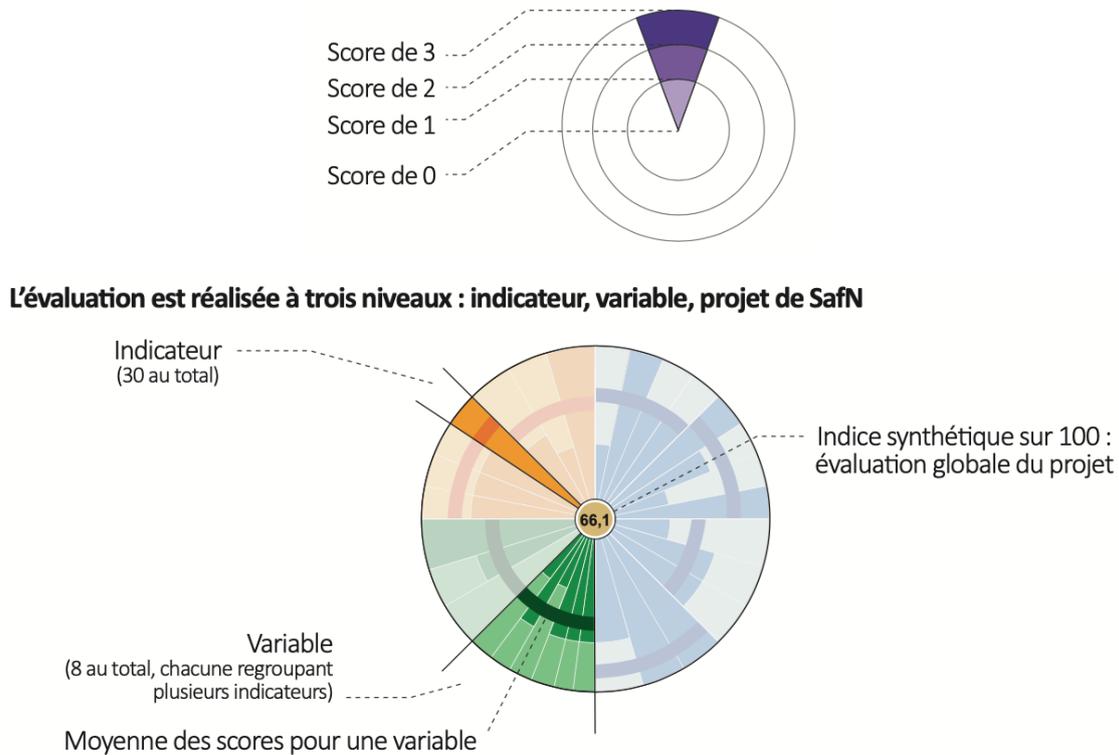


Figure 10. Graphique de synthèse des résultats par projet de SafN

L'évaluation par scoring permet de dégager les **forces et faiblesses des projets de SafN**. L'analyse comparée des différents projets de SafN mis en œuvre sur les territoires ou à l'échelle d'une région (par exemple, la région Caraïbe) permet de mettre en évidence les **savoir-faire maîtrisés** à l'échelle d'un territoire ou d'une région (par exemple, la revégétalisation des hauts de plage pour la Caraïbe). Ces analyses constituent un point de départ pour promouvoir la capitalisation des acquis et les partages d'expérience entre projets et territoires, en favorisant les apprentissages réciproques.

L'évaluation semi-quantitative par scoring est complétée par une **analyse qualitative des projets de SafN** qui s'attache à mettre en évidence **(1) les leviers et barrières** à leur mise en œuvre et à leur succès, **(2) les solutions appliquées pour lever les barrières**, et **(3) si les conditions d'efficacité technique des projets sont remplies ou non**.

L'ensemble de ces résultats sont synthétisés dans les fiches-projets synthétiques qui composent ce recueil.

Une collaboration fructueuse avec les porteurs et partenaires des cinq projets de SafN côtiers de La Réunion a permis de les renseigner avec précision et de les évaluer.



LEGENDE DES FICHES-PROJETS

Retour d'expérience sur les projets de Solutions d'adaptation côtière fondées sur la Nature

Code couleur des fiches :

-  Le projet de SafN vise à réduire le risque d'érosion côtière et/ou de submersion marine
-  Le projet de SafN ne vise pas à réduire les risques côtiers, mais il peut y contribuer et il possède une valeur expérimentale ou exemplaire utile pour renforcer la capacité des territoires d'Outre-Mer à mettre en oeuvre des SafN efficaces
-  Le projet est hybride (SafN + ingénierie côtière). Ce type de combinaison de mesures est de plus en plus fréquent, notamment sur les sites très aménagés. Les projets hybrides seront de plus en plus utilisés dans le futur pour faire face à des pressions climatiques croissantes. Il est donc important d'en présenter des exemples.

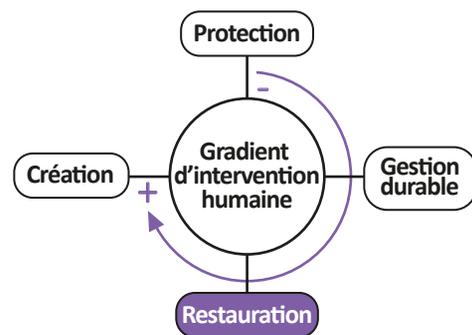
Type de projet :

Si certaines techniques sont expérimentales (au stade de test), d'autres sont maîtrisées (expérimentations concluantes), et d'autres encore au stade du transfert vers un ou plusieurs site(s). Ce dernier stade peut être suivi par une généralisation de la solution à l'échelle du territoire, qui répond aux enjeux de montée en échelle des SafN.



Type de SafN :

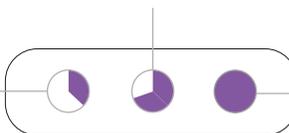
On distingue 4 types de projets de SafN, conformément à la définition des SafN par l'UICN. Le terme de *restauration* désigne ici le renforcement d'écosystèmes à forte valeur écologique ayant existé par le passé et ayant disparu ou ayant été compressés (phénomène de compression côtière) et/ou dégradés par les activités humaines.



Les différents stades de déploiement des SafN (au 1er décembre 2022) :

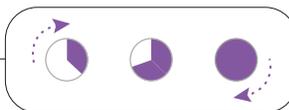
Stade 2 : projet en cours de déploiement

Stade 1 : projet en cours de montage



Stade 3 : projet achevé

Projet nécessitant une maintenance perpétuelle (ex. : rechargement en sable)



Emprise spatiale :

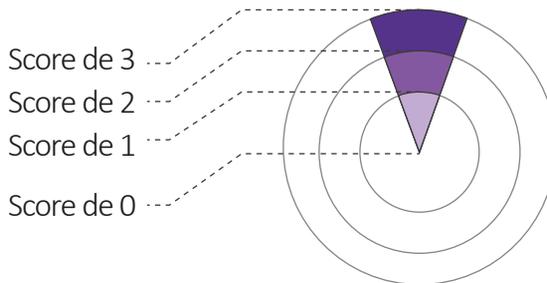
Pour être fonctionnelle et efficace (réduction du risque), une SafN doit être déployée à l'échelle d'une entité fonctionnelle, telle qu'une cellule hydro-sédimentaire ou un bassin versant. Un projet de SafN doit donc remplir des critères de superficie, de largeur, de continuité spatiale et de densité des écosystèmes traités.

La page 2 propose une synthèse du phasage et des actions techniques des projets de SafN.

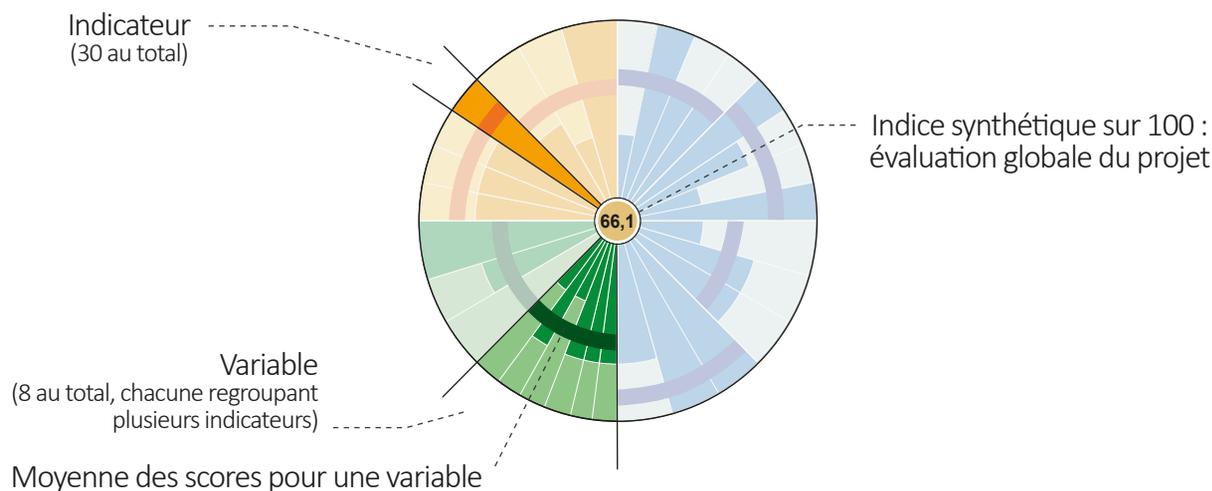


La page 3 des fiches commente quelques scores. L'analyse complète sera intégrée dans un document dédié.

Comment lire les scores sur le graphique de synthèse ?



L'évaluation est réalisée à trois niveaux : indicateur, variable, projet de SafN



La page 4 propose un premier bilan des projets de SafN. Pour chaque projet, elle indique les principaux leviers à sa mise en oeuvre et à son succès, les barrières rencontrées par les acteurs et, le cas échéant, les solutions qui ont été identifiées pour les lever. Enfin, elle fournit une appréciation sur la capacité du projet à réduire le(s) risque(s) côtier(s), ciblé(s). L'analyse complète sera intégrée dans un document dédié.

1. Contexte	2. Gouvernance	3. Financement	4. Acceptabilité sociale
 Contexte politique	 Contexte réglementaire	 Gouvernance	 Acceptabilité sociale
 Contexte insulaire ou culturel	 Contexte historique	 Connaissances disponibles	 Usages
 Contexte foncier	 Caractéristiques environnementales du site	 Efficacité technique	 Facteur sanitaire
8. Contribution à l'adaptation du territoire	7. Co-bénéfices et effets collatéraux négatifs	5. Efficacité technique	6. Etudes, suivi et évaluation



Projet Réunion n°1 : Réhabilitation de la plage de Cambaie, commune de Saint-Paul



Stade d'avancement



Objectifs

- Réduire l'érosion côtière en renforçant la formation végétale littorale
- Participer à la préservation des tortues marines en réhabilitant leur habitat terrestre

Porteur :

Commune de Saint-Paul et Office National des Forêts (ONF)

Parmi les principaux partenaires :

Centre d'étude et de découverte des tortues marines, BRGM, DEAL Réunion

Période : 2019-2023

Financier(s) : Etat (70%) + Commune (30%)

Coût complet : 125 500 €



Degré de maîtrise technique

Expérimentale Maîtrisée Transférée



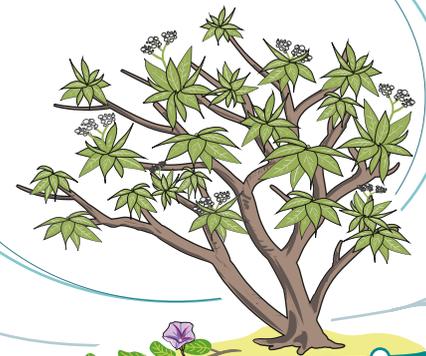
Origine du projet

Le site sur lequel est déployé le projet de réhabilitation de la plage de Cambaie (commune de Saint-Paul) se caractérise par la présence d'une falaise d'érosion marquée. L'érosion affecte la majeure partie du système plage-dune constitué de sables et de galets volcaniques qui s'étire de la rivière des Galets au nord à la baie de Saint-Paul au sud.

Un groupement de partenaires constitué de la mairie de Saint-Paul, de l'ONF et de l'État a mis sur pied un projet de lutte contre l'érosion côtière sur 300 m de linéaire côtier. Parce qu'il est peu fréquenté, ce site est apparu favorable au déploiement d'une Solution fondée sur la Nature associant le reprofilage de la plage et la revégétalisation de la dune.

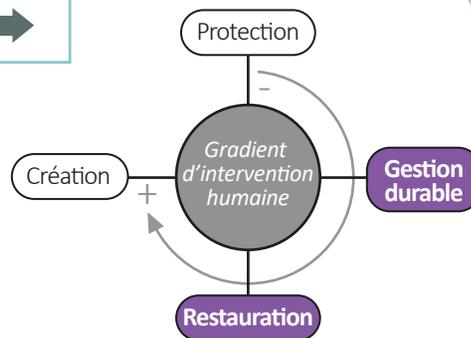
Ecosystème mobilisé :

Forêt littorale
(300 m linéaires)



Quelle suite ?

Recherche de financements supplémentaires afin de répliquer et d'étendre le projet aux secteurs adjacents.



2019

Phase préparatoire et travaux de reprofilage de la plage.
Elimination des espèces exotiques envahissantes.

2020

Arrachage des repousses d'espèces exotiques envahissantes.

2021-2023

Entretien des plantations.

Suivi topographique et suivi de la végétation, incluant le suivi de la lutte contre les espèces exotiques envahissantes.

2021

Plantations et ateliers pédagogiques.

Les grandes étapes du projet



(1) Reprofilage :

La falaise d'érosion très abrupte qui caractérisait cette section de plage empêchait l'accumulation des sédiments apportés par les vagues et les courants marins. Des travaux de reprofilage ont été effectués, qui ont permis de donner à la plage un profil plus doux et dissipatif face à la houle. Ce reprofilage avait également pour objectif de permettre aux tortues marines d'accéder à un espace de ponte.

Avant



Après



(2) Lutte contre les espèces exotiques envahissantes :

Des actions de lutte contre deux espèces exotiques envahissantes sont menées. Elles visent à éliminer les filaos (*Casuarina equisetifolia*), qui ne fixent pas les sédiments et pourraient même contribuer à l'érosion en constituant des « points durs » le long de la plage, et les « zépinards » (*Prosopis juliflora*), qui empêchent le développement de la végétation indigène.

(3) Multiplication des plantes :

Les plantes sélectionnées passent par une phase de multiplication et de culture en pépinière qui dure plusieurs semaines, avant d'être plantées dans le milieu naturel sur un substrat enrichi.



(4) Plantations :

Plantation d'espèces endémiques adaptées afin de fixer le sable et d'offrir des zones ombragées favorables à la ponte des tortues marines.



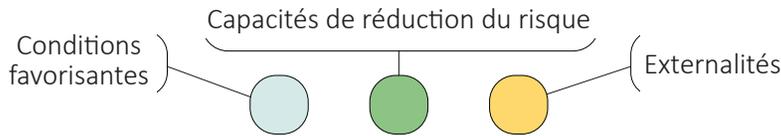
(5) Sensibilisation :

Des actions de sensibilisation sont menées en partenariat avec le CEDTM, principalement auprès des écoles de la commune.

(6) Suivi :

Un suivi de la reprise spontanée de la végétation est réalisé, à partir de transects.

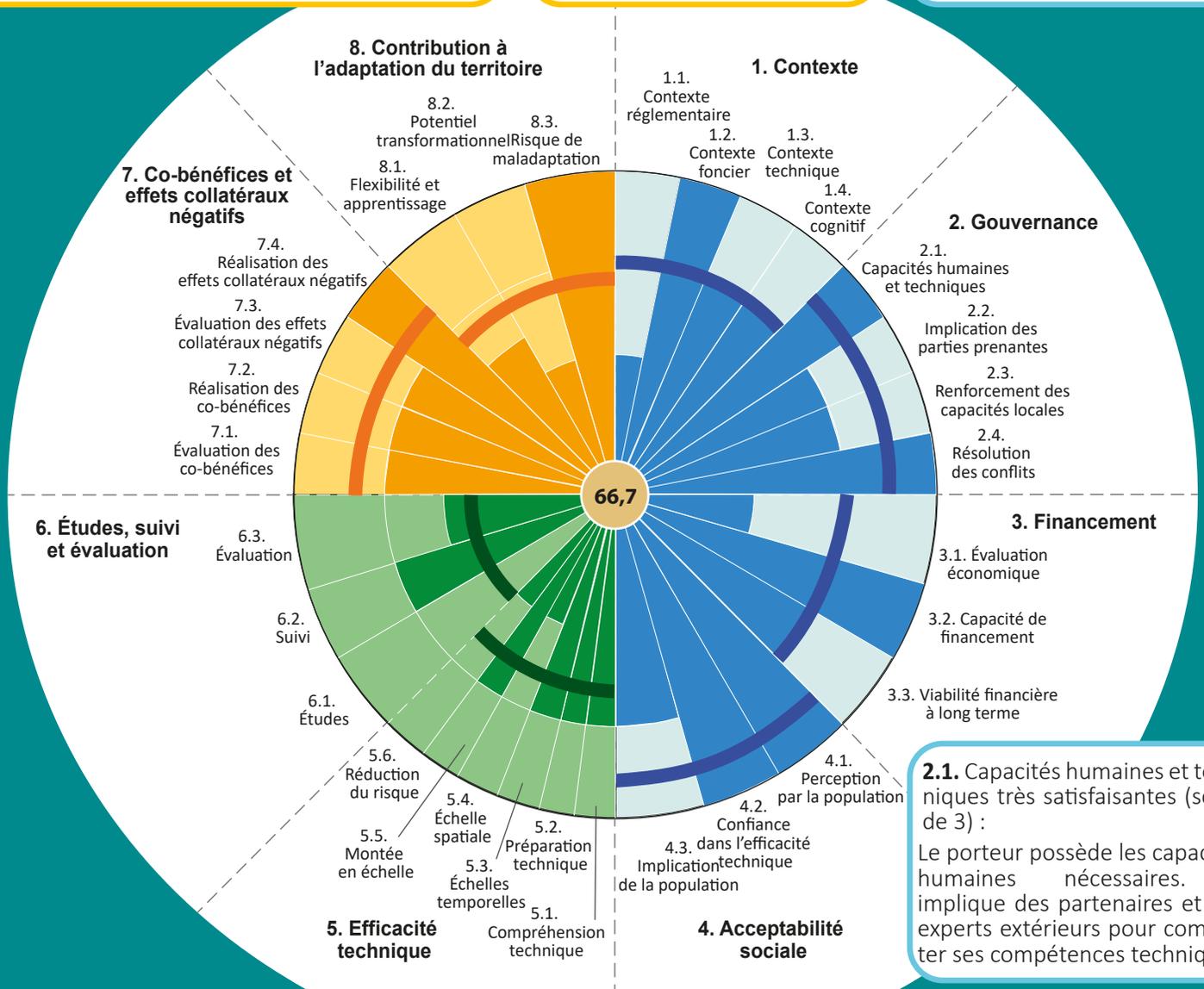
Evaluer le projet de réhabilitation de la plage de Cambaie



7.2. Co-bénéfices significatifs (score de 2) et **7.4.** Absence d'effets collatéraux négatifs (score de 3) :
 Co-bénéfices : renforcement de la biodiversité, renforcement des connaissances relatives à la restauration des plages de sable basaltique, renforcement des capacités locales, maintien de la qualité du site pour les usagers
 Aucun effet collatéral négatif n'a été généré par le projet.

8.2. Potentiel transformationnel limité (score de 1) :
 Faible impact du projet sur les pratiques de réduction du risque et d'adaptation. À terme, le projet pourrait encourager un recours plus large aux SafN comme alternative à l'ingénierie lourde sur les sites peu aménagés.

1.1. Contexte réglementaire neutre (score de 1) :
 Certains outils réglementaires existants contraignent la mise en œuvre du projet (ex. : dérogation nécessaire pour travailler avec des espèces floristiques protégées). D'autres outils (PPR, plan d'aménagement forestier) sont favorables au projet.



6.1. Etudes soutenant la mise en oeuvre de la SafN (score de 0) :
 Aucune étude n'a été menée.
 Connaissances initiales considérées comme suffisantes au déploiement du projet.

5.4. Echelle spatiale : projet-pilote localisé (score de 1) :
 Le projet est déployé sur 300 m de linéaire côtier. Il permettra de tester l'efficacité technique de la solution mobilisée sur ce site.

3.3. Viabilité financière à long terme ayant une forte probabilité d'être assurée (score de 2) :
 L'ONF est chargé de la gestion de la forêt littorale. Avec ses partenaires, il recherche des financements pour pouvoir poursuivre ce projet sur le long terme.

4.3. Niveau d'implication moyen de la population (score de 2) :
 Implication de nombreux scolaires à l'occasion d'ateliers de plantation ; COPIIL intégrant des représentants de la société civile.

2.1. Capacités humaines et techniques très satisfaisantes (score de 3) :
 Le porteur possède les capacités humaines nécessaires. Il implique des partenaires et des experts extérieurs pour compléter ses compétences techniques.

Leviers

(analyse fondée sur les entretiens réalisés auprès des porteurs de projet et de leurs partenaires)



Gouvernance :

- + Partenariat avec une équipe dynamique à l'antenne Ouest de la DEAL qui a facilité la mise en place du projet.



Financement :

- + Le financement obtenu en réponse à un appel à projets constitue en tant que tel un levier pour déployer un projet sur un site pilote dans une perspective expérimentale.

« Depuis le lancement de ce projet, on est contactés par beaucoup de personnes (...). C'est bien d'avoir un site pilote à montrer et ça c'est grâce à l'appel à projets. »

Alice Maillot (ONF), 2022

Difficultés rencontrées et solutions mises en œuvre le cas échéant

(analyse fondée sur les entretiens réalisés auprès des porteurs de projet et de leurs partenaires)



Financement :

- Le besoin d'entretien suite à la mise en œuvre du projet ne sera pas assuré au-delà des 36 mois prévus dans le cadre du financement initial.



Contexte insulaire :

- Problème d'accès au matériel requis et à certains services ou compétences :
« À La Réunion (...) on n'a pas tout à disposition. Typiquement, la pelle araignée qui a été utilisée pour ce genre de travaux et qui permet d'aller dans ce genre de milieu assez compliqué d'accès sans faire trop de dégâts, il n'y en avait qu'une à La Réunion. D'ailleurs, ce monsieur-là vient de partir à la retraite. De ce fait, si on avait à renouveler le chantier aujourd'hui, ce serait compliqué. »

Alice Maillot (ONF), 2022



Contexte réglementaire :

- « L'arrêté de protection des espèces rares pose de grosses contraintes sur le choix des espèces que l'on peut ou non planter. Le CEDTM a déjà rencontré des difficultés par rapport à cela. L'obligation de traçabilité des plants sur le volet génétique limite beaucoup les possibilités de diversification de la palette végétale (...). On ne peut pas planter n'importe quoi n'importe comment. C'est une bonne chose, mais je trouve que cet arrêté « espèces protégées » est très restrictif, et quand on est sur des projets en faveur de la biodiversité, c'est parfois un obstacle et c'est dommage pour ce genre de projet. »

Alice Maillot (ONF), 2022



Le choix des espèces a été réalisé en fonction des contraintes réglementaires en utilisant des plants qui ont été produits en pépinière (car interdiction de duplication à partir d'individus présents en milieu naturel, interdiction qui concerne même le prélèvement de graines).

Quel potentiel de réduction du risque ?

Incertitudes sur la capacité du dispositif technique à réduire l'érosion côtière, en raison d'un manque de recul temporel et d'un suivi incomplet (réalisation d'observations visuelles, portant principalement sur la reprise et le développement de la végétation et de la faune ; absence de suivi de l'érosion côtière).

Potentiel de réduction du risque limité par l'emprise foncière qui circonscrit le projet de SafN à une zone sur laquelle les enjeux humains sont encore peu présents.



Ce retour d'expérience sur le potentiel des Solutions fondées sur la Nature pour réduire les risques côtiers et favoriser l'ADAPtation au changement climatique dans les Territoires d'Outre-Mer insulaires tropicaux français a été produit dans le cadre du projet ADAPTOM (Janv. 2022-Janv. 2025), financé par la Fondation de France.

Pour toute demande d'information, merci de contacter Virginie DUVAT (coordinatrice du projet ADAPTOM) ou Inès HATTON (chargée de mission du projet ADAPTOM)

virginie.duvat@univ-lr.fr - ines.hatton@univ-lr.fr

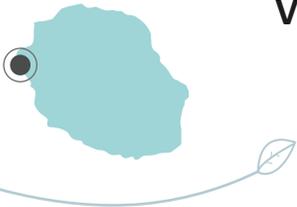
Conception et réalisation : Hatton I. et Duvat V., 2023. Appui à la réalisation de certaines illustrations : Guyot T., 2023.



Projet Réunion n°2 :

Valorisation et restauration de la frange littorale boisée de l'Hermitage-les-Bains, commune de Saint-Paul

Stade d'avancement



Objectifs

- Réduire l'érosion côtière actuelle
- Renforcer la biodiversité
- Sensibiliser le public aux grands enjeux environnementaux associés au projet
- Améliorer le cadre de vie des habitants et des usagers de passage
- Favoriser les mobilités douces

Porteur :

Commune de Saint-Paul

Parmi les principaux partenaires :

Association Vie Océane, BRGM, CBNM, CEDTM, CIATEA, TCO, DEAL, Réserve Marine, SEOR, STRATER, SPL Tamarun, Université de La Réunion, Yann Ciret Paysagiste.

Période : 2017-2023

Financeur(s) : FEDER (70%) + commune (25%) + TCO (5%)



Coût complet : 3 630 802,22 € (aménagement écotouristique inclus)

Degré de maîtrise technique

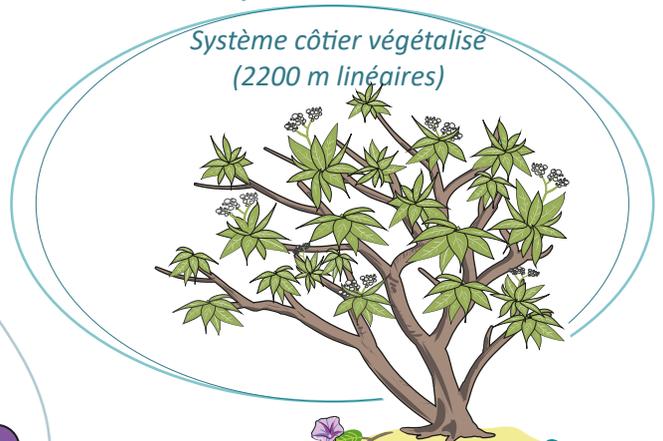


Origine du projet

Le littoral de l'Hermitage-les-Bains est un lieu particulièrement prisé par les habitants de l'île de La Réunion et les vacanciers, car il longe le plus grand lagon de l'île, qui constitue le principal lieu de baignade. Cette plage qui occupe une place clé dans la vie des Réunionnais est affectée depuis des décennies par l'érosion côtière. Le recul du trait de côte est attribuable à divers facteurs, tels que la dégradation du récif corallien, liée aux pressions anthropiques (usages, pollution) et aux effets du changement climatique, et la dégradation de la végétation littorale indigène remplacée par des filaos (*Casuarina equisetifolia*). Afin de lutter contre l'érosion et de préserver la plage, la commune de Saint-Paul a mis en œuvre depuis une dizaine d'années des opérations de rechargement en sable et de restauration de la végétation côtière (densification du cordon forestier et réintroduction des espèces lianescentes et buissonnantes).

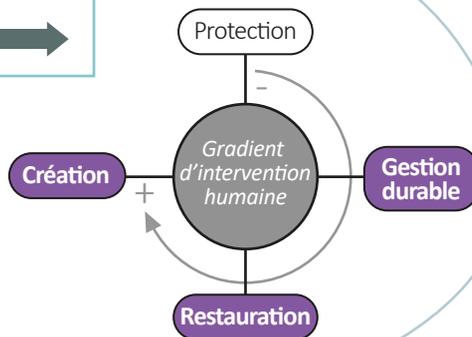
Ecosystème mobilisé :

Système côtier végétalisé
(2200 m linéaires)



Quelle suite ?

L'entretien du site sera délégué à un prestataire à partir de 2025. Le porteur du projet souhaite continuer à suivre ce site pour maintenir le profil de plage (rechargement et plantation).



Google Earth, Maxar Technologies, 2023

2003-2012

Mise en place d'une zone-test de végétation de haut de plage composée notamment de patate à Durand (*Ipomoea pes-caprae*) et de manioc bord de mer (*Scaevola taccada*) afin de comprendre l'effet que pourrait avoir la végétation sur l'érosion.

2012 Conception et montage du projet.

2015-2020 Obtention du financement du FEDER (finalement étendu jusqu'en 2023 en raison de la crise COVID-19).

2015 Démarrage des études préalables à la mise en œuvre du projet.

2018 Premier rechargement en sable et reprofilage de certaines parties de la plage suite à l'enlèvement des paillotes.

2019 Premières plantations.

2021 Rechargement sédimentaire de la plage à partir de sable dragué dans le port de Saint-Gilles, suite à des houles érosives qui ont dégradé les plantations.

Les grandes composantes du projet mené sur le littoral de l'Hermitage-les-Bains



Il s'agit ici de présenter dans les grandes lignes les actions du projet qui sont liées à la lutte contre l'érosion. Cette synthèse ne fait pas état de la totalité des actions financées dans le cadre de ce projet. Le volet « lutte contre l'érosion côtière » ne constitue en effet qu'une partie du projet d'aménagement écotouristique porté par la commune de Saint-Paul.

(1) Enlever des arbres maladaptés au littoral :

Il a été nécessaire de retirer les arbres dont les racines avaient été mises à nu par le recul du trait de côte. Pour la majeure partie d'entre eux, il s'agissait de filaos (*Casuarina equisetifolia*), espèce introduite pour servir de combustible et stabiliser les dunes au 18^{ème} siècle. Cependant, cette espèce n'est pas adaptée au littoral de La Réunion et sa contribution à la déstabilisation du littoral est de plus en plus reconnue. En effet, son tronc massif constitue un point dur qui favorise l'action érosive des vagues et les départs de sable vers le lagon.

En raison de l'attachement des habitants à ces arbres qui offrent de l'ombre pour la pratique du pique-nique et font aujourd'hui partie de l'identité du littoral, certains filaos ont été maintenus en arrière-plage malgré leur inscription sur la liste des espèces exotiques envahissantes.



Cauvin B., 2018

(2) Rechargement en sable et reprofilage :

Afin de rétablir un profil de plage moins sensible à l'érosion (pente douce d'environ 30°), les arbres situés en bord de mer ont été retirés et la plage a été rechargée et reprofilée.

Le courant de dérive littorale transporte le sable de la plage de l'Hermitage-les-Bains vers le nord, où il s'accumule sur la plage des Brisants. Par ailleurs, sous l'effet des apports dus aux vagues, le port de Saint-Gilles fonctionne comme un puits sédimentaire et tend à se combler. Il est régulièrement dragué. En collaboration avec le TCO, la mairie récupère les sédiments dragués afin d'effectuer des actions ponctuelles de rechargement de la plage de l'Hermitage-les-Bains. La compatibilité granulométrique et le taux de pollution des sédiments sont au préalable vérifiés.

(3) Plantations et aménagements :

Arrière-plage : plantation d'arbres indigènes et ornementaux non indigènes et aménagement de chemins dédiés aux mobilités douces afin de densifier le cordon forestier et d'améliorer le cadre de vie.

Haut de plage : plantations d'espèces adaptées au littoral et fixatrices des sédiments dans le but de reconstituer les différentes strates de la forêt littorale :

- La strate lianescente en première ligne
ex. : Patate à Durand (*Ipomoea pes-caprae*)
- La strate arbustive en seconde ligne
ex. : Manioc bord de mer (*Scaevola taccada*)
- La strate arborescente en troisième ligne
ex. : Veloutier bord de mer (*Heliotropium foertherianum*)



Hatton I., 2023

Mise en place d'enclos de protection afin de limiter le piétinement et de favoriser la reprise de la végétation

(4) Communication et sensibilisation :

Diverses actions de communication et de sensibilisation ont été réalisées : installation de panneaux de sensibilisation en haut de plage, mise en place d'ateliers pédagogiques pour sensibiliser la population et présenter l'histoire du site.

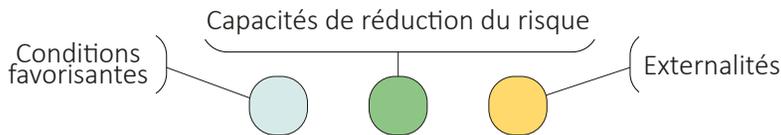


Hatton I., 2023

(5) Suivi et entretien :

Un suivi de l'évolution de la position du trait de côte est effectué par le BRGM dans le cadre du projet OBSCOT (OBservation et gestion de l'érosion CÔtière à La Réunion). L'entretien des plantations sera repris par un prestataire extérieur à partir de 2025.

Evaluer le projet de restauration mené à l'Hermitage-les-Bains



7.2. Co-bénéfices variés (score de 2) et **7.4** Effets collatéraux négatifs significatifs (score de 1) :

Co-bénéfices variés : sensibilisation aux enjeux relatifs à l'érosion, amélioration du cadre de vie, création d'habitats faunistiques.

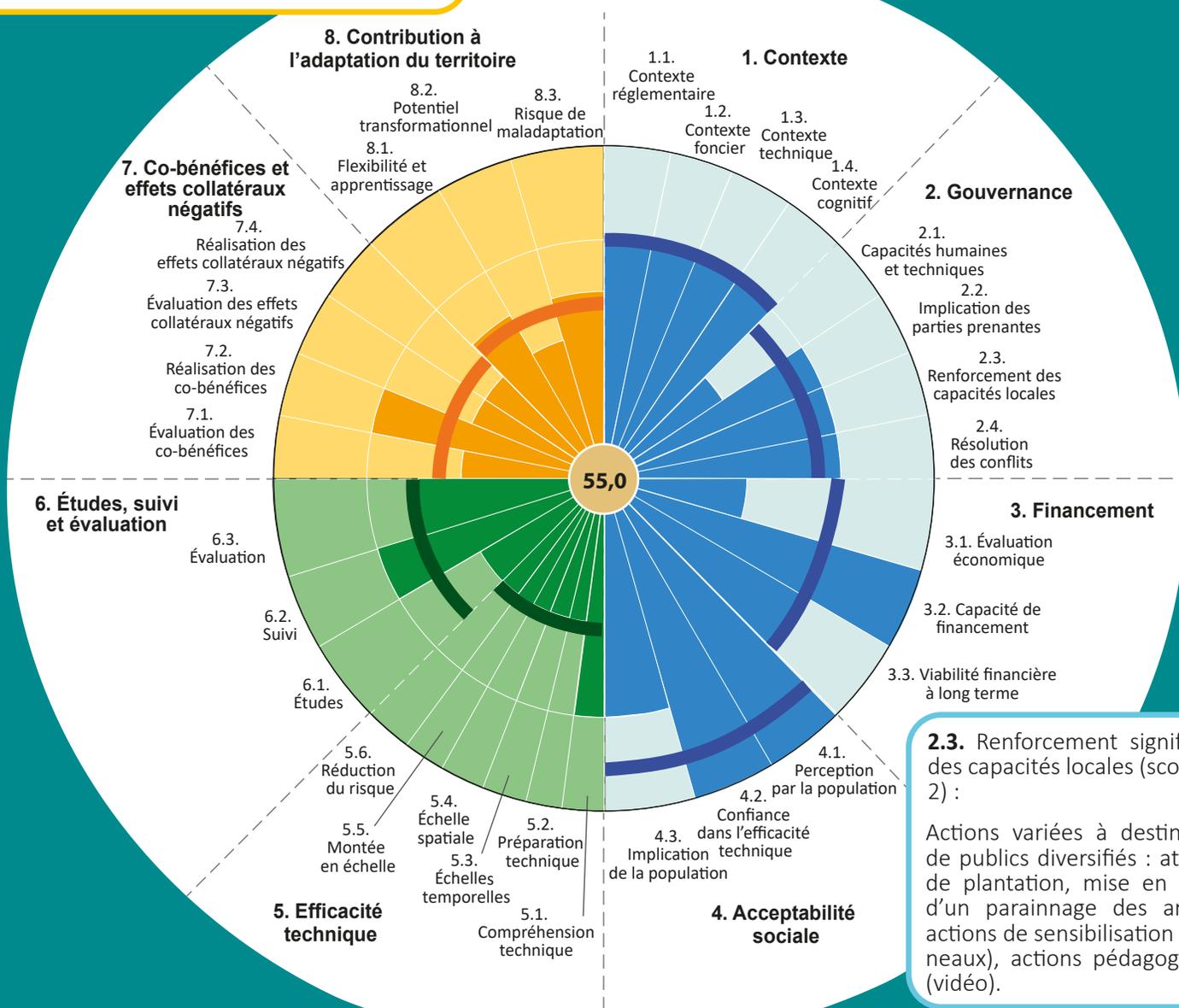
Effets collatéraux négatifs significatifs, tels que la plantation d'une espèce exotique envahissante (*Casuarina equisetifolia* ou filao) appréciée des habitants).

8.2. Potentiel transformationnel limité (score de 1) :

Le recours au reboisement du haut de plage contribue à orienter le territoire vers un type de réponse aux risques davantage adaptatif que la défense lourde. Cependant, le potentiel transformationnel de ce projet reste limité.

1.1. Contexte réglementaire relativement favorable (score de 2) :

Selon le porteur, le contexte réglementaire a été relativement favorable à la mise en œuvre du projet de SafN, notamment du fait des outils existants (ex. : PPRi).



2.3. Renforcement significatif des capacités locales (score de 2) :

Actions variées à destination de publics diversifiés : ateliers de plantation, mise en place d'un parrainage des arbres, actions de sensibilisation (panneaux), actions pédagogiques (vidéo).

6.2. Suivi du projet (score de 2) :

Suivi réalisé sur la durée du projet et pour une durée minimale de 3 ans ; principalement axé sur le suivi de la végétation et l'évolution du trait de côte dans le cadre de l'Obscot, mais pas sur la capacité de réduction du risque.

3.2. Capacité financière confortable pour déployer la SafN (score de 3) :

Budget confortable grâce au financement obtenu (AAP de l'Union Européenne).

5.4. Echelle spatiale : envergure moyenne, interventions discontinues au sein de la cellule sédimentaire (score de 1) :

Projet déployé sur la quasi-totalité d'une cellule hydro-sédimentaire (2,2 km). Cependant, les plantations sont discontinues et peu denses, ce qui réduit l'efficacité potentielle du projet face à l'érosion.

4.3. Niveau d'implication de la population moyen (score de 2) :

Efforts importants pour inclure la société civile (ex. : ateliers de plantation) ; réunions publiques et démarches afin d'impliquer les parties prenantes.

Leviers

(analyse fondée sur les entretiens réalisés auprès des porteurs de projet et de leurs partenaires)



Foncier et gouvernance :

- + Le statut foncier (public sous gestion communale) facilite et légitime l'intervention de la commune sur le terrain.

Difficultés rencontrées et solutions mises en œuvre le cas échéant

(analyse fondée sur les entretiens réalisés auprès des porteurs de projet et de leurs partenaires)



Facteurs conjoncturels :

- La pandémie de Covid-19 engendré un arrêt des travaux pendant plusieurs mois (de mars à juillet 2020), ce qui a ralenti l'avancement du projet.
- Les périodes de travaux ont dû être adaptées en fonction des vacances scolaires. La forte fréquentation du site pendant les vacances scolaires a conduit à de nombreux arrêts de chantier au cours du projet.
« En ce moment, on a une surfréquentation car on est en période de vacances et que les Réunionnais arrivent des 4 coins de l'île. Les gens apprécient beaucoup ce site. »
Erwan Billy (commune de Saint-Paul), 2023



Financement :

- Malgré l'identification et la reconnaissance du phénomène d'érosion dès les années 2000 par les pouvoirs publics, il a fallu des années afin de réussir à trouver des sources de financement permettant d'initier un projet de reboisement.



En 2014-2015, les subventions européennes (fonds FEDER) ont permis de lancer le projet.



Efficacité technique :

- La conception des enclos (fermés) piégeait trop de sable lors des fortes houles, ce qui conduisait à une accumulation excessive de sédiments et au recouvrement des lianes.



Des ouvertures ont été réalisées dans les enclos, redessinés en forme de U, afin de permettre une meilleure répartition du sable qui s'y accumule.

Quel potentiel de réduction du risque ?

Incertitudes sur la capacité du dispositif technique à réduire l'érosion côtière en raison d'un manque de recul temporel et de la faible densité des plantations en front de mer (discontinuité le long du linéaire côtier et faible largeur des strates lianescentes à arbustives).



Ce retour d'expérience sur le potentiel des Solutions fondées sur la Nature pour réduire les risques côtiers et favoriser l'ADAPtation au changement climatique dans les Territoires d'Outre-Mer insulaires tropicaux français a été produit dans le cadre du projet ADAPTOM (Janv. 2022-Janv. 2025).
Ce projet est financé par la Fondation de France.

Pour toute demande d'information, merci de contacter Virginie Duvat (coordinatrice du projet ADAPTOM) ou Inès Hatton (chargée de mission du projet ADAPTOM)
virginie.duvat@univ-lr.fr - ines.hatton@univ-lr.fr

Conception et réalisation : Hatton I. et Duvat V., 2023. Appui à la réalisation de certaines illustrations : Guyot T., 2023.



Projet Réunion n°3 : Réhabilitation écologique d'un site de ponte de tortues marines à l'Etang-Salé, site du Gouffre



Stade d'avancement



Objectifs

- Réduire l'érosion côtière actuelle et prévenir l'érosion côtière future
- Reconstituer les conditions adéquates pour la ponte des tortues marines en effectuant des travaux de reprofilage, en luttant contre les espèces exotiques envahissantes et en revégétalisant le haut de plage

Porteur :

Office National des Forêts (ONF)

Principaux partenaires :

Association Vie Océane, commune de l'Etang-Salé, DEAL, CBNM, CSRPN, Kélonia

Période : 2010-2013

Financeur(s) : FEDER + ONF

Coût complet : 300 000 €
(+ fonds ONF pour le fonctionnement)



Degré de maîtrise technique

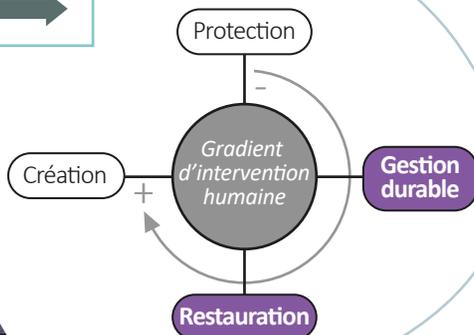
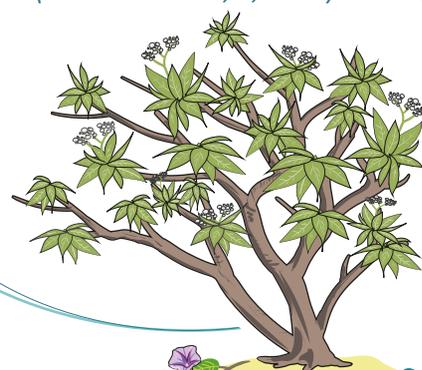


Origine du projet

Le littoral du site du Gouffre, situé dans la forêt domaniale de la commune de l'Etang-Salé, est constitué d'un large système plage-dune composé de sable basaltique. Au démarrage du projet en 2010, ce système plage-dune était entaillé de falaises d'érosion de plus de 1,5 m de hauteur. Le talus d'érosion empêchait les tortues marines de venir pondre sur cette plage identifiée dès 2007 comme étant l'une des plus favorables de l'île à la ponte des tortues. En 2010, en partenariat avec Kélonia, l'ONF a mis en œuvre un projet expérimental visant à lutter contre l'érosion tout en réhabilitant le site afin qu'il redevienne un habitat terrestre favorable à la ponte des tortues marines.

Ecosystème mobilisé :

Forêt littorale
(250 m linéaires, 9,25 ha)



Google Earth, Airbus, 2023

Quelle suite ?

Un suivi du profil topographique et de la végétation de la plage a été mis en place qui n'a pas été poursuivi.

2013 Fin du projet.

2011 Mise en place du suivi de la végétation, des espèces exotiques envahissantes et du profil de plage.

2010 Début des travaux de réhabilitation de la plage : reprofilage, lutte contre les espèces exotiques envahissantes et plantation d'espèces végétales adaptées au milieu littoral.

2007

Des actions de revégétalisation en faveur des tortues marines qui avaient été menées à Saint-Philippe ont permis au porteur d'acquérir certaines connaissances, notamment concernant le volet flore littorale.

Les grandes composantes du projet mené sur la plage du Gouffre de l'Etang-Salé

(1) Lutte contre les espèces exotiques envahissantes :

Les principales espèces qui ont été retirées sont : *Prosopis juliflora* (kéké), *Agave vera-cruz* (choca bleu), *Furcraea foetida* (choca vert), *Sansevieria metallica* (langue de belle-mère), *Pithecellobium dulce* (tamarin de l'Inde).

Il a aussi été nécessaire de retirer quelques arbres exotiques envahissants, principalement des filaos (*Casuarina equisetifolia*) dont les racines avaient été mises à nu par le recul du trait de côte.



Perrigault M., 2010

(2) Reprofilage :

Afin de rétablir un profil de plage moins sensible à l'érosion et favorable à la ponte des tortues marines, les arbres situés en bord de mer ont été retirés et la plage a été reprofilée. Ces opérations, qui ont supprimé le talus d'érosion au profit d'un profil en pente douce, ont été menés en une journée à l'aide d'engins de travaux.



Perrigault M., 2010



Perrigault M., 2010

(3) Plantations d'espèces adaptées au littoral :

En remplacement des espèces exotiques envahissantes, une flore indigène plus adaptée au littoral et fixatrice des sédiments a été plantée. Dans le but d'assurer au projet une efficacité maximale face à l'érosion, les trois strates nécessaires à la restauration de la forêt littorale ont été replantées :

- La strate lianescente en première ligne
ex. : Patate à Durand (*Ipomoea pes-caprae*, photo A)
- La strate arbustive en deuxième ligne
ex. : Manioc bord de mer (*Scaevola taccada*)
- La strate arborescente en troisième ligne
ex. : Mahot bord de mer (*Hibiscus tiliaceus*, photo B) et Porcher (*Thespesia populnea*)

Au total, 3 045 plants ont été mis en terre sur une surface de 9,25 hectares.



Hatton I., 2023
Hatton I., 2023



Hatton I., 2023

(4) Encadrement des usages :

Bien que le site soit considéré comme peu fréquenté, un balisage du sentier littoral a été réalisé par l'ONF dans le but de canaliser les usages équestres et pédestres. Des temps de dialogue ont été mis en place avec les usagers équestres afin de les sensibiliser au enjeux de protection du site.

(5) Suivi et entretien réalisés sur la durée du projet :

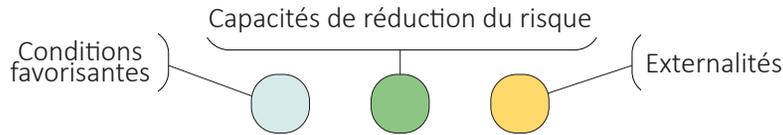
Espèces plantées : un suivi du taux de survie et de la croissance des individus a été réalisé.

Élimination des espèces exotiques envahissantes : Un suivi par observation visuelle a été mené afin de retirer les repousses des espèces exotiques envahissantes.

Suivi topographique du profil de la plage.

Entretien : un arrosage a été mis en place afin de maximiser le succès des plantations.

Evaluer le projet de réhabilitation de la plage du Gouffre à l'Etang-Salé



7.2. Co-bénéfices variés (score de 2) et **7.4** Absence d'effets collatéraux négatifs (score de 3) :

Co-bénéfices : bénéfiques pour la biodiversité, amélioration des connaissances.

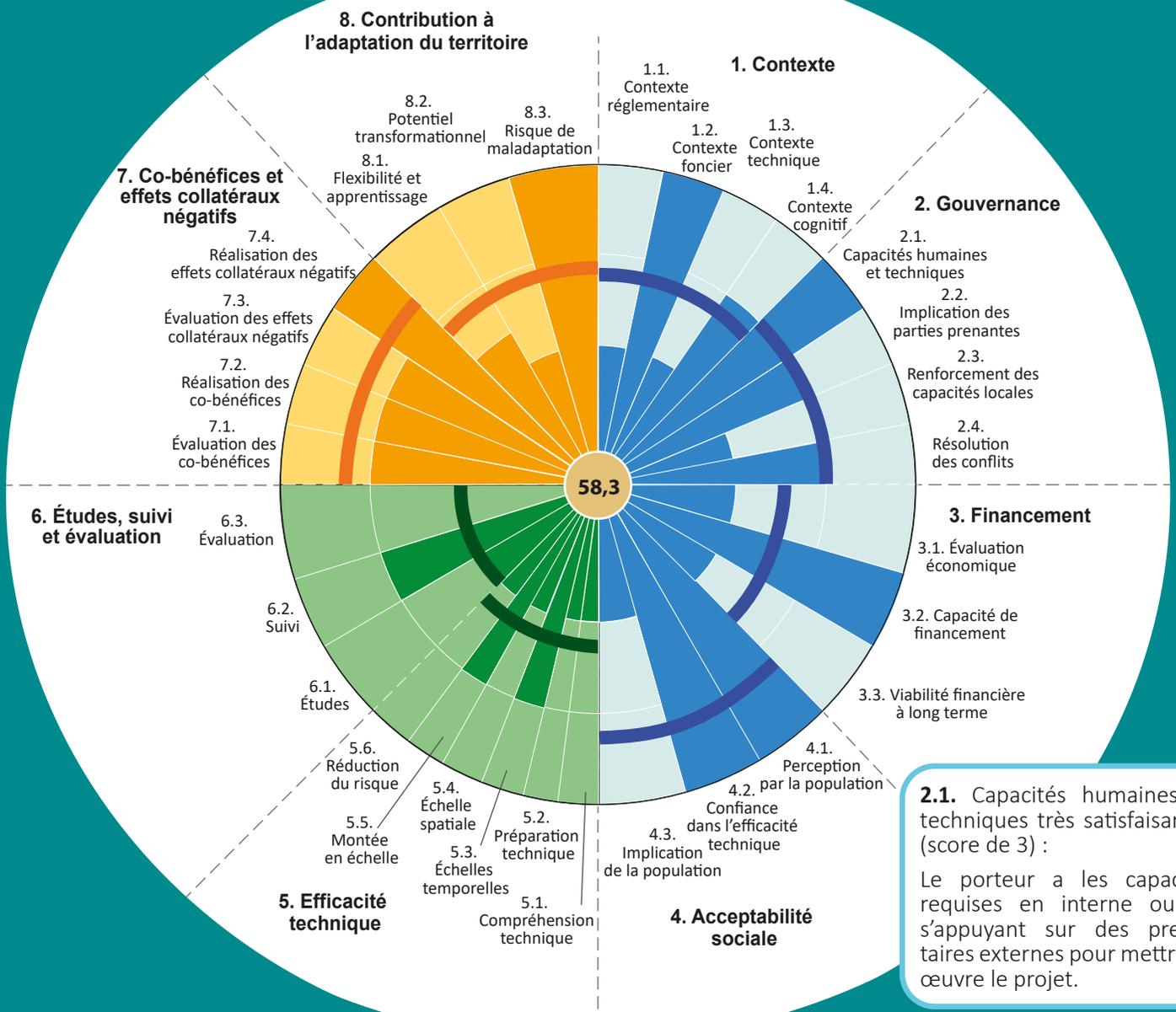
Aucun effet collatéral négatif n'a été induit par ce projet.

8.2. Potentiel transformationnel limité (score de 1) :

Le recours au reboisement du haut de plage contribue à orienter le territoire vers un type de réponse aux risques davantage adaptatif que la défense lourde. Cependant, le potentiel transformationnel de ce projet reste limité.

1.1. Contexte réglementaire neutre (score de 1) :

S'il existe des outils réglementaires favorisant la mise en œuvre du projet (code forestier, Plan de gestion des forêts domaniales), d'autres outils réglementaires contraignent l'action (réglementation relative aux espèces protégées).



2.1. Capacités humaines et techniques très satisfaisantes (score de 3) :

Le porteur a les capacités requises en interne ou en s'appuyant sur des prestataires externes pour mettre en œuvre le projet.

6.2. Suivi des opérations de restauration (score de 2) :

Suivi de la croissance et de l'état général des plantations ainsi que du retour éventuel des espèces exotiques envahissantes ; suivi des sites inclus dans les missions du porteur (ONF).

5.4. Echelle spatiale restreinte (score de 1) :

Trois sites pilotes au sein d'une même cellule sédimentaire représentant au total 250 m de linéaire côtier.

3.2. Capacité de financement (score de 3) :

Budget confortable pour mener à bien le projet.

4.3. Faible niveau d'implication de la population (score de 1) :

Faible implication de la société civile dans ce projet dans le but de garder le site à l'abri de la fréquentation humaine.

Leviers

(analyse fondée sur les entretiens réalisés auprès des porteurs de projet et de leurs partenaires)



Usages du site :



Il s'agit d'un secteur peu fréquenté par le public, ce qui a permis de limiter les dégradations et d'assurer le succès des plantations.

Difficultés rencontrées et solutions mises en œuvre le cas échéant

(analyse fondée sur les entretiens réalisés auprès des porteurs de projet et de leurs partenaires)



Contexte cognitif et déploiement du projet dans un contexte environnemental dégradé :



Difficulté à reconstituer la végétation primaire qui a disparu suite à l'arrivée des Européens, notamment à cause du manque de connaissances empiriques et scientifiques sur le sujet.



Gouvernance :



L'implication des communes sur le volet lutte contre l'érosion reste faible selon le porteur du projet.



Financement :



Le financement obtenu n'était pas suffisant pour étendre le projet aux zones adjacentes et pour poursuivre le suivi.



Caractéristiques physiques du site :



Les conditions environnementales du site (pauvreté du sol et sécheresse) étaient défavorables à la reprise des plantations.



Les plantes ont pu résister à la sécheresse grâce à un entretien régulier (arrosage), qui a absorbé une grande partie du budget alloué à

Quel potentiel de réduction du risque ?

Incertitudes sur la capacité du dispositif technique à réduire l'érosion côtière en raison d'un manque de recul temporel et de la faible densité des plantations en front de mer.

Potentiel de réduction du risque limité par l'emprise foncière qui circonscrit le projet de SafN à une zone sur laquelle les enjeux humains sont encore peu présents.



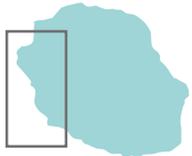
Ce retour d'expérience sur le potentiel des Solutions fondées sur la Nature pour réduire les risques côtiers et favoriser l'ADAPtation au changement climatique dans les Territoires d'Outre-Mer insulaires tropicaux français a été produit dans le cadre du projet ADAPTOM (Janv. 2022-Janv. 2025).
Ce projet est financé par la Fondation de France.

Pour toute demande d'information, merci de contacter Virginie Duvat (coordinatrice du projet ADAPTOM) ou Inès Hatton (chargée de mission du projet ADAPTOM)
virginie.duvat@univ-lr.fr - ines.hatton@univ-lr.fr

Conception et réalisation : Hatton I. et Duvat V., 2023. Appui à la réalisation de certaines illustrations : Guyot T., 2023.



Projet Réunion n°4 : Réhabilitation des sites de ponte des tortues marines sur la côte Ouest



Stade d'avancement



Objectifs

- Réduire l'érosion côtière actuelle et future dans le cadre de la réhabilitation et de la préservation des sites de ponte des tortues marines
- Sensibiliser le public et fédérer un réseau d'acteurs autour de cette problématique
- Améliorer le cadre de vie

Porteur :

Centre d'Etude et de Découverte des Tortues Marines (CEDTM)

Parmi les principaux partenaires :

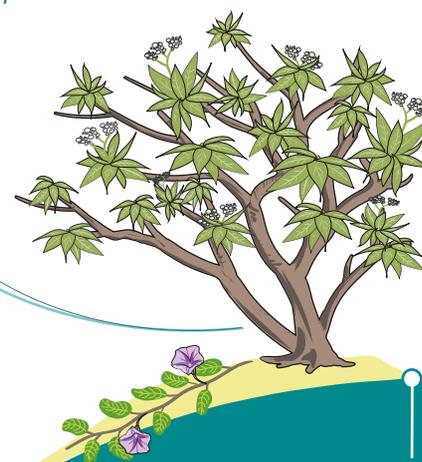
Association Vie Océane, commune de l'Etang-Salé, DEAL, CBNM, CSRPN

Origine du projet

Les littoraux de l'Ouest de la Réunion se caractérisent par de fortes pressions anthropiques. Le renforcement de ces pressions depuis les années 1970 sous l'effet de l'urbanisation et des aménagements a eu pour effet la perturbation du fonctionnement hydrosédimentaire des plages et l'augmentation de l'érosion côtière. Les causes de ce phénomène sont multiples : artificialisation du trait de côte, forte fréquentation des plages, destruction de la végétation littorale indigène, enlèvement des blocs coralliens, hausse des pressions climatiques. Les plages de l'île historiquement baptisée « l'île aux Tortues » n'accueillent plus aujourd'hui que de rares pontes. Depuis les années 1990, le CEDTM s'est engagé dans la réhabilitation des sites de ponte des tortues marines le long de la côte ouest, sur un nombre de sites croissant au fil des décennies.

Ecosystème mobilisé :

*Forêt littorale :
plusieurs cellules sédimentaires*



Quelle suite ?

Le CEDTM a pour objectif de réhabiliter le plus grand nombre possible de plages afin de sensibiliser le maximum de personnes aux enjeux qui gravitent autour de la préservation des tortues marines. L'action va donc se poursuivre.

Période : 2017-2022

Financeur(s) : FEDER + Région Réunion + DEAL

Coût complet : 746 000 €

MCM03 : 300 000 €

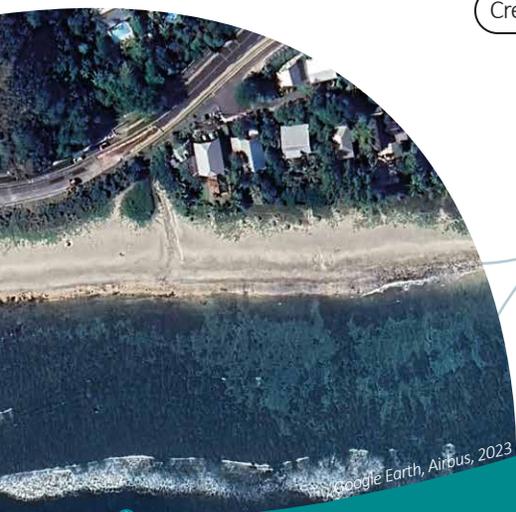
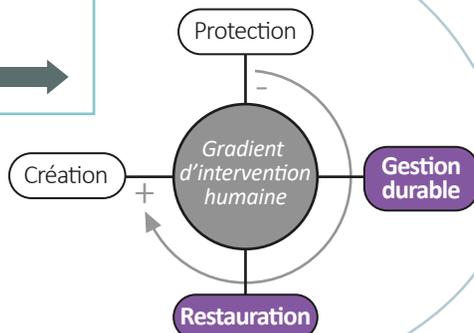
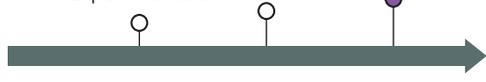
AMEN TORTUE : 146 000 €

VELOUTIER : 300 000 €



Degré de maîtrise technique

Expérimentale Maîtrisée Transférée



Années 1990

Premières actions de réhabilitation des plages menées en faveur de la préservation des tortues marines.

2020-2022 Mise en oeuvre du projet VELOUTIER (Cap Champagne, Souris Chaude, Cimetière St-Leu et ravine Mulla).

2017-2021 Projet AMEN TORTUE qui complète les actions initiées dans le cadre de la MCM03 sur les sites de Trois-Bassins et de ravine Mulla.

2017-2020 Actions de réhabilitation des plages financées dans le cadre de la Mesure Compensatoire Marine n°3 (MCM03) de la Nouvelle Route du Littoral.

(1) Phase préparatoire :

En amont des actions de réhabilitation, le CEDTM a pris le temps de préparer le projet en priorisant les actions à mettre en place :

- Étudier les conditions de réalisation du projet, notamment le contexte réglementaire en vigueur
- Planifier le volet budgétaire
- Réaliser un diagnostic initial sur chaque site
- Dresser un bilan des connaissances disponibles et identifier les manques

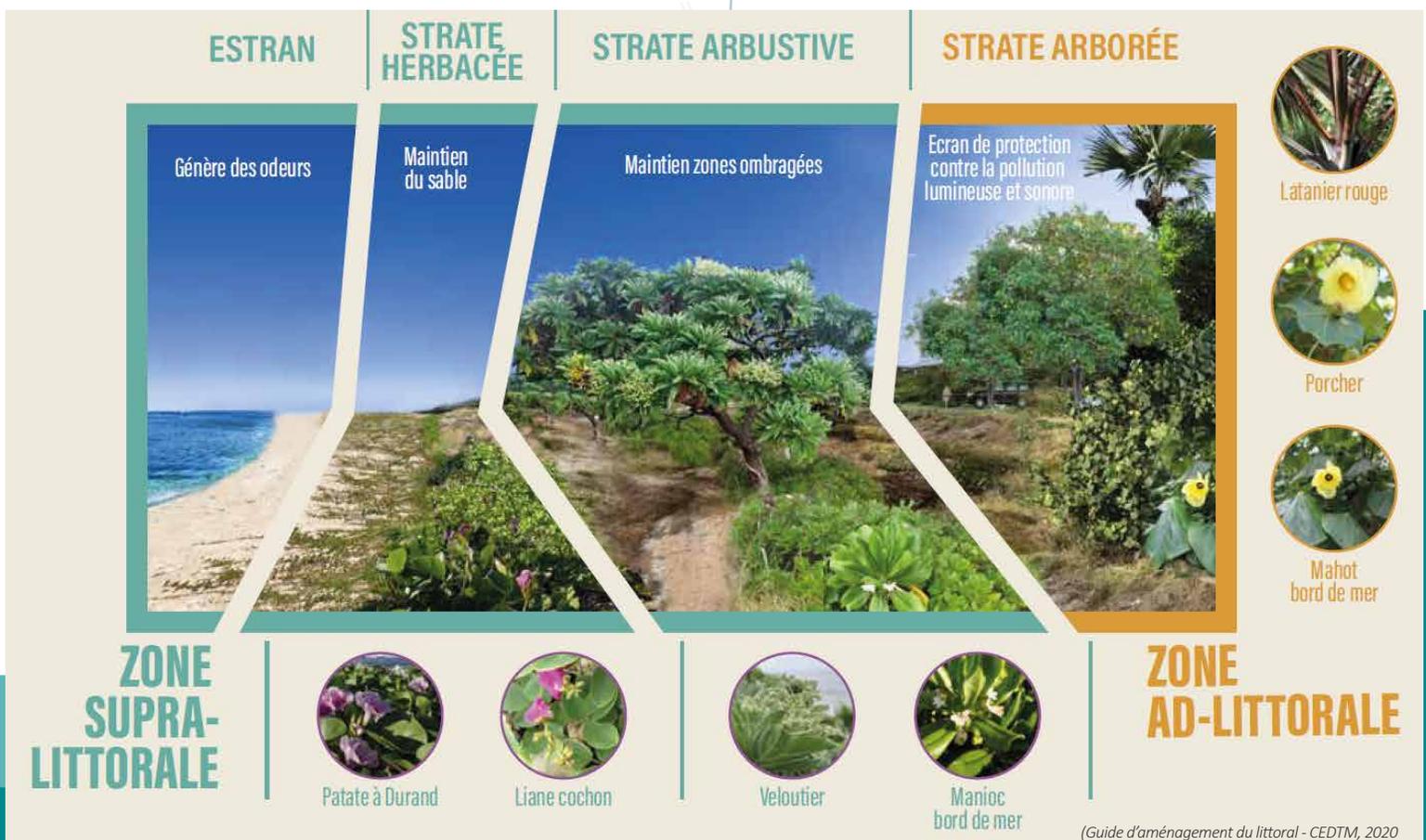
Cette phase préparatoire est considérée par le porteur comme fondamentale pour la mise en œuvre et le succès du projet.

(2) Phase de réalisation :

Lutte contre les espèces exotiques envahissantes : plusieurs méthodes ont été testées (manuelle, mécanique, brûlis), selon les caractéristiques de chaque site et les espèces présentes.

Saison de plantation : les plantations sont effectuées pendant la saison des pluies (janvier-février) afin de maximiser les chances de survie.

Emplacement des plants : le CEDTM insiste sur l'importance de respecter un séquençage transversal des plantations en fonction des besoins trophiques et de la résistance aux contraintes du milieu (salinité, vent) de chaque espèce.



Techniques de production et de croissance des plants :

Plusieurs techniques ont été utilisées durant le projet. Les méthodes varient notamment en fonction de l'espèce, du temps et des moyens disponibles pour réaliser un projet. Trois techniques ont été utilisées :

- Semi de graines : récolte de graines et traitement pré-germinatif
- Bouturage : récolte de boutures et mise en pépinière
- Marcottage

Arrosage : le porteur du projet insiste sur la nécessité d'anticiper les besoins en eau et l'installation éventuelle d'un dispositif d'arrosage, en fonction des moyens disponibles et de la disponibilité d'un réseau d'approvisionnement en eau à proximité du site.

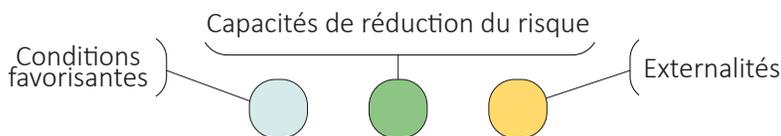
(3) Phase de suivi :

Végétation : le protocole de suivi est tributaire des moyens humains disponibles. Généralement, le suivi concerne le taux de mortalité, la croissance et l'état phytosanitaire des plants.

Espèces exotiques envahissantes : un suivi des espèces exotiques envahissantes est indispensable afin d'adapter les interventions nécessaires et de pérenniser la lutte.

Trait de côte : Bien qu'il n'ait pu le mettre en place dans le cadre des actions menées par manque de moyens, le porteur du projet a souligné l'importance de suivre l'évolution du profil des plages (érosion ou engraissement) suite aux actions menées.

Evaluer le projet mené par le CEDTM



7.2. Co-bénéfices nombreux (score de 3) et **7.4.** Absence d'effets collatéraux négatifs (score de 3) :

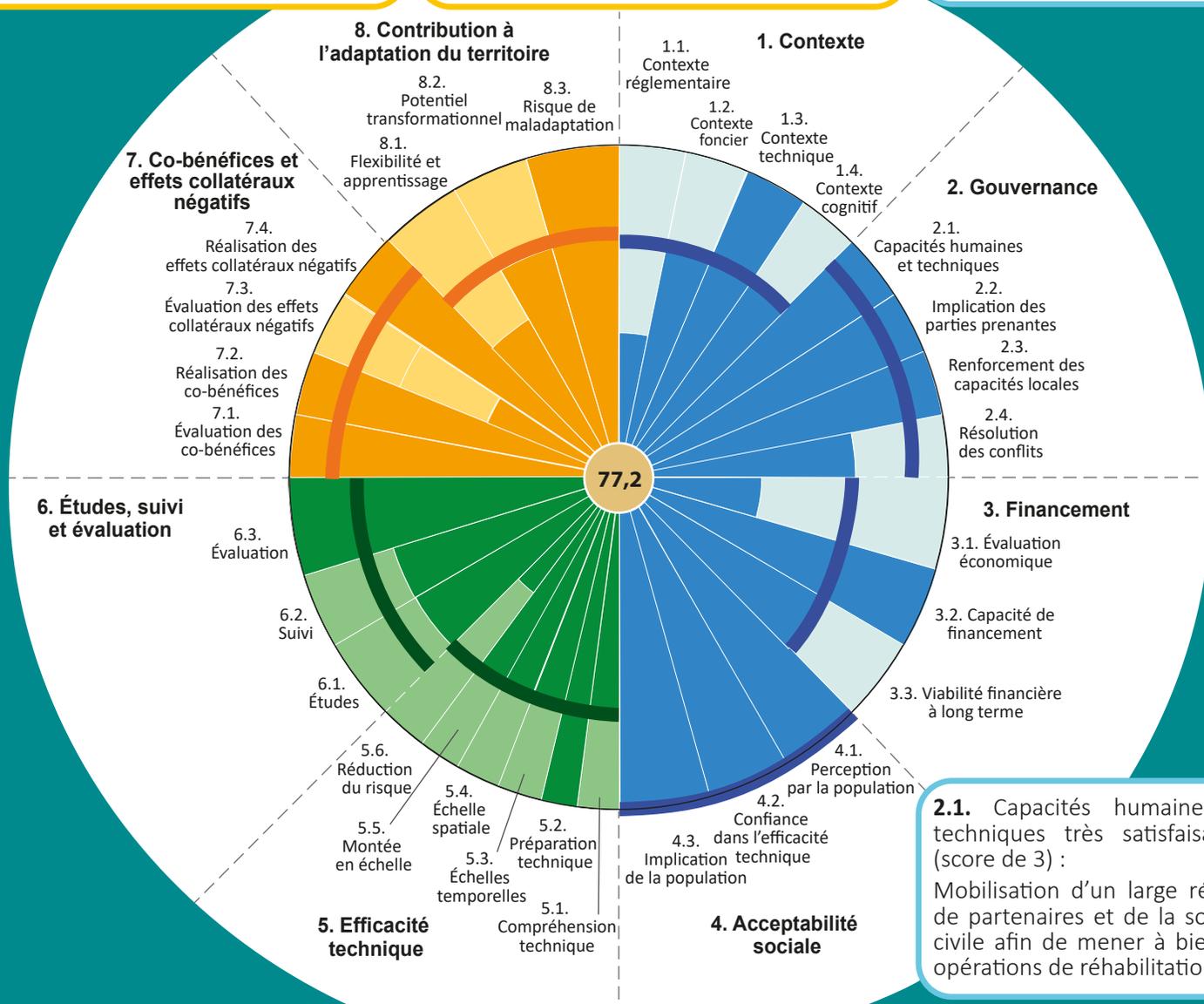
Co-bénéfices : constitution d'un réseau de partenaires, renforcement des connaissances, bénéfiques pour la biodiversité, amélioration des aménités paysagères, bénéfiques pour l'activité touristique. Aucun effet collatéral négatif n'a été généré par le projet.

8.2. Potentiel transformationnel significatif (score de 2) :

Projet innovant et prometteur : aucun projet n'avait jusque-là rassemblé autant d'acteurs autour de ces questions. Le projet contribue à créer des effets de synergie sur le territoire et à améliorer les connaissances et les compétences de nombreuses parties prenantes. À terme, ces actions pourraient se généraliser partout où il reste des plages.

1.1. Contexte réglementaire neutre (score de 1) :

S'il existe des outils juridiques favorables à la mise en œuvre du projet (PNA en faveur des tortues marines), d'autres sont contraignants et ralentissent la mise en œuvre des actions (ex. : réglementation relative aux espèces protégées).



6.1. Études soutenant la mise en oeuvre de la SafN (score de 2) : Réalisation systématique d'un diagnostic initial des sites incluant différents aspects (écologiques, géomorphologiques, impacts des perturbations anthropiques, etc.).

5.4. Échelle spatiale : projet d'envergure moyenne (score de 2) : Projet qui traite des cellules hydrosédimentaires entières sur certains sites (par ex., la plage du Cap Champagne) et remplit donc les conditions requises pour réduire l'érosion côtière.

3.2. Capacité de financement élevée (score de 3) : Les sommes mobilisées sont suffisantes pour mener à bien les actions. Le porteur souligne néanmoins qu'il est de plus en plus difficile de trouver des fonds.

4.3. Niveau d'implication de la population élevé (score de 3) : Efforts réguliers et importants pour inclure la société civile, notamment par le biais d'ateliers de plantation annuels rassemblant un large public d'horizons variés.

Leviers

(analyse fondée sur les entretiens réalisés auprès des porteurs de projet et de leurs partenaires)



Contexte réglementaire :



Le Plan National d'Actions (PNA) en faveur des tortues marines fait de la réhabilitation des plages de ponte de La Réunion la priorité pour maintenir et sauvegarder les populations de tortues marines. Ce document réglementaire oblige l'Etat français à agir sur ce sujet.



Efficacité technique :



La production des jeunes plants est assurée par un spécialiste des espèces endémiques et indigènes qui connaît très bien ce types de plantes.



Acceptabilité sociale :



« Au-delà des statistiques alarmantes qui la concernent, la tortue est un emblème très apprécié à La Réunion. Au niveau des politiques, c'est un sujet qui parle et qui attire l'attention. Elle est un facilitateur pour trouver des subventions. »

Léo Pairain (CEDTM), 2022

Difficultés rencontrées et solutions mises en œuvre le cas échéant

(analyse fondée sur les entretiens réalisés auprès des porteurs de projet et de leurs partenaires)



Financement :

Difficulté de financement des actions :



« Il est de plus en plus difficile de trouver des subventions, même si les tortues "ont la cote". De plus, il est aujourd'hui difficile de mobiliser des fonds autres qu'europeens. »

Léo Pairain (CEDTM), 2022



Manque de budget sur le long terme pour le suivi de l'évolution du trait de côte.



Contexte réglementaire :

Lourdeurs administratives et réglementaires :



« Tout l'arsenal juridique qu'on a sur le territoire français entraîne énormément de contraintes administratives et réglementaires, ce qui peut décourager certains acteurs à mettre en œuvre des projets. Cela contraint à avoir des pas de temps longs, c'est vraiment un frein énorme. »

Léo Pairain (CEDTM), 2022



Les porteurs de projet ont de plus en plus recours à des mécènes comme des entreprises qui veulent par exemple s'acheter une image plus « verte ». Le financement des projets est aussi assuré par les fonds issus de mesures compensatoires.



Le CEDTM souhaite intégrer le suivi des sites qu'il réhabilite à un programme de suivi scientifique déjà en place.



Le porteur s'organise afin de prendre en compte les délais importants liés aux démarches administratives et réglementaires. Par le passé, il a déjà dû démarrer des actions avant même d'avoir obtenu les autorisations requises, afin d'assurer la réussite du projet.

Quel potentiel de réduction du risque ?

Incertitudes sur la capacité du dispositif technique à réduire l'érosion côtière, en raison d'un manque de recul temporel et d'un suivi incomplet : réalisation d'observations visuelles, portant principalement sur la reprise et le développement de la végétation, le suivi des espèces exotiques envahissantes et des pontes de tortues. Absence de suivi de l'érosion côtière, mais volonté d'inclure ce suivi dans le projet.



Ce retour d'expérience sur le potentiel des Solutions fondées sur la Nature pour réduire les risques côtiers et favoriser l'ADAPTation au changement climatique dans les Territoires d'Outre-Mer insulaires tropicaux français a été produit dans le cadre du projet ADAPTOM (Janv. 2022-Janv. 2025).

Ce projet est financé par la Fondation de France.

Pour toute demande d'information, merci de contacter Virginie Duvat (coordinatrice du projet ADAPTOM) ou Inès Hatton (chargée de mission du projet ADAPTOM) virginie.duvat@univ-lr.fr - ines.hatton@univ-lr.fr

Conception et réalisation : Hatton I. et Duvat V., 2023. Appui à la réalisation de certaines illustrations : Guyot T., 2023.

Projet Réunion n°5 : Gestion sédimentaire à Saint-Gilles-les-Bains, commune de Saint-Paul



Stade d'avancement



Objectifs

- Réduire l'érosion côtière actuelle
- Anticiper et réduire les problématiques d'ensablement afin de maintenir les usages associés au port de plaisance

Porteur :

Communauté d'agglomération du Territoire de la Côte Ouest (TCO)

Principaux partenaires :

BRGM, DEAL, Réserve naturelle marine de La Réunion

Période : 2017 à aujourd'hui

Financeur(s) : TCO

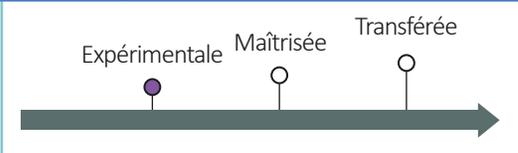
Coût complet (non disponible) :

185 000 € / dragage

(dragage pluri-annuel + rechargement)



Degré de maîtrise technique



Mesure hybride

Solution fondée sur la Nature

Rechargement de la plage (280 m linéaires)

Ingénierie lourde

Présence antérieure d'ouvrages de défense (cordon d'enrochement, digue portuaire, murs de protection)



Quelle suite ?

Le TCO a prévu de poursuivre la gestion sédimentaire en continuant les actions pluriannuelles de dragage et de rechargement sédimentaire des plages en érosion. Il met en place un Plan de gestion des sédiments.

2019

Suite aux fortes houles distantes du mois d'août, une demande d'intervention d'urgence a été émise, visant à désensabler la plage des Brisants sur laquelle le sable s'accumule, puis déborde dans le bassin portuaire.

Mise en place progressive d'une gestion systématique et anticipée des problèmes sédimentaires : désensablement et dragage des bassins portuaires associés au rechargement en sable de plages proches en érosion.

2017

Le TCO devient gestionnaire du port de plaisance. Il assure avec l'appui de la Régie des Ports de Plaisance la maintenance et l'entretien des infrastructures portuaires, dragage des bassins inclus.

1971

Inauguration du port de Saint-Gilles. Cet aménagement bloque le transit sédimentaire côtier dominant de direction sud-nord.

Hotton I., 2023

Les grandes composantes du projet de gestion sédimentaire mené par le TCO au port de Saint-Gilles

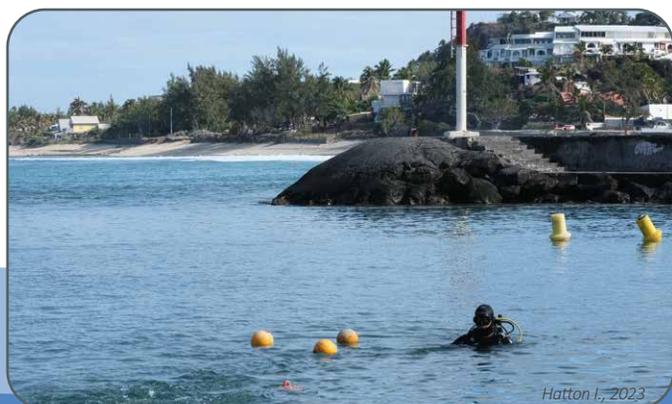


(1) Etudes :

L'interruption du transit sédimentaire côtier par la jetée sud du port de plaisance de Saint-Gilles-les-Bains a engendré un problème récurrent d'ensablement des bassins portuaires et de la plage des Brisants, et une forte érosion des plages situées au nord du port (Roches Noires, Grand Fond). Afin d'apporter une solution durable à ces problèmes, le TCO a décidé de mettre en place un plan de gestion des sédiments avec l'appui du BRGM. Les études menées ont permis de mieux comprendre le fonctionnement morphosédimentaire des plages et les transferts de sédiments.



Sédiments accumulés devant une infrastructure portuaire



Plongeur à l'eau afin de réaliser le pompage du bassin

(2) Dragage et désensablement :

Au moins une fois par an, le sable de surverse est extrait des bassins portuaires sur une épaisseur de 50 cm à 1 m. Le TCO veille à ne pas retirer la couche de sédiments située sous cette couche de dépôt annuelle, car elle est potentiellement trop polluée et possède une granulométrie inadéquate pour pouvoir être utilisée pour recharger des plages.

Etape 1 (10 jours) : Intervention de pompage (opérée par un plongeur) et de dragage dans la zone d'évitement du port de Saint-Gilles (avant-port). Mise en place d'un barrage anti-MES (matière en suspension), en complément du suivi de la turbidité lors des opérations de dragage afin de s'assurer que des MES ne se retrouvent pas dans le lagon.

Etape 2 (15 jours) : Intervention sur la plage des Brisants (secteur nord) pour abaisser le niveau du sable et reprofiler la plage selon les instructions fournies par le BRGM.

(3) Rechargement des plages ou entreposage des sédiments avant rechargement :

La qualité des sédiments (degré de pollution et granulométrie) est contrôlée en amont des opérations de rechargement de plage.

Etape 3 (1 mois) : Évacuation des sédiments et transfert à l'aide de camions-bennes vers la zone de rechargement (plage située au nord de l'esplanade des Roches Noires).



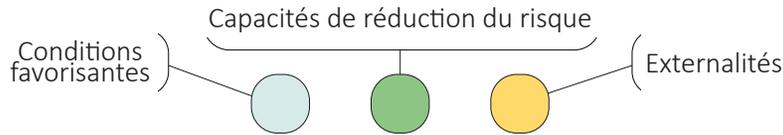
Selon les années, le sable peut également être utilisé pour recharger la plage de l'Hermitage-Les-Bains. Dans ce cas, le sable est d'abord entreposé sur une zone de stockage pour être ensuite remobilisé pour des opérations de rechargement en sable effectuées par la mairie de Saint-Paul.

(4) Suivi et maintenance :

Sites en érosion : les sites en érosion sont suivis par le BRGM et sont régulièrement rechargés.

Zones d'accumulation : un entretien pluri-annuel est effectué dans les zones d'accumulation (plage des Brisants et bassins portuaires) afin de limiter l'accumulation du sable.

Evaluer le projet de gestion sédimentaire du Port de Saint-Gilles



7.2. Co-bénéfices variés (score de 2) et **7.4.** Effets collatéraux négatifs mineurs (score de 2) :

Co-bénéfices : implication des acteurs concernés dans une démarche partenariale structurée de gestion sédimentaire préventive à caractère innovant sur le territoire ; amélioration de la qualité des plages au bénéfice des usagers.

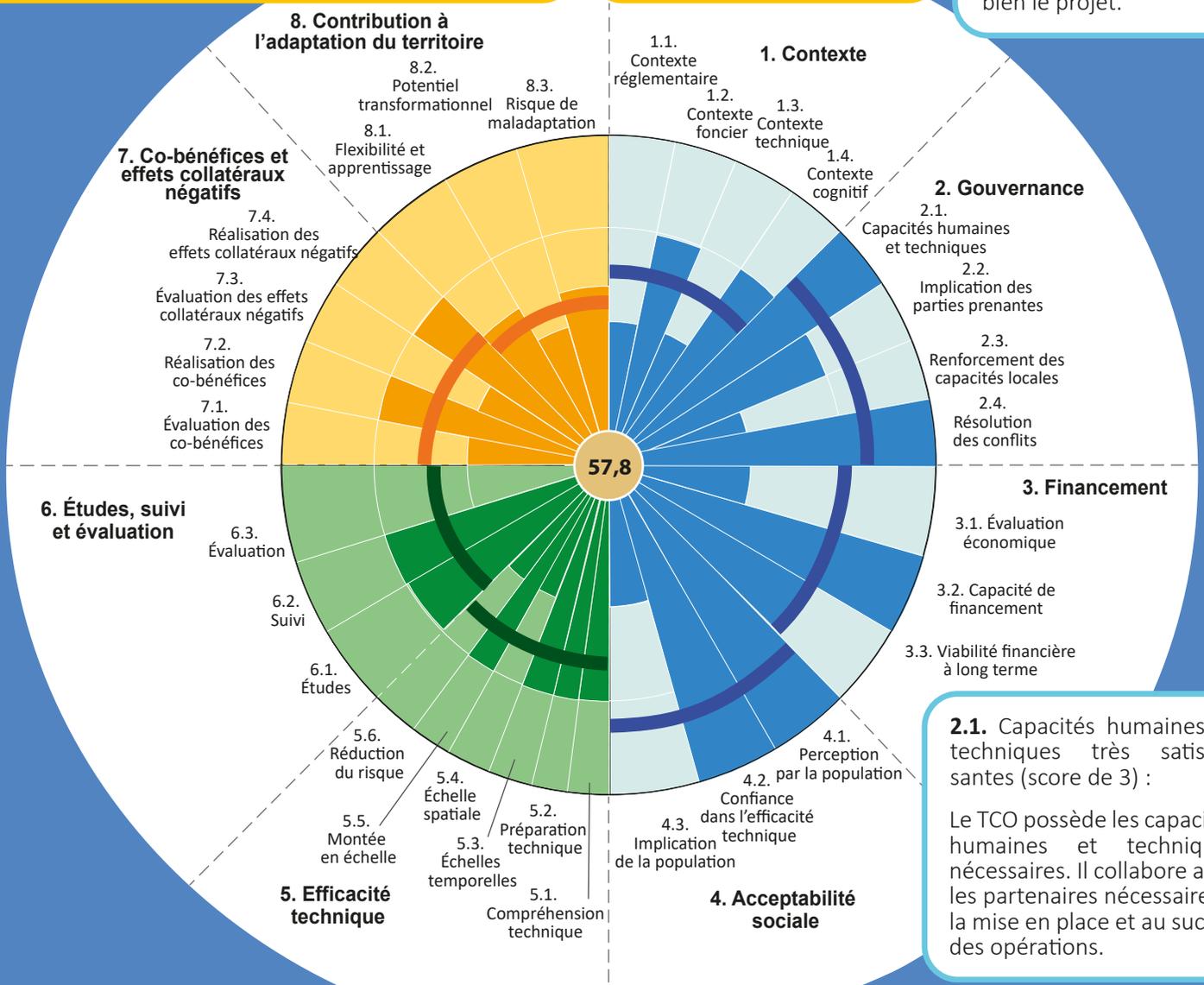
Effets collatéraux négatifs mineurs : gêne ponctuelle pour les commerçants, dérangement de la faune et impacts localisés sur la flore des opérations de dragage et de transfert sédimentaire.

8.3. Effet maladaptatif mineur (score de 1) :

La stratégie de rechargement sédimentaire est appliquée en complément de l'ingénierie lourde qui reste prépondérante et contribue à l'accroissement de l'exposition et de la vulnérabilité (effet maladaptatif).

1.1. Contexte réglementaire neutre (score de 1) :

Le projet se heurte à un certain nombre de contraintes réglementaires. Cependant, la bonne entente avec la DEAL facilite l'obtention des autorisations requises pour mener à bien le projet.



6.1. Etudes soutenant la mise en oeuvre de la SafN (score de 2) :

Etude approfondie sur le volet morpho-sédimentaire ; études granulométriques et de pollution.

5.4. Echelle spatiale restreinte (score de 1) :

Zones de rechargement sédimentaire ponctuelles dans l'espace et relativement limitées par rapport à l'étendue de la cellule sédimentaire.

3.2. Ressources financières confortables (score de 3) :

Le TCO se donne les moyens d'assurer cette compétence de gestion des sédiments et d'obligation d'assurer la navigabilité dans les ports dont il a la gestion.

4.3. Faible niveau d'implication de la population (score de 1) :

Projet dans lequel il est difficile d'impliquer la population (gestion portuaire). Pour autant, des actions de communication ont été menées afin de prévenir les usagers lors des interventions techniques.

2.1. Capacités humaines et techniques très satisfaisantes (score de 3) :

Le TCO possède les capacités humaines et techniques nécessaires. Il collabore avec les partenaires nécessaires à la mise en place et au succès des opérations.

Leviers

(analyse fondée sur les entretiens réalisés auprès des porteurs de projet et de leurs partenaires)



Usages du site :



Les usagers sont favorables au projet : l'enlèvement des sédiments dans le bassin portuaire et aux alentours et une meilleure gestion sédimentaire permettent de maintenir l'accessibilité et le bon fonctionnement des équipements.

Difficultés rencontrées et solutions mises en œuvre le cas échéant

(analyse fondée sur les entretiens réalisés auprès des porteurs de projet et de leurs partenaires)



Contexte réglementaire et contraintes administratives :



Selon le porteur du projet, les deux principales barrières sont liées à la réglementation et aux lourdeurs des procédures liées aux marchés publics (le recours à des prestataires extérieurs étant rendu obligatoire dès lors que le TCO n'a pas la compétence en interne).



Soutien de la DEAL avec laquelle la communauté d'agglomération entretient une collaboration fructueuse. Les services de l'État ont fourni un accompagnement sur le volet réglementaire, ce qui a facilité l'obtention des autorisations requises.



Contexte insulaire et contraintes techniques :



Initialement, le système de pompage permettant de draguer les sédiments accumulés dans le port n'était pas très efficace, et il y avait peu d'équipements disponibles à La Réunion pour assurer de tels travaux. Le port de Saint-Gilles n'a pas été conçu pour être dragué : par conséquent, certaines zones du port sont inaccessibles à une pelle mécanique.



L'entreprise qui est en charge du dragage des sédiments dans le bassin portuaire a construit un système de pompage amélioré basé sur l'effet Venturi. Des ajustements techniques ont été mis en œuvre au fil des années. En résultat, les méthodes de pompage, de dé-engraissement de la plage et de rechargement en sable sont devenues de plus en plus efficaces avec le temps.

Quel potentiel de réduction du risque ?

Incertitudes sur la capacité du dispositif technique à réduire l'érosion côtière en raison d'un manque de recul temporel, de la forte artificialisation du trait de côte et du caractère limité des volumes de sable disponibles pour recharger les plages en érosion de ce secteur.



Ce retour d'expérience sur le potentiel des Solutions fondées sur la Nature pour réduire les risques côtiers et favoriser l'ADAPtation au changement climatique dans les Territoires d'Outre-Mer insulaires tropicaux français a été produit dans le cadre du projet ADAPTOM (Janv. 2022-Janv. 2025).
Ce projet est financé par la Fondation de France.

Pour toute demande d'information, merci de contacter Virginie Duvat (coordinatrice du projet ADAPTOM) ou Inès Hatton (chargée de mission du projet ADAPTOM)
virginie.duvat@univ-lr.fr - ines.hatton@univ-lr.fr

Conception et réalisation : Hatton I. et Duvat V., 2023. Appui à la réalisation de certaines illustrations : Guyot T., 2023.

Le projet ADAPTOM (2022-2025), coordonné par le laboratoire de recherche LIENSs (UMRi 7266 La Rochelle Université-CNRS) et la délégation Outre-Mer du Conservatoire du littoral et soutenu par la Fondation de France (programme *Les futurs des mondes du littoral et de la mer*), est né des besoins exprimés par les acteurs opérationnels des territoires d’Outre-Mer à l’occasion du *Forum Littoral* de 2020 : (1) disposer d’un retour d’expérience sur les SafN côtières déjà déployées pour informer les projets d’adaptation futurs ; (2) bénéficier d’un accompagnement scientifique dans leur mise en œuvre et leur suivi ; (3) être mis en réseau pour favoriser les apprentissages réciproques. Ce second recueil contient les fiches de synthèse de 5 projets de SafN mis en œuvre entre 2010 et 2019 à La Réunion.



Nous remercions chaleureusement tous les acteurs des Outre-Mer et de France Métropolitaine qui ont contribué à ce projet et sans qui ce travail n'aurait pas été possible.



Date de publication : Décembre 2023