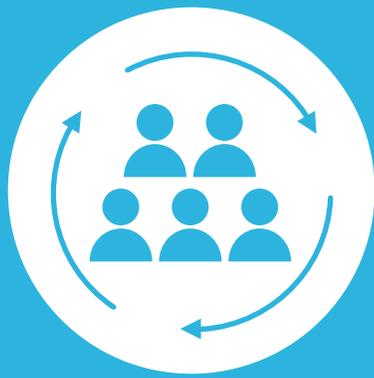




Solutions fondées sur la nature pour réduire les risques d'inondation côtière



Avantages connexes

Série de documents d'orientation :



Suivi de l'efficacité :
méthodes et indicateurs
proposés



Suivi
de l'efficacité



Adaptation des
infrastructures
existantes

Citer comme suit :

CCE. 2025. *Avantages connexes - Solutions fondées sur la nature pour gérer les risques d'inondation côtière*. Montréal, Canada, Commission de coopération environnementale, ix + 56 pages.

La présente publication a été préparée par DHI Water and Environment Inc. pour le Secrétariat de la Commission de coopération environnementale (CCE). La responsabilité de l'information que contient ce document incombe aux auteurs, et cette information ne reflète pas nécessairement les vues de la CCE ou des gouvernements du Canada, du Mexique ou des États-Unis.

Le présent document peut être reproduit en tout ou en partie sans le consentement préalable du Secrétariat de la CCE, à condition que ce soit à des fins éducatives et non lucratives et que la source soit mentionnée. La CCE souhaiterait néanmoins recevoir un exemplaire de toute publication ou de tout écrit dont le présent document a servi de source.

Sauf indication contraire, le contenu de cette publication est protégé en vertu d'une licence Creative Common : Paternité – Pas d'utilisation commerciale – Pas de modification.



© Commission de coopération environnementale, 2025

ISBN : 978-2-89700-357-9

Available in English – ISBN : 978-2-89700-356-2

Disponibile en español – ISBN : 978-2-89700-358-6

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2025

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives Canada, 2025

Renseignements sur la publication

Type de publication : document de projet

Date de parution : avril 2025

Langue d'origine : anglais

Processus d'examen et d'assurance de la qualité :

Ultime examen par les parties : octobre, 2024

QA383

Projet : Plan opérationnel pour 2021 / Solutions fondées sur la nature pour lutter contre les inondations dans les villes côtières

Renseignements additionnels :

Commission de coopération environnementale

1001, boulevard Robert-Bourassa, bureau 1620

Montréal (Québec) H3B 4L4

Canada

Tél. : 514 350-4300 Téléc. : 438 701-1434

info@cec.org / www.cec.org



Table des matières

Résumé	iv
Sommaire	iv
Préface	viii
Remerciements	ix
1 Introduction	1
1.1 Objectifs et portée	2
1.2 Valeur de l'analyse des avantages connexes	2
1.3 Obstacles connus à la réalisation des avantages connexes	3
1.4 Lectures complémentaires	5
2 Types d'avantages connexes	7
2.1 Aperçu	7
2.2 Gestion des risques d'inondation	8
2.3 Avantages connexes sur le plan environnemental	10
2.4 Avantages connexes sur le plan social	11
2.5 Avantages connexes sur le plan économique	12
3 Outils d'aide à l'évaluation des avantages connexes et à la prise de décisions	13
3.1 Étapes des projets de mise en œuvre des SFN	13
3.2 Processus d'évaluation des avantages connexes	14
3.3 Détermination des avantages connexes	15
3.3.1 <i>Étape 1.1 : Définir l'échéancier</i>	16
3.3.2 <i>Étape 1.2 : Définir la stratégie de mobilisation</i>	16
3.3.3 <i>Étape 1.3 : Déterminer les défis locaux</i>	17
3.3.4 <i>Étape 1.4 : Déterminer les avantages connexes potentiels</i>	18
3.3.5 <i>Étape 1.5 : Définir la stratégie de mise en œuvre des avantages connexes</i>	18
3.3.6 <i>Qui devrait participer au projet?</i>	19
3.4 Estimation des avantages connexes	21
3.4.1 <i>Étape 2.1 : Déterminer les limites des méthodes d'estimation</i>	22
3.4.2 <i>Étape 2.2 : Sélectionner les méthodes d'estimation</i>	24
3.4.3 <i>Étape 2.3 : Sélectionner les indicateurs de performance</i>	25
3.4.4 <i>Étape 2.4 : Établir des conditions de base</i>	26
3.4.5 <i>Étape 2.5 : Estimer les avantages connexes</i>	27
3.5 Comparaison des avantages connexes pour appuyer la prise de décisions	28
3.5.1 <i>Étape 3.1 : Examiner la valeur, les concessions, l'incertitude et la faisabilité</i>	28

3.5.2	Étape 3.2 : Prioriser les avantages connexes et les comparer aux objectifs du projet.....	30
3.5.3	Étape 3.3 : Comparer les avantages connexes de différentes options (facultatif).....	31
4	Méthodes d'estimation des avantages connexes	34
4.1	Avantages de la gestion des risques d'inondation.....	35
4.2	Avantages connexes sur le plan environnemental.....	37
4.3	Avantages connexes sur le plan social	38
4.4	Avantages connexes sur le plan économique	42
5	Avantages connexes et gestion adaptative.....	46
6	Possibilités et orientations futures.....	47
7	Conclusions.....	49
	Annexe : Modèle de cadre de notation	50
	Bibliographie	51

Liste des tableaux

Tableau 1	– Exemples d'avantages de la gestion des risques d'inondation.....	8
Tableau 2	– Exemples d'avantages connexes sur le plan environnemental.....	10
Tableau 3	– Exemples d'avantages connexes sur le plan social	11
Tableau 4	– Exemples d'avantages connexes sur le plan économique	12
Tableau 5	– Exemples de défis liés aux risques d'inondation et de nature environnementale, sociale et économique.....	17
Tableau 6	– Paramètres et indicateurs inclus dans l'étude socioéconomique	41
Tableau 7	– Modèle de cadre de notation.....	50

Liste des figures

Figure 1	– Principaux avantages de la GRI et avantages connexes secondaires sur le plan environnemental, social et économique.....	7
Figure 2	– Suivi par virées des mangroves restaurées à San Crisanto	9
Figure 3	– Cadre d'élaboration d'un projet SFN.....	13
Figure 4	– Cadre conceptuel d'évaluation des avantages connexes.....	14
Figure 5	– Cadre conceptuel de la détermination des avantages connexes.....	16

Figure 6 – Exemple hypothétique d'évolution d'une stratégie de mise en œuvre des avantages connexes à mesure que le projet passe des étapes liminaires (cadrage et planification) aux étapes ultérieures (conception et mise en œuvre).....	19
Figure 7 – Cadre conceptuel d'estimation des avantages connexes.....	22
Figure 8 – Modèle conceptuel illustrant le processus d'évaluation itératif.....	25
Figure 9 – Exemple hypothétique d'avantages connexes, d'indicateurs potentiels, de méthodes potentielles d'estimation et de conditions de base.....	25
Figure 10 – Zone humide du marais salé restaurée à New Brighton Park	27
Figure 11 – Cadre conceptuel de la comparaison des avantages connexes.....	28
Figure 12 – Exemple hypothétique de stratégie d'attribution des notes et de modèle de pondération pour les avantages connexes	32
Figure 13 – Exemple d'estimation du revêtement par enrochement proposé par rapport à l'option d'inaction, qui a produit une évaluation négative.....	33
Figure 14 – Différence d'élévation des dunes mesurée entre 2015 et 2019.....	36
Figure 15 – Méthodes potentielles d'estimation des avantages connexes sur le plan environnemental, basées sur l'ampleur de l'effet du projet et la disponibilité des ressources.....	37
Figure 16 – Méthodes potentielles d'estimation des avantages connexes sur le plan social, basées sur l'ampleur de l'effet du projet et la disponibilité des ressources....	39
Figure 17 – Zone d'étude socioéconomique	41
Figure 18 – Méthodes potentielles d'estimation des avantages connexes sur le plan économique, basées sur l'ampleur de l'effet du projet et la disponibilité des ressources	42
Figure 19 – Aperçu de la zone visée par le projet, Gibsons (C-B.).....	45

Résumé

La gestion des risques d'inondation est une source de préoccupation majeure dans les zones urbaines et périurbaines côtières, en particulier en raison de l'élévation du niveau de la mer causée par les changements climatiques. Les solutions fondées sur la nature (SFN) permettent d'atteindre plusieurs des objectifs de gestion des risques d'inondation, tout en générant des avantages connexes sur le plan social, économique et environnemental. Cependant, des obstacles touchant la compréhension, l'évaluation et la réalisation des avantages connexes potentiels des SFN limitent l'adoption et la mise en œuvre de celles-ci.

Le présent document encourage les communautés côtières du Canada, du Mexique et des États-Unis à adopter les SFN en fournissant aux gestionnaires des renseignements et des directives pratiques sur les avantages connexes des SFN. Les avantages connexes potentiels sont résumés par souci de commodité, mais des situations différentes dans les trois pays peuvent influencer sur leur type ou leur ampleur. Un cadre d'évaluation est défini pour estimer les avantages connexes, et les méthodes potentielles pour évaluer ces avantages sont aussi résumées. De plus, les difficultés que pose la réalisation des avantages, ainsi que les façons d'alléger ces difficultés sont décrites. Tout au long du rapport, des études de cas peuvent être trouvées afin d'offrir un contexte réaliste et de mettre l'accent sur des concepts clés.

Sommaire

Les régions côtières d'Amérique du Nord offrent de nombreux avantages à leurs résidents et résidentes – activités récréatives, possibilités économiques et accès à la nature et aux ressources marines. Or, bon nombre de ces régions sont exposées à d'importants risques d'inondation côtière, qui vont probablement s'intensifier en raison de la croissance démographique, du vieillissement des infrastructures de protection (comme les digues) près du rivage, et des changements climatiques.

Les méthodes grises conventionnelles (infrastructures matérielles) de gestion des risques d'inondation (ou « GRI ») ont souvent des répercussions socioéconomiques imprévues. Elles entraînent souvent la dégradation ou la disparition d'écosystèmes naturels et subissent même de graves défaillances. Les SFN servent à réduire les risques d'inondation par une utilisation éclairée de systèmes et de processus naturels, tout en générant des avantages connexes sur le plan social, économique et environnemental. Ces avantages connexes sont un important facteur d'utilisation des SFN pour la GRI dans les collectivités côtières. Ils pourraient en outre stimuler l'adoption des SFN à cette fin au lieu d'infrastructures grises plus courantes. Un grand nombre de résultats et d'activités tirent parti de l'évaluation des avantages connexes des SFN :

- comparaison holistique des options de GRI (p. ex., analyse multicritère);
- prévoir les concessions et établir les priorités;
- accroître l'engagement et l'adhésion du public;
- accroître les possibilités de financement;
- évaluer les répercussions imprévues;
- éclairer une gestion adaptative;
- respecter les exigences des projets (p. ex., en matière de financement);
- échange de connaissances (p. ex., recherche et élaboration de directives).

En dépit des nombreux avantages des SFN, un manque de données limite leur adoption et mise en œuvre, tout comme des obstacles qui empêchent de définir, d'évaluer et d'exploiter leurs avantages connexes. On peut répartir ces obstacles en quatre grandes catégories :

- obstacles sociaux/comportementaux (p. ex., l'impression que les avantages sont irréalistes ou ne seront pas réalisés);
- obstacles techniques (p. ex., l'absence de guide technique pour estimer les avantages connexes);
- obstacles environnementaux (p. ex., la variabilité saisonnière ou à long terme des systèmes naturels);
- obstacles institutionnels (p. ex., le manque de financement et de sensibilisation des gouvernements).

Le présent document vise à soutenir l'adoption des SFN dans les collectivités côtières. Il fournit renseignements et directives pratiques aux gestionnaires, ainsi qu'aux spécialistes de la GRI, sur les avantages connexes des SFN, et aborde plusieurs obstacles connus et lacunes dans les données. Il ne s'agit ni d'un guide technique détaillé ni d'un examen exhaustif d'une documentation de plus en plus abondante sur les SFN.

Types d'avantages connexes

Les avantages connexes sont les avantages secondaires, mais précieux – autres que les avantages principaux de la GRI – que procure un projet. Ils se répartissent en trois grandes catégories : 1) environnementaux, 2) sociaux et 3) économiques. Ces trois catégories, de même que les avantages directs de la GRI, sont interconnectées et présentent d'importants chevauchements. Le chapitre 2 présente une liste exhaustive des avantages potentiels de la GRI, ainsi que des avantages connexes sur le plan environnemental, social et économique. Les avantages potentiels peuvent inclure, entre autres :

- **GRI** : moins d'inondations, effets réduits des vagues, meilleure protection contre l'érosion
- **Plan environnemental** : meilleure qualité de l'eau, meilleure santé des sols, séquestration du carbone, biodiversité accrue
- **Plan social** : réduction de la pauvreté, sécurité alimentaire, inclusion et équité, mieux-être
- **Plan économique** : réduction des dépenses d'investissement, écotourisme, pêches plus abondantes, recettes fiscales accrues

Cadre d'évaluation des avantages connexes

Un cadre d'évaluation des avantages connexes permet d'estimer la valeur des avantages et de comparer ces derniers, au sein d'un même projet et d'un projet à l'autre. Ce cadre comprend trois étapes itératives :

1 – Détermination

À l'étape de la détermination, on cherche à brosser une vue d'ensemble d'un projet axé sur les SFN. L'équipe de projet doit établir des échéanciers, définir une stratégie de mobilisation et déterminer les enjeux et défis à l'échelle locale pour éclairer une réflexion commune sur les avantages connexes potentiels. Il est essentiel de mobiliser les membres de la collectivité, les peuples autochtones, les groupes qui ont historiquement été marginalisés et d'autres parties prenantes locales durant la détermination des avantages connexes propres à un projet. Cette étape permet de dresser une liste globale d'avantages connexes potentiels et de stratégies de mise en œuvre (p. ex., modalités de conception ou mesures à prendre).

2 – Estimation de la valeur

L'estimation permet de déterminer la valeur potentielle d'un avantage connexe donné. À cette étape, on insiste souvent sur la valeur économique des résultats, ce qui pourrait dévaluer par inadvertance les avantages connexes moins quantifiables (c'est-à-dire intangibles) sur le plan social et environnemental. Nous reconnaissons ici l'importance d'adopter une approche plus holistique de l'estimation de la valeur, en évitant d'associer cette valeur à l'argent. Il s'agit plutôt de quantifier l'importance, le mérite, l'utilité et/ou la valeur pécuniaire d'un avantage

connexe donné. Durant cette étape, l'équipe de projet doit définir les limites en matière de ressources et de calendrier, choisir des méthodes d'estimation de la valeur, sélectionner des indicateurs de performance, établir des conditions de base et estimer la valeur de chaque avantage connexe. Les méthodes choisies varieront en fonction des limites en matière de ressources, des répercussions du projet ou des risques qu'il comporte et de la phase du projet (p. ex., cadrage ou conception).

3 – Comparaison

L'étape de comparaison porte sur l'évaluation des concessions et la priorisation de certains avantages connexes pour appuyer la prise de décisions et la conception. On peut également comparer les avantages connexes associés à diverses options de conception afin de justifier le choix d'une possibilité plus intéressante (p. ex., pour faciliter la comparaison entre les SFN et des infrastructures grises). On recommande une analyse multicritère pour comparer les avantages connexes et ainsi faciliter la comparaison d'avantages connexes non quantifiables et intangibles. L'annexe fournit un modèle de cadre de notation.

Le principal point à retenir du présent rapport est l'importance de la participation des parties prenantes et de spécialistes multidisciplinaires, et de la complète prise en considération des limites en matière de ressources, tous ces éléments influant grandement sur le processus d'évaluation des avantages connexes.

Mesure et suivi des avantages et avantages connexes de la GRI

Il convient de choisir les méthodes d'estimation selon le type d'avantage qu'on évalue, de manière à offrir un degré de confiance proportionné à l'ampleur potentielle de l'incidence ou des risques du projet. Ce choix dépendra aussi de la disponibilité des ressources nécessaires au projet, que l'on peut répartir en trois grandes catégories : temps, budget et expertise.

Les méthodes d'estimation à faible effort comprennent l'examen des précédents (études de cas) et la demande d'opinions de spécialistes. Ces techniques requièrent peu de ressources mais présentent un niveau d'incertitude élevé; elles pourraient donc convenir à des projets à faible incidence et à faible risque, ou aux premières étapes de mise en œuvre du projet – planification et cadrage. Les méthodes à effort élevé peuvent comprendre des études sur le terrain (suivie d'une analyse des données), de la modélisation numérique et des analyses coût-avantages, entre autres. Ces techniques requièrent beaucoup de ressources mais produisent un faible niveau d'incertitude; elles pourraient donc convenir à des projets à forte incidence ou aux étapes ultérieures de mise en œuvre du projet. Le choix d'une méthode d'estimation devrait se faire en fonction des besoins précis du projet. L'article 3.4.2 propose une gamme de méthodes d'estimation propres aux avantages connexes sur le plan environnemental, social et économique.

Le document d'orientation connexe intitulé *Suivi de l'efficacité : méthodes et indicateurs proposés* fournit plus de renseignements sur de possibles méthodes de suivi et propose des indicateurs de performance de la GRI.

Avantages connexes et gestion adaptative

La gestion adaptative consiste à suivre un processus itératif d'apprentissage et de prise de décisions qui permet de réduire l'incertitude et d'améliorer les résultats à long terme d'un projet. Elle permet aux projets d'être plus souples à chacune des étapes (conception, mise en œuvre, construction et exploitation) afin de gérer des situations changeantes et incontrôlables, y compris les changements climatiques. Appliquée aux avantages connexes, la gestion adaptative assure la prise de mesures tout au long du cycle de vie du projet pour optimiser les avantages connexes associés à ce projet ainsi que leur plan de suivi. Elle permet aussi de limiter les possibles incidences imprévues et oblige à rendre des comptes au public. Une gestion adaptative efficace des avantages connexes repose sur un suivi régulier à long terme.

Possibilités et projets à venir

Pour combler les données manquantes et surmonter les obstacles connus, des possibilités ainsi que des projets que pourraient mettre en œuvre les responsables sont inclus dans le rapport. Voici un bref résumé des principales possibilités :

- Élaborer des séances d'information publiques et du matériel accessible sur les avantages connexes des SFN.
- Favoriser la mobilisation et la participation de diverses parties prenantes (p. ex., grâce à la science participative) tout au long des projets SFN et du processus d'évaluation des avantages connexes.
- Développer la capacité technique de comprendre les avantages connexes et d'en estimer la valeur, par des programmes de formation ou des travaux de cours dans le cadre de programmes/diplômes universitaires.
- Établir une communauté de pratique afin d'encourager le partage de connaissances.
- Assurer l'accès du public, dans un lieu centralisé, aux données d'évaluation historiques, actuelles et à venir des avantages connexes.
- Préparer et diffuser d'autres guides techniques sur l'estimation des avantages connexes, à l'intention des spécialistes du domaine.
- Proposer (ou rendre obligatoire) l'inclusion d'évaluations des avantages connexes, de la gestion adaptative en fonction des avantages connexes, et de la diffusion de données publiques dans les directives, les exigences en matière de financement, de permis, de demandes d'autorisation et de propositions.
- Générer des voies de financement additionnelles pour les projets qui comprennent d'importants avantages connexes pour les collectivités locales et l'environnement.
- Générer des voies de financement additionnelles pour les projets qui prévoient un suivi, une estimation, une diffusion de données et une gestion adaptative à long terme des avantages connexes.
- Poursuivre les initiatives en cours de valorisation des actifs de capital naturel.

Préface

La Commission de coopération environnementale (CCE) est une organisation trilatérale qui facilite la coopération entre le Canada, Mexique et les États-Unis en vue de conserver, de protéger et d'améliorer l'environnement nord-américain. En 2021, la CCE a lancé un projet pour guider la mise en œuvre plus vaste des solutions fondées sur la nature (SFN) en vue de gérer les risques d'inondation (GRI) dans les collectivités côtières d'Amérique du Nord. Ce projet comprend les trois grandes étapes suivantes :

1. **Une série d'ateliers intersectoriels** qui jette les bases d'une communauté de pratique nord-américaine, réunit des spécialistes pour déterminer les besoins et possibilités, et cerne les obstacles à la mise en œuvre des SFN.
2. **Un ensemble de documents d'orientation** qui comble l'écart des savoirs, exploite les occasions relevées dans le cadre de la série d'ateliers et oriente les pratiques exemplaires de mise en œuvre des SFN.
3. **Des webinaires** qui accroissent l'adoption et l'utilisation des documents d'orientation.

Durant la première phase du projet, DHI Water and Environment Inc. (DHI) a préparé et animé la série d'ateliers. Celle-ci comprenait sept séances réparties sur cinq semaines en mai et juin 2022. Ces séances portaient sur les sujets suivants :

- 1A et 1B : avantages connexes des SFN
- 2A et 2B : modernisation des infrastructures existantes à l'aide de SFN
- 3A et 3B : suivi de l'efficacité des SFN
- 4 : résumé de l'atelier

La série d'ateliers a réuni 95 spécialistes, qui représentaient le milieu universitaire, le secteur privé, les gouvernements et les organisations non gouvernementales (ONG) de toute l'Amérique du Nord. Afin de susciter un sentiment de communauté, étoffer des idées, recueillir des commentaires et cerner les lacunes et les occasions, les ateliers comprenaient les activités de groupe suivantes : des discussions sur six études de cas différentes, quatre ensembles d'activités collaboratives en ligne et deux séries de questions interactives. Le taux de participation et les idées présentées par des personnes aux expériences et profils divers ont permis de jeter de solides bases pour établir une communauté de pratique et élaborer des documents d'orientation consacrés aux SFN en Amérique du Nord.

La deuxième phase du projet consistait à combler les écarts des savoirs cernés durant les ateliers grâce à l'élaboration et à la publication d'une série de documents d'orientation sur les SFN dans un contexte de zones urbaines et périurbaines en Amérique du Nord. Le présent document fait partie d'une série de documents d'orientation. Cette série est à consulter dans son ensemble et comprend les documents suivants :

- Avantages connexes (le présent document)
- Adaptation des infrastructures existantes
- Suivi de l'efficacité
- Suivi de l'efficacité : méthodes et indicateurs proposés

Remerciements

Nous remercions toutes les personnes qui ont participé à divers titres à la série d'ateliers de la CCE consacrés aux solutions fondées sur la nature pour gérer les risques d'inondation côtière dans les collectivités d'Amérique du Nord.

Le présent rapport a été préparé par les personnes suivantes :

- Brianna Lunardi, scientifique de l'environnement, DHI
- Jessica Wilson, gestionnaire de projet et ingénieure des travaux maritimes, DHI
- Eleanor Simpson, scientifique principale de l'environnement, DHI
- Christian Appendini, conseiller externe, DHI, et professeur à l'Université nationale autonome du Mexique (UNAM)
- Danker Kolijn, responsable des solutions marines et côtières (Amériques), DHI
- Tom Foster, vice-président, solutions marines et côtières (Amériques et Pacifique), DHI

Merci aux spécialistes de DHI qui ont participé, en octobre 2022, à un atelier interne sur la détermination et l'estimation des avantages connexes, et leurs obstacles et possibilités :

- Ben Tuckey, responsable des solutions marines et côtières (Nouvelle-Zélande), DHI
- Siti Maryam Yaakub, consultante principale en environnement (Singapour), DHI
- George Foulsham, directeur, environnement marin et côtier, DHI

Nous remercions tout spécialement le comité directeur de la CCE, qui a fourni de précieux conseils tout au long du projet :

- John Sommerville et Mary-Ann Wilson, Ressources naturelles Canada
- Laurence Forget-Dionne, Pierre Huns, Catherine Lafleur et Annette Morand, Infrastructure Canada
- Enda Murphy, Conseil national de recherches du Canada
- Gloria Cuevas Guillaumin et Martha Niño Sulkowska, *Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales* (SEMARNAT, ministère de l'Environnement et des Ressources naturelles)
- Pedro Joaquín Gutiérrez et Maxime Le Bail, *Procuraduría Federal de Protección al Ambiente* (PROFEPA, Bureau du procureur fédéral chargé de la protection de l'environnement)
- Leonel Álvarez Balderas, Isabel Selene Benítez Ávila et Juan Domingo Izabal Martínez, *Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático* (INECC, Institut national de l'écologie et des changements climatiques)
- Trisha Bergmann, *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA, Administration océanique et atmosphérique nationale)
- Julien Katchinoff, *United States Department of State* (département d'État des États-Unis)

1 Introduction

Les régions côtières sont riches en avantages pour leur population – activités récréatives, climat doux, accès à la nature et aux ressources marines et possibilités sur le plan économique. Il n'est donc pas surprenant que le tiers de la population nord-américaine réside dans une région côtière, où l'on trouve une forte concentration de centres urbains (Manson, 2005; NOAA, 2013; Sevilla et coll., 2019). Or, bon nombre de ces régions sont exposées à d'importants risques d'inondation côtière qui génèrent d'énormes coûts sur le plan social, environnemental et économique. Par exemple, lorsque l'ouragan Ida a touché terre aux États-Unis le 29 août 2021, il a déplacé plusieurs milliers de personnes et causé la mort de 87 individus et de près de 80 milliards de dollars US de dommages (Beven et coll., 2022). Cet ouragan a entraîné le rejet d'huiles et de substances chimiques toxiques dans la nature, mais on ne connaît pas encore la pleine portée des conséquences écologiques imputables à ce seul événement. Plus récemment, le 24 septembre 2022, l'ouragan Fiona a frappé le Canada atlantique. Cet événement a causé pour plus de 800 millions de dollars canadiens de dommages assurés, et d'autres dommages incommensurables au littoral (Bureau d'assurance du Canada, 2023). Le 28 septembre 2022, l'ouragan Ian a lui aussi touché terre en Floride pour devenir l'une des tempêtes les plus dévastatrices de l'histoire récente des États-Unis : 134 décès et l'évacuation de 2,5 millions de personnes habitant la Floride (The Free Press, 2022; Livingston, 2022). On estime que les pertes pour la production agricole et les infrastructures se sont élevées à 1,2 milliard et à 1,9 milliard de dollars américains respectivement (Florida Department of Agriculture and Consumer Services, 2022). On prévoit que ces tempêtes catastrophiques, ainsi que leurs effets, vont gagner en fréquence et en intensité à mesure que le climat continuera de changer (GIEC, 2022).

La gestion des risques d'inondation (GRI) est évidemment nécessaire dans les régions côtières densément peuplées. Les systèmes habituels de GRI côtière s'appuient sur des techniques d'ingénierie grises qui comportent habituellement la construction de structures renforcées avec des matériaux artificiels (béton, acier, etc.) et négligent ou sous-estiment souvent les valeurs et besoins environnementaux, sociaux et économiques (Bridges et coll., 2021). Ces techniques grises ont souvent des incidences socioéconomiques imprévues, peuvent subir des défaillances catastrophiques et entraînent fréquemment la dégradation ou la disparition d'écosystèmes naturels. De leur côté, les solutions fondées sur la nature (SFN) servent à atténuer les risques d'inondation grâce à une utilisation éclairée des systèmes et des processus naturels, tout en valorisant de façon explicite les avantages connexes sur le plan environnemental, social et économique (Bridges et coll., 2021; Shiao et coll., 2020).

On doit reconnaître que l'inclusion des avantages connexes dans la planification de projet fait que tous les projets ont des incidences qui dépassent l'objectif premier de la GRI, et accorde une valeur explicite à celles-ci. Les avantages connexes potentiels des SFN sont un important facteur de leur adoption aux fins de GRI dans les collectivités côtières. Toutefois, un manque de données tout comme des obstacles touchant l'estimation, la réalisation et l'exploitation efficace des avantages connexes limitent l'adoption et la mise en œuvre des SFN.

Le présent document encourage les collectivités côtières à adopter les SFN en fournissant aux responsables des renseignements pratiques et des outils sur les avantages connexes des SFN, et en abordant plusieurs lacunes dans les données et obstacles connus. Il fait partie d'une série de documents préparée par DHI Water and Environment Inc. (DHI) pour le compte de la Commission de coopération environnementale (CCE). Cette série est à consulter dans son ensemble et comprend les documents suivants :

- Avantages connexes (le présent document)
- Adaptation des infrastructures existantes

- Suivi de l'efficacité
- Suivi de l'efficacité : méthodes et indicateurs proposés

1.1 Objectifs et portée

DHI a organisé une série d'ateliers intersectoriels au printemps de 2022, dans le cadre d'un projet en cours de la CCE afin de soutenir la mise en œuvre plus vaste des SFN pour gérer les risques d'inondation côtière dans les collectivités nord-américaines (DHI, 2022). Cette série d'ateliers comprenait sept séances qui ont réuni 95 spécialistes du Canada, du Mexique et des États-Unis. Deux de ces séances portaient précisément sur les avantages connexes des SFN. Durant celles-ci, les personnes participantes ont présenté des idées et cerné les lacunes dans les données, les possibilités et les obstacles liés aux avantages connexes.

Le présent document examine les lacunes dans les données et les obstacles relevés durant les ateliers, résume l'information existante et fournit des outils pratiques pour déterminer, évaluer et réaliser les avantages connexes des SFN employées afin de gérer les risques d'inondation dans les collectivités côtières. Il fait partie d'un ensemble de documents d'orientation élaborés pour aider les responsables à mettre en œuvre les SFN pour gérer les risques d'inondation côtière en Amérique du Nord.

Plus précisément, le présent document vise à :

- fournir un résumé détaillé des avantages connexes potentiels sur le plan social, environnemental et économique dans le contexte nord-américain;
- fournir aux différentes parties prenantes une ressource qui résume les avantages des projets SFN;
- fournir des outils pour déterminer, estimer et comparer les avantages connexes afin d'appuyer la prise de décisions;
- fournir des exemples concrets d'avantages connexes et les quantifier par des études de cas;
- dans la mesure du possible, combler les lacunes et écarter les obstacles relevés durant la série d'ateliers intersectoriels.

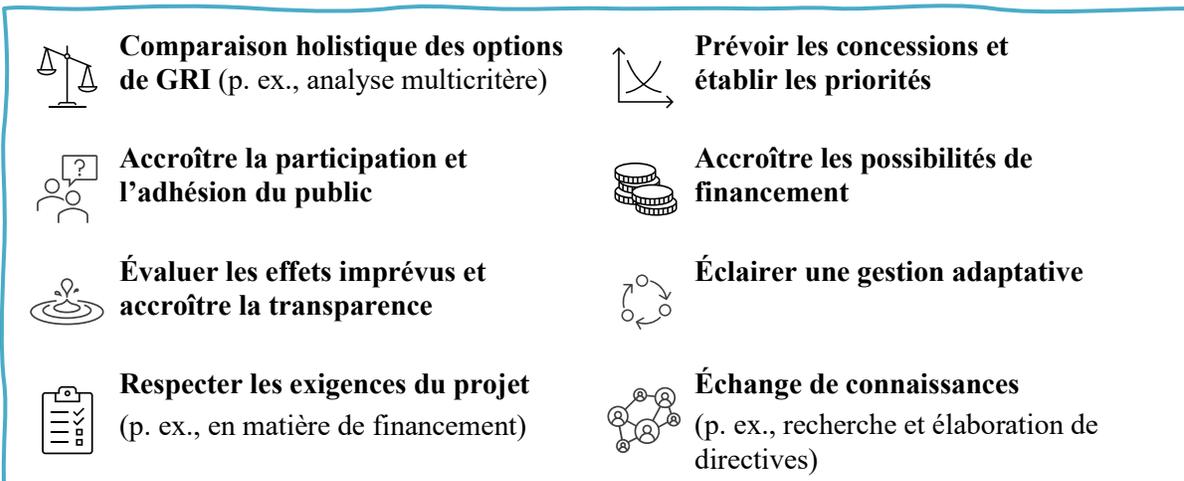
Le présent document vise à fournir des données probantes et des outils pour soutenir les personnes jouant un rôle décisionnel dans la mise en œuvre plus vaste des SFN afin de gérer les risques d'inondation dans les collectivités côtières. Il offre des conseils pour aider les responsables à prendre des décisions à toutes les étapes du projet, de la conceptualisation à la conception et à l'exploitation. Le document ne se veut pas un guide technique détaillé et ne présente pas d'examen exhaustif d'une documentation de plus en plus abondante sur les SFN.

D'autres lectures et documents clés sur les avantages connexes des SFN sont identifiés dans la section 1.4 du présent document.

1.2 Valeur de l'analyse des avantages connexes

Les avantages connexes sont les avantages secondaires – autres que les avantages principaux de la GRI – que procure un projet. En général, la prise de décisions relatives aux solutions de GRI conventionnelles repose presque entièrement sur l'analyse des coûts directs du projet et des indicateurs de performance de la GRI. Pourtant, l'évaluation des avantages connexes pourrait considérablement améliorer les résultats du projet et appuyer la prise de décisions. L'encadré 1 résume les activités susceptibles de bénéficier de l'analyse des avantages connexes des SFN.

Encadré 1 – Activités pour lesquelles l'analyse des avantages connexes des SFN serait avantageuse ou nécessaire



Au début des étapes de cadrage et de planification d'un projet, l'évaluation des avantages connexes permet une comparaison holistique des avantages générés par de nombreuses options de GRI, de maximiser les résultats du projet et de répondre aux besoins des membres de la collectivité et des parties prenantes. L'évaluation des avantages connexes permet en outre à l'équipe de projet de prévoir les concessions entre les avantages potentiels et les priorités établies. Le chapitre 3 présente plus en détail le processus d'évaluation des avantages connexes.

Il est important de noter que l'analyse des avantages connexes permet à l'équipe de projeter des avantages potentiels à partir de données probantes, ce qui peut accroître l'acceptation par le public et fournir un levier pour obtenir du financement pour le projet.

L'analyse des avantages connexes potentiels au début du projet permet également de planifier de futures évaluations de la performance et établit des conditions de base auxquelles on peut comparer les avantages connexes mesurés. Ainsi, l'évaluation des avantages connexes sur toute la durée du projet garantit l'atteinte des objectifs (p. ex., assurer la conformité et accroître l'obligation de rendre des comptes) et informe les activités de gestion adaptative. Le chapitre 5 traite de la gestion adaptative des avantages connexes.

La mesure des avantages connexes et le partage de connaissances peuvent fournir un éclairage nouveau sur le fonctionnement des SFN et leurs avantages et ainsi soutenir de nouveaux guides techniques relatifs aux SFN. De plus, le partage de connaissances pourrait permettre la modification de politiques fondée sur des données probantes et améliorer l'adoption globale des SFN.

Concrètement, il faut lier la portée et l'ampleur des activités d'évaluation des avantages connexes aux besoins globaux, aux risques et aux limites de financement du projet. La valeur de toute analyse des avantages connexes dépendra donc des détails particuliers du projet et du type de SFN. Le chapitre 4 explique les méthodes pour estimer les avantages connexes.

1.3 Obstacles connus à la réalisation des avantages connexes

L'encadré 2 résume et décrit les obstacles relevés durant la série d'ateliers de la CCE sur les SFN (DHI, 2022) concernant la réalisation (c.-à-d. tirer parti et prendre conscience) des avantages connexes.

Encadré 2 – Obstacles à la réalisation des avantages connexes des SFN

Type d'obstacle		Priorité (présent rapport)			
	Social/comportemental <ul style="list-style-type: none"> • Connaissances compartimentées ou absentes des avantages connexes potentiels pour le public • Intégration insuffisante des connaissances traditionnelles, autochtones et locales • Manque d'acceptation des concessions à faire (promesses irréalistes) • Incertitude ou risque perçu quant à la réalisation des avantages • Manque de responsabilisation relativement aux conséquences imprévues • Incertitude ou risque quant à la réalisation des avantages connexes des projets de longue haleine qui nécessiteront des investissements continus 	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>			
		Technique <ul style="list-style-type: none"> • L'absence de consignes pour la planification de projets (applicables à des projets de tailles, de budgets et de localisations différents). • Absence de guide technique détaillé pour estimer les avantages connexes (quantitatifs et qualitatifs) • Absence d'un cadre définitif pour estimer, prioriser et faire le suivi des avantages connexes • Absence de directives précises pour faire le suivi des avantages connexes • Absence d'études de cas et d'inventaires à jour et utilisables (qui comportent les succès comme les échecs) • Doutes quant aux outils de prévision des comportements à long terme • Manque de spécialistes ayant reçu une formation adéquate • Nécessité de faire appel à des spécialistes de toutes les disciplines (p. ex., des sciences sociales) 	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
			Environnemental <ul style="list-style-type: none"> • Variabilité saisonnière et à long terme des systèmes naturels • Effets à court et à long terme des changements climatiques sur les systèmes naturels • Résilience variable aux répercussions des changements climatiques 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
				Institutionnel <ul style="list-style-type: none"> • Méconnaissance par les gouvernements des avantages connexes des SFN • Manque de considération pour l'estimation des avantages connexes dans le cadre d'approbations réglementaires • Manque de financement à toutes les phases du projet, notamment d'incitations fiscales (planification, conception, exploitation, suivi et gestion adaptative) • Priorisation des méthodes conventionnelles (grises) de protection contre les inondations pour obtenir du financement et des autorisations réglementaires • Priorisation des horizons à court terme pour réaliser les avantages 	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Source : adapté des obstacles relevés durant la série d'ateliers intersectoriels sur les SFN, organisée par DHI pour le compte de la CCE au printemps de 2022.

La nécessité de faire appel à un personnel professionnel compétent dans diverses disciplines constitue l'un des principaux obstacles à l'évaluation des avantages connexes. Cette exigence pose des

difficultés logistiques et budgétaires, en particulier aux étapes liminaires d'un projet. Il semble y avoir une ambiguïté sur qui doit être impliqué, à quelle étape, et pour quelles activités.

Il semble également manquer de conseils techniques sur l'estimation des avantages connexes, en particulier en ce qui concerne des projets aux emplacements, aux budgets et de taille très variés (Brill et coll., 2021). Quelques spécialistes estiment que le manque de cadres d'estimation, de directives de suivi et d'études de cas à jour constitue un obstacle majeur à l'évaluation et à la réalisation des avantages connexes.

De plus, certains spécialistes ont remarqué l'absence de méthodes normalisées pour faciliter la détermination, la mesure et l'estimation des avantages connexes, y compris l'analyse de données historiques et l'estimation d'éléments immatériels (c.-à-d. des avantages connexes non économiques ou qualitatifs). L'absence d'une certaine normalisation en matière de détermination, de mesure et d'estimation des avantages connexes complique l'analyse des options existantes et la comparaison des avantages connexes d'un projet à l'autre, ce qui peut soulever une grande incertitude. Bien qu'il existe de nombreuses méthodes de détermination et d'estimation des avantages, il n'existe aucune approche « universelle », et il faut se rappeler que la valeur accordée à la nature et aux actifs naturels varie d'une culture et d'une région à l'autre; il est donc difficile d'établir de façon définitive et universelle la valeur de la nature (IPBES, 2022). L'ampleur des résultats potentiels et les ressources requises pour réaliser des avantages connexes peuvent être mieux compris lorsqu'il existe plusieurs données historiques et études de cas à examiner et à évaluer.

Les spécialistes ont également noté que les obstacles institutionnels compliquent énormément l'intégration de l'évaluation des avantages connexes dans les projets. Ces obstacles sont entre autres une mauvaise compréhension ou un manque de considération des avantages dans la réglementation, une priorisation des bénéfices à court terme, ainsi qu'une tendance à privilégier les approches structurelles habituelles (grises) de la GRI. Ces obstacles sont encore amplifiés par un manque de financement pour soutenir l'évaluation des avantages connexes tout au long du cycle de vie du projet, y compris durant le suivi à long terme et la gestion adaptative. Un grand nombre de personnes qui prennent les décisions et celles qui accordent des financements ignorent les avantages potentiels des SFN ou n'accordent pas de grande valeur aux avantages sur le plan social et environnemental, et hésitent ainsi à financer ces projets (Brill et coll., 2021).

Le présent rapport vise, dans la mesure du possible, à combler plusieurs de ces lacunes dans les données et à écarter ces obstacles (décrits dans l'encadré 2), ou du moins à déterminer des méthodes pour y arriver par d'autres moyens (voir le chapitre 6). Les obstacles dont traite ce rapport sont de nature sociale/comportementale, technique et institutionnelle; ils peuvent être retirés (en partie) par la diffusion de données, de connaissances ou de conseils additionnels. Les obstacles pour lesquels des mesures additionnelles de la part de responsables s'imposent (comme la création de sources de financement et d'autres outils stratégiques) ne sont pas abordés dans ce document.

Des rapports connexes, intitulés *Adaptation des infrastructures existantes* et *Suivi de l'efficacité*, décrivent d'autres lacunes dans les données et d'autres obstacles touchant la modernisation des infrastructures existantes, à l'aide de SFN et d'un suivi de l'efficacité de ces SFN.

1.4 Lectures complémentaires

De nombreuses publications ont été examinées et citées en référence afin de préparer le présent rapport. Ces documents, de même que la série d'ateliers de la CCE sur les SFN, ont été utilisés pour élaborer les considérations, les conseils et les processus et énoncés du rapport. Les principaux documents de référence, énumérés ci-dessous, peuvent être consultés pour avoir de plus amples renseignements et des conseils techniques.

- *Use of Natural and Nature-Based Features (NNBF) for Coastal Resilience*, United States Army Corps of Engineers (USACE) (Bridges et coll., 2015) 
- *A Guide to Assessing Infrastructure Costs and Benefits for Flood Reduction*, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (Eastern Research Group, 2015) 
- *A framework for assessing and implementing the co-benefits of nature-based solutions in urban areas* (Raymond et coll., 2017) 
- *A Framework for Assessing Benefits of Implemented Nature-Based Solutions* (Watkin et coll., 2019) 
- *Incorporating Multiple Benefits into Water Projects: A Guide for Water Managers*, Pacific Institute (Diringer et coll., 2020) 
- *Benefit Accounting of Nature-Based Solutions for Watersheds: Guide*, United Nations CEO Water Mandate and Pacific Institute (Brill et coll., 2021) 
- *International Guidelines on Natural and Nature-Based Features for Flood Risk Management*, USACE (Bridges et coll., 2021) 
- *Quantifying co-benefits and disbenefits of Nature-based Solutions targeting Disaster Risk Reduction* (Ommer et coll., 2022) 
- *Managing Natural Assets to Increase Coastal Resilience, Guidance Document for Municipalities* (MNAI, 2021a) 

2 Types d'avantages connexes

Le présent chapitre décrit les grandes catégories d'avantages de la GRI et d'avantages connexes que génèrent les projets SFN. Des exemples de ces avantages potentiels sont aussi donnés.

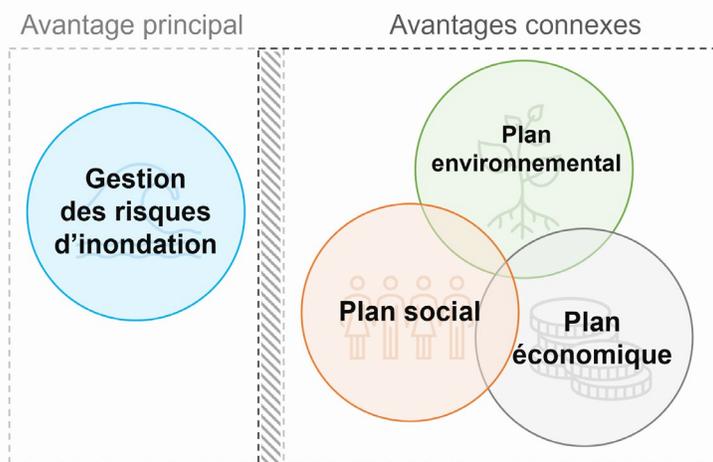
2.1 Aperçu

Les avantages que génèrent les SFN comprennent à la fois les principaux avantages de la GRI et les avantages connexes secondaires. En général, on peut répartir ces avantages dans les quatre catégories interreliées suivantes (Bridges et coll., 2021; Shiao et coll., 2020), illustrées à la figure 1 :

- gestion des risques d'inondation;
- plan environnemental;
- plan social;
- plan économique.

Ces quatre catégories sont dynamiques et interreliées. Un important chevauchement existe dans chacune d'elles entre les avantages de la GRI et les avantages connexes. En pratique, la mise en œuvre stratégique de certains avantages connexes pourrait entraîner des changements et avoir des effets (potentiellement inattendus) additionnels sur un système et entraîner soit des synergies, soit des concessions entre avantages connexes (voir la section 3.5). Il est donc important de reconnaître et de prendre en compte l'interrelation des avantages connexes aux stades de la conception et de la mise en œuvre d'un projet.

Figure 1 – Principaux avantages de la GRI et avantages connexes secondaires sur le plan environnemental, social et économique



Les sections suivantes résument les avantages connexes potentiels qu'on peut obtenir grâce à un projet SFN. Ces avantages connexes peuvent soutenir la détermination globale des avantages connexes potentiels d'un projet donné (voir la section 3.3) ainsi que le processus de communication de ces avantages aux parties prenantes et à l'équipe de projet. Comme les avantages des SFN chevauchent souvent plusieurs catégories (à divers degrés), nous précisons aussi la catégorie et l'importance de chaque avantage.

Les listes d'avantages connexes potentiels sont fournies à titre indicatif et ne sont pas exclusives. La détermination des avantages connexes et de leur valeur doit se faire projet par projet, en prenant en considération les objectifs du projet, les besoins de la collectivité, l'état du site et avec la participation des parties prenantes concernées.

Certains projets ne s'attardent que sur certains des avantages connexes potentiels indiqués, ou encore ne les priorisent pas ou les réalisent partiellement. Certains projets peuvent inclure d'autres avantages connexes, en plus de ceux qui sont indiqués. Le chapitre 3 décrit en détail la façon de déterminer, d'estimer et de comparer les avantages connexes. L'étude de cas 1 présente un exemple détaillé des principaux avantages de la GRI et des avantages connexes secondaires sur le plan environnemental, social et économique générés par un projet de restauration des mangroves à San Crisanto, au Mexique.

2.2 Gestion des risques d'inondation

Tous les projets de GRI ont pour objectif premier de réduire ou d'atténuer les risques d'inondation. Le tableau 1 indique les avantages directs potentiels de ces projets.

Si les avantages de la GRI ne sont pas l'objet premier du présent rapport, nous les décrivons néanmoins compte tenu de leur pertinence et de leur interrelation avec les avantages connexes. On observe en effet d'importants chevauchements entre les avantages et les avantages connexes de la GRI. Par exemple, en réduisant le niveau maximal de l'eau calme durant une inondation, on peut réaliser de nombreux avantages connexes sur le plan environnemental (p. ex., qualité des eaux de surface), social (p. ex., bien-être grâce à un plus grand sentiment de sécurité) et économique (p. ex., augmentation de la valeur des propriétés).

Tableau 1 – Exemples d'avantages de la gestion des risques d'inondation

Catégorie				Avantages potentiels de la GRI
GRI	Envir.	Social	Écon.	
●	●	●	●	Réduction du niveau maximal de l'eau calme
●	○	●	●	Réduction de l'action des vagues (débordement)
●	●	●	●	Vitesses d'inondation réduites ou détournées
●	●	●	●	Réduction de la durée de l'inondation
●	○	●	●	Performance résiduelle à la suite d'une inondation
●	○	●	●	Résilience ou plans d'urgence en cas de défaillance
●	●	●	●	Protection contre l'érosion
●	●	●	●	Amélioration de l'apport en sédiments ou de leur rétention
● Avantage optimal ● Avantage relatif ● Avantage mineur ○ Aucun avantage				

Source : adapté de Brill et coll. (2021, 20)

Étude de cas 1 – Restauration des mangroves à San Crisanto

Restauration des mangroves à San Crisanto : Intégration des avantages connexes dès le départ

San Crisanto (Yucatán)
Mexique

La collectivité de San Crisanto se trouve sur une terre communale (*ejido*) gérée collectivement par 150 familles locales, dans la municipalité de Sinanché, dans l'État du Yucatán, à 50 km à l'est de Progreso. En 1995, les ouragans Opal et Roxanne ont frappé la région du Yucatán et endommagé les forêts de mangroves, ce qui a entraîné de graves inondations à San Crisanto.

En 2001, en collaboration avec la Fondation de San Crisanto, l'*ejido* a mis sur pied un programme de développement durable qui vise principalement à restaurer les mangroves, à accroître la biodiversité et à réduire les risques d'inondation (PNUD, 2012). Ce programme avait pour objectif de réduire les risques d'inondation tout en priorisant les avantages connexes sur le plan environnemental.

Grâce à ce programme, la région est aujourd'hui officiellement inscrite en tant qu'« unité de gestion et de conservation de la faune », et 60 % des mangroves détruites par l'ouragan Isidore en 2002 ont été restaurées (PNUD, 2012; SFNI, 2022). Cette restauration a amélioré la qualité de l'eau, a accru la population de poissons d'eau douce, de crevettes, de crocodiles et d'oiseaux migrateurs et endémiques, et amélioré le drainage et la protection contre les inondations causées par de futures tempêtes (PNUD, 2012).

Ce projet a également généré d'importants avantages socioéconomiques : le tourisme a bénéficié de la restauration des voies navigables et des cenotes, des excursions en embarcations à fond plat sont désormais offertes dans les mangroves, des jeunes ont pris part activement aux activités de conservation, et 60 emplois ont été créés. En 2001, 90 % de la population de San Crisanto vivait sous le seuil de la pauvreté nationale; en 2010, 100 % de la population avait un revenu deux fois supérieur à la moyenne nationale (SFNI, 2022). Récemment, un avantage connexe additionnel, la séquestration du carbone dans les mangroves restaurées, a permis à San Crisanto d'échanger les premiers crédits de carbone du Mexique sur le marché international (Godoy, 2022).

De plus amples renseignements se trouvent à l'adresse : <<https://sgp.undp.org/ressources-155/award-winning-projets/393-san-crisanto-foundati0n/file.html>>

Figure 2 – Suivi par virées des mangroves restaurées à San Crisanto



Source : Fondation San Crisanto, Nature4Climate, 2022

2.3 Avantages connexes sur le plan environnemental

Le tableau 2 indique plusieurs avantages connexes potentiels de projets de GRI sur le plan environnemental. La liste n'est pas exhaustive, et des avantages connexes additionnels de ce type peuvent être déterminés projet par projet (voir la section 3.3).

Comme pour tous les avantages connexes, il peut y avoir des interactions positives, ou synergies, entre les avantages connexes sur le plan environnemental (par exemple, la connectivité des habitats pourrait aussi bénéficier à l'abondance et à la diversité des espèces végétales indigènes). La plupart des avantages connexes listés ci-après offrent également des services écosystémiques à la population (p. ex., des avantages connexes sur le plan social ou économique). Par exemple, une accessibilité accrue aux habitats terrestres grâce aux espaces verts peut avoir des effets positifs sur la santé et le bien-être humains, la valeur des propriétés et le tourisme (Ommer et coll., 2022). Certains avantages connexes sur le plan environnemental peuvent aussi entraîner des effets négatifs ou des concessions, entre autres avantages connexes. Par exemple, les collectivités locales pourraient considérer comme nuisible l'augmentation du nombre de pollinisateurs locaux, pourtant favorable à la production agricole (Ommer et coll., 2022).

Il est souvent convenu que l'environnement naturel a lui aussi une valeur intrinsèque, peu importe les services qu'il offre à la population. Dans le cas de certains projets pour lesquels l'intendance et la restauration constituent les valeurs de base pour les parties prenantes, il convient de prendre en compte d'autres avantages connexes sur le plan environnemental qui ont une valeur intrinsèque (IPBES, 2022).

Tableau 2 – Exemples d'avantages connexes sur le plan environnemental

Catégorie				Avantages connexes potentiels sur le plan environnemental
GRI	Envir.	Social	Écon.	
				Qualité des eaux de surface
				Stockage des eaux de surface
				Qualité des eaux souterraines
				Recharge et stockage des eaux souterraines
				Santé du sol
				Disponibilité et qualité des habitats terrestres
				Disponibilité et qualité des habitats aquatiques
				Connectivité des habitats
				Abondance et diversité des espèces végétales indigènes
				Abondance et diversité des espèces animales indigènes
				Soutien aux pollinisateurs locaux
				Lutte naturelle contre les parasites
				Production de matières premières (naturelles)
				Réduction de la pollution (meilleure qualité de l'air)
				Réduction des émissions de carbone

				Séquestration du carbone
				Avantage optimal Avantage relatif Avantage mineur Aucun avantage

Sources : adapté des avantages connexes déterminés lors de la série d'ateliers intersectoriels sur les SFN organisés par DHI pour le compte de la CCE au printemps de 2022, d'un atelier interne avec les spécialistes de DHI à l'automne de 2022, par Brill et coll. (2021, 20) et par Ommer et coll. (2022, 2)

2.4 Avantages connexes sur le plan social

Le tableau 3 indique plusieurs avantages connexes potentiels sur le plan social. La liste n'est pas exhaustive, et des avantages connexes additionnels de ce type peuvent être déterminés projet par projet (voir la section 3.3). La mobilisation des membres de la communauté, de peuples autochtones, de groupes qui ont historiquement fait l'objet de discrimination ainsi que d'autres parties prenantes locales est importante pour définir les avantages connexes propres à un projet, en particulier les avantages sur le plan social qui influent directement sur la qualité de vie et le bien-être global des membres de la communauté.

Les avantages connexes sur le plan social sont étroitement liés à d'autres avantages connexes, et entraînent à la fois synergies et concessions. Par exemple, réduire la pauvreté génère des avantages pour le bien-être collectif et l'économie de la collectivité. Accroître le tourisme peut aussi entraîner la création de nouvelles entreprises et d'emplois, mais mener au surtourisme et à une hausse du prix des propriétés, ce qui aurait un effet négatif sur l'accès à la propriété et augmenterait les taxes foncières (Ommer et coll., 2022).

Tableau 3 – Exemples d'avantages connexes sur le plan social

Catégorie				Avantages connexes potentiels sur le plan social
GRI	Envir.	Social	Écon.	
				Bien-être grâce à une plus grande sécurité/tranquillité d'esprit
				Bien-être grâce au lien avec les espaces verts et les systèmes naturels
				Espaces récréatifs et de rassemblement plus vastes
				Inclusion et équité
				Réduction de la pauvreté
				Amélioration de l'esthétique
				Réseaux de transport à faible impact
				Réduction du bruit
				Environnements culturels, religieux et spirituels
				Participation et intendance par les peuples autochtones
				Recherche de nourriture, cueillette et usages traditionnels
				Sécurité alimentaire
				Possibilités d'enseignement et d'apprentissage scientifiques
				Adaptation aux changements climatiques et atténuation de leurs effets

● Avantage optimal ● Avantage relatif ◐ Avantage mineur ○ Aucun avantage

Sources : adapté des avantages connexes relevés lors de la série d’ateliers intersectoriels sur les SFN organisés par DHI pour le compte de la CCE au printemps 2022, d’un atelier interne avec les spécialistes de DHI à l’automne 2022, de Brill et coll. (2021, 20) et d’Ommer et coll. (2022, 2).

2.5 Avantages connexes sur le plan économique

Le tableau 4 indique plusieurs avantages connexes potentiels sur le plan économique. La liste n’est pas exhaustive, et des avantages connexes additionnels de ce type peuvent être déterminés projet par projet (voir la section 3.3).

Il convient de noter que tous les avantages connexes sur le plan économique relevés entraînent aussi des avantages connexes sur le plan social, mais rarement d’importants avantages connexes sur le plan environnemental (même si ces derniers entraînent souvent des avantages connexes secondaires sur le plan économique). Par conséquent, prioriser les avantages connexes des SFN sur le plan économique pourrait entraîner des résultats négatifs (p. ex., concessions) pour l’environnement.

Tableau 4 – Exemples d’avantages connexes sur le plan économique

Catégorie				Avantages connexes potentiels sur le plan économique
GRI	Envir.	Social	Écon.	
◐	○	◐	●	Moins de dépenses en immobilisations
◐	○	◐	●	Réduction des coûts d’entretien (plus grande résilience)
◐	○	◐	●	Réduction des coûts pour les infrastructures adjacentes (pertes dues aux inondations évitées)
○	◐	◐	●	Possibilités d’écotourisme
○	◐	◐	●	Pêches
○	◐	◐	●	Production agricole
○	○	◐	●	Perspectives d’emploi
○	○	◐	●	Soutien à l’artisanat comme moyen de subsistance
○	○	◐	●	Augmentation de la valeur des terres/des propriétés
◐	◐	◐	●	Augmentation des recettes fiscales

● Avantage optimal ● Avantage relatif ◐ Avantage mineur ○ Aucun avantage

Sources : adapté des avantages connexes relevés lors de la série d’ateliers intersectoriels sur les SFN organisés par DHI pour le compte de la CCE au printemps 2022, d’un atelier interne avec les spécialistes de DHI à l’automne 2022, par Brill et coll. (2021, 20) et par Ommer et coll. (2022, 2).

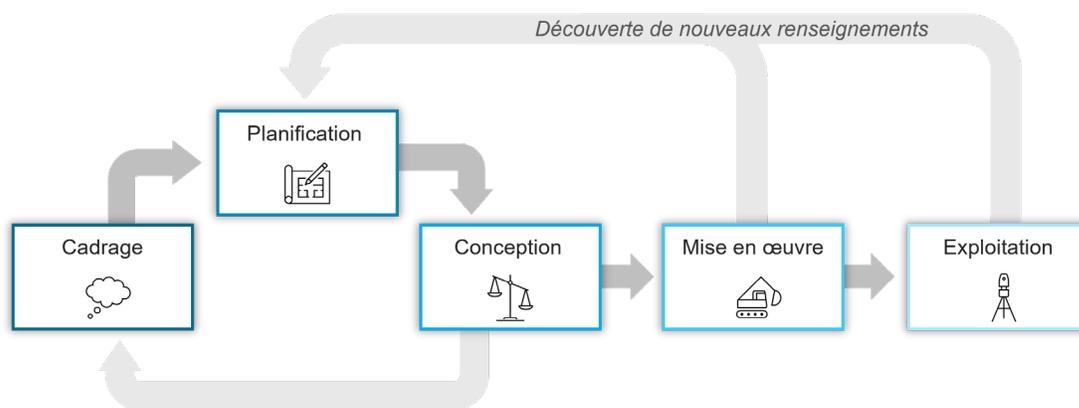
3 Outils d'aide à l'évaluation des avantages connexes et à la prise de décisions

Le présent chapitre donne un aperçu du processus global de mise en œuvre des SFN, décrit en détail le processus d'évaluation des avantages connexes et propose des cadres pour aider la prise de décision à chaque étape du processus. Il comprend des études de cas qui renforcent les concepts et idées clés.

3.1 Étapes des projets de mise en œuvre des SFN

Les cinq grandes étapes du processus d'élaboration d'un projet SFN sont : le cadrage, la planification, la conception, la mise en œuvre et l'exploitation (Bridges et coll., 2021, 209). Lors de la réalisation de projets de GRI conventionnels (gris), la détermination des avantages connexes est souvent reportée à la fin, voire négligée, et ils sont souvent relégués au second plan ou considérés comme un bénéfice secondaire découlant de l'objectif principal. En revanche, les avantages connexes sont un élément essentiel des SFN et doivent être pris en compte à toutes les étapes du projet.

Figure 3 – Cadre d'élaboration d'un projet SFN



Source : adapté de Bridges et coll., 2021, 209

L'étape de cadrage du projet est le moment de déterminer une grande variété d'objectifs et d'avantages connexes de la GRI. Cette activité doit être menée par un groupe diversifié de personnes et de groupes intéressés, y compris des parties prenantes, des groupes publics et privés, ainsi que des responsables (Bridges et coll., 2021, 62) (voir la section 3.3). Se fier à une seule organisation ou à un petit groupe de personnes risquerait de favoriser involontairement des objectifs précis du projet et d'en ignorer d'autres, potentiellement importants. Les parties prenantes pourraient aussi offrir de l'aide ou du financement aux étapes futures du projet.

Aux étapes de planification et de conception du projet, il convient de fréquemment réévaluer les avantages connexes potentiels pour qu'ils reflètent les changements dans la planification ou la conception (que nous décrirons plus loin à la section 3.4). Une comparaison des avantages connexes permettrait de comprendre les concessions du projet par rapport à ses objectifs globaux (que nous décrirons à la section 3.5).

À l'étape de mise en œuvre, le projet doit être structuré de sorte que les avantages et avantages connexes de la GRI se réalisent. Le suivi post-construction peut en fournir la confirmation rapide,

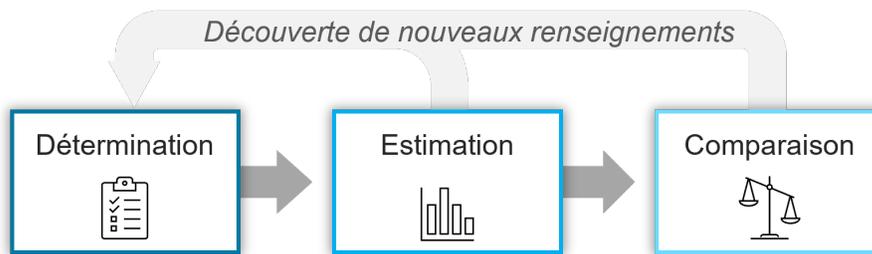
comme le décrit le document d'orientation connexe intitulé *Suivi de l'efficacité : méthodes et indicateurs proposés*.

C'est à l'étape d'exploitation qu'ont lieu le suivi et l'évaluation des avantages connexes. Si le projet ne génère pas les avantages et avantages connexes requis de la GRI, une gestion adaptative s'imposera, comme le décrit le document d'orientation susmentionné.

3.2 Processus d'évaluation des avantages connexes

Le processus type d'évaluation des avantages connexes comprend trois volets itératifs : la détermination, l'estimation et la comparaison (figure 4). Il doit commencer aux étapes liminaires d'un projet SFN et faire l'objet d'une évaluation à divers stades du cycle de vie du projet, comme décrit à la section 3.1.

Figure 4 – Cadre conceptuel d'évaluation des avantages connexes



La *détermination* des avantages connexes repose sur une compréhension globale d'un projet SFN de même que le contexte environnemental, social et économique du projet. Elle exige un dialogue avec les parties prenantes, les organismes gouvernementaux et les peuples autochtones, l'identification de spécialistes clés et une optique globale des défis et possibilités qui pourraient exister à l'échelle locale et régionale. La section 3.3 décrit plus en détail le processus de détermination des avantages connexes.

L'*estimation* est le processus par lequel on détermine la valeur potentielle d'un avantage connexe donné. Le terme « valeur » est parfois utilisé comme synonyme d'« avantage économique », en particulier lorsqu'on analyse les avantages connexes sur le plan économique. Toutefois, des éléments non économiques peuvent également procurer de la valeur, par l'intermédiaire d'autres services fournis à la société ou à l'environnement (voir l'étude de cas 2). Les méthodes d'estimation varieront en fonction des limites en matière de ressources (contraintes de financement, d'échéancier et d'expertise), et peuvent comprendre des techniques qualitatives et quantitatives. La section 3.4 décrit plus en détail le processus d'estimation des avantages connexes.

La *comparaison* consiste à évaluer les concessions et à prioriser certains avantages connexes pour appuyer la prise de décisions et la conception. On peut également comparer les avantages connexes associés à diverses options de conception pour justifier la sélection de la meilleure solution de rechange. La section 3.5 décrit plus en détail le processus de comparaison des avantages connexes.

Étude de cas 2 – Cadre d'adaptation à l'élévation du niveau de la mer dans la baie de San Francisco

Cadre d'adaptation à l'élévation du niveau de la mer dans la baie de San Francisco :

San Francisco
(Californie)
États-Unis

Détermination et estimation des avantages connexes des projets SFN

Point Blue Conservation Science (PBCS), le San Francisco Estuary Institute et le comté de Marin ont créé ensemble le *Sea Level Rise Adaptation Framework* en 2019. Ce cadre visait à permettre aux experts ainsi qu'aux autres gestionnaires responsables des côtes de déterminer, d'évaluer et de prioriser les stratégies d'adaptation afin de gérer les risques d'inondation et d'érosion côtières dans la baie de San Francisco, d'une manière qui prend en compte en toute transparence plusieurs avantages (PBCS et coll., 2019).

De nombreuses consultations auprès des principales parties prenantes ont eu lieu pour déterminer les avantages, les concessions et les options de SFN. Le cadre a ensuite servi à évaluer une série d'options de SFN à l'échelle de la région de la baie de San Francisco. Cette évaluation a été menée sur une base d'unité paysagère opérationnelle et a pris en compte la valeur d'une gamme d'avantages connexes associés aux différentes options de SFN (PBCS et coll., 2019).

Ces avantages comprennent :

Services de régulation : réduction de l'érosion, des ondes de tempête et des inondations, séquestration du carbone, filtration des eaux et régulation des parasites et maladies.

Services de soutien : soutien de la biodiversité et du cycle nutritif.

Services culturels et sociaux : activités récréatives et touristiques, éducation, esthétique, spiritualité et religion, patrimoine culturel et services aux collectivités défavorisées.

Services d'approvisionnement : nourriture et matières premières (PBCS et coll., 2019).

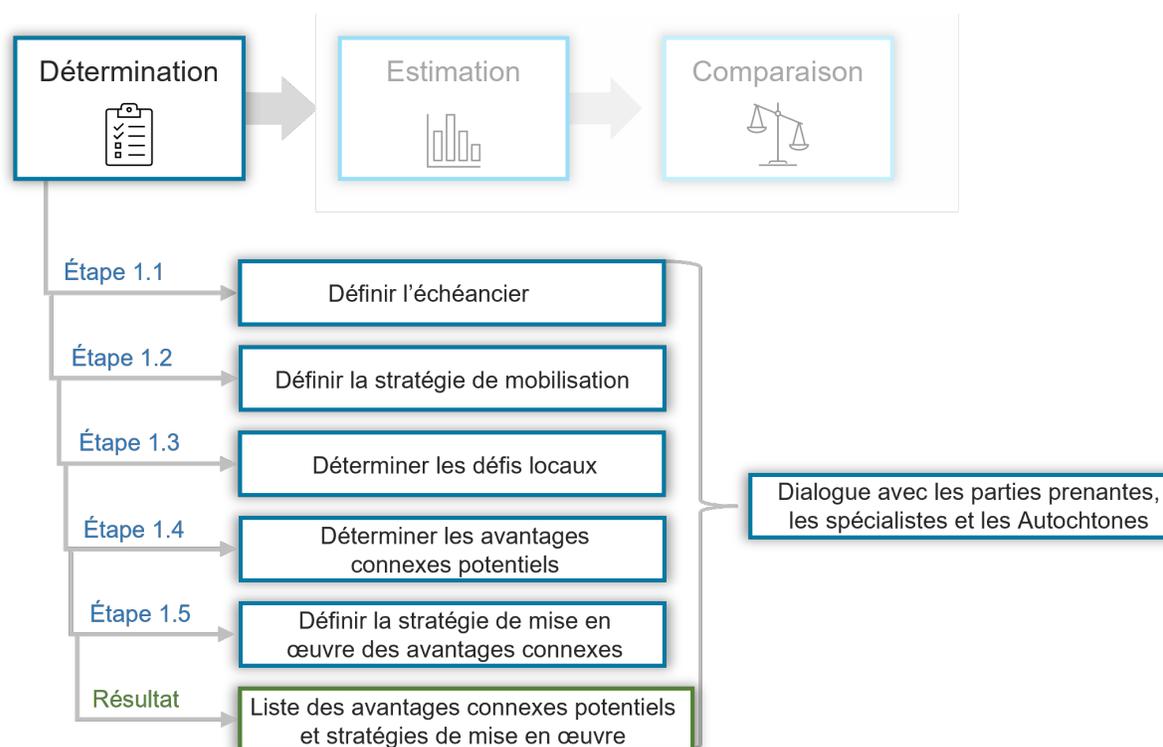
Lorsqu'on évalue les avantages connexes des différentes options de SFN, on ne leur attribue pas toujours une valeur pécuniaire. On examine plutôt les avantages de chaque option de SFN en fonction de l'ampleur des avantages en question. Par exemple, on a comparé la longueur d'un nouveau réseau de sentiers associé à chaque option de SFN, au lieu d'attribuer une valeur à la capacité récréative accrue de ce réseau de sentiers. On a aussi utilisé l'agrandissement de la zone de marais restaurée comme mesure plutôt que d'essayer de quantifier la valeur de ces marais (PBCS et coll., 2019).

3.3 Détermination des avantages connexes

Déterminer les avantages connexes potentiels permet à l'équipe de projet de saisir pleinement les conséquences possibles du projet et de développer sa capacité à découvrir davantage de solutions pouvant satisfaire plusieurs exigences (Bridges et coll., 2021, 108). Dans ce cas-ci, *conséquences* veut dire « effet marqué », ce qui inclut les résultats positifs (avantages ou synergies) et négatifs (c.-à-d. coûts ou concessions). Dans le cadre du processus de détermination, il est essentiel de ratisser large si l'on veut éviter de limiter les avantages connexes potentiels à une étape préliminaire (ce qui pourrait limiter involontairement l'intégration potentielle d'autres avantages connexes à mesure que progresse le projet). Il faut également souligner que, même si le présent rapport a catégorisé les avantages connexes comme des avantages sur le plan environnemental, social ou économique (voir le chapitre 2), ils sont souvent intra et interreliés, et les systèmes sur lesquels ils influent sont

dynamiques et évoluent constamment. La participation d'une grande variété de parties prenantes, des peuples autochtones et de spécialistes au processus de détermination garantit le respect de ces exigences. La figure 5 présente une approche de la détermination des avantages connexes qui incorpore ces concepts; toutefois, il faut reconnaître que chaque SFN est unique et varie fortement selon l'emplacement, les prévisions climatiques locales, la variabilité temporelle et spatiale, les ressources, le type de projet SFN, l'ampleur du projet et les besoins propres au site. Le processus d'évaluation doit donc servir de ligne directrice, et des modifications sont possibles afin d'atteindre les objectifs globaux du projet (PBCS, 2019, 32).

Figure 5 – Cadre conceptuel de la détermination des avantages connexes



3.3.1 Étape 1.1 : Définir l'échéancier

Il faut bien comprendre l'échéancier global du projet avant d'évaluer les avantages connexes et de mobiliser les parties prenantes. Un échéancier de projet bien pensé (incluant des étapes individuelles) prévoit suffisamment de temps et de travail pour évaluer les avantages connexes. Une bonne compréhension de l'échéancier global facilitera les étapes ultérieures du processus d'évaluation des avantages connexes (voir la section 3.4). De plus, on évitera les retards en s'assurant que l'échéancier du projet respecte les politiques et la réglementation locales, ainsi que les accords de financement.

3.3.2 Étape 1.2 : Définir la stratégie de mobilisation

L'élaboration d'une stratégie de mobilisation devrait se faire au début de l'étape de détermination. Cette stratégie doit absolument tenir compte des parties prenantes à mobiliser ainsi que du moment, de la fréquence et de la façon de le faire. Cette mobilisation doit être accessible, inclusive, équitable et positive pour donner des résultats optimaux (IDB et Acclimatise, 2020). De plus, la mobilisation

des parties prenantes devrait se poursuivre tout au long des étapes d'estimation et de comparaison du processus d'évaluation des avantages connexes. Il sera dès lors plus facile d'évaluer et de réévaluer les besoins de la collectivité, de l'environnement et de l'économie (Shiao et coll., 2020, 38). Le chapitre 3 du document *International Guidelines on Natural and Nature-based Features for Flood Risk Management* décrit plus en détail les stratégies de mobilisation (USACE, Dillard et coll., 2021).

Il est important de mobiliser un groupe diversifié de parties prenantes si l'on veut bien déterminer tous les avantages connexes potentiels et définir le moyen optimal de les réaliser. Les raisons pour lesquelles ce groupe s'engage dans ce projet peuvent différer en fonction de leur localisation géographique, de leur contexte historique, de leur secteur économique, ainsi que des enjeux et des défis sur les plans environnemental, social et économique (Shiao et coll., 2020, p. 14). Une variété de parties prenantes aura donc des perspectives, des objectifs et des intérêts différents (Bridges et coll., 2021, p. 715). L'article 3.3.6 décrit plus en détail qui le processus de mobilisation devrait viser. Certaines questions à poser aux parties prenantes potentielles afin de mieux comprendre leurs besoins, leurs objectifs et leurs intentions sont listées ci-dessous (Brill et coll., 2021).

- Quel type de SFN convient le mieux à vous ou à votre entreprise, et à quelle échelle géographique?
- Comment vos compétences et objectifs s'harmonisent-ils avec le projet proposé?
- Quels défis la collectivité doit-elle relever (sur le plan économique, social ou environnemental)?
- Quel type de SFN serait le plus avantageux pour vous ou votre entreprise?
- Y a-t-il d'autres possibilités de synergies?
- Combien de temps pouvez-vous consacrer au projet?
- Souhaitez-vous contribuer au financement du projet?

3.3.3 Étape 1.3 : Déterminer les défis locaux

Éclairée par le processus de mobilisation, l'équipe de projet devrait déterminer les défis sur le plan environnemental, social et économique qui touchent l'emplacement précis du projet. Ils peuvent varier énormément selon la géographie, l'état de l'environnement, les besoins sociaux, la structure et les lois gouvernementales, et d'autres problèmes préexistants. Le tableau 5 donne des exemples (non exclusifs) de défis potentiels liés à l'emplacement du projet.

Tableau 5 – Exemples de défis liés aux risques d'inondation et de nature environnementale, sociale et économique

Risque d'inondation	Environnemental	Social	Économique
Érosion ou sédimentation	Qualité/stockage de l'eau/approvisionnement en eau	Manque d'éducation du public	Pauvreté et manque de logements abordables
Catastrophes naturelles	Qualité de l'air	Pollution sonore	Taxes élevées
Élévation du niveau de la mer	Fertilité/santé des sols	Pollution lumineuse	Coût de l'énergie élevé
	Changements climatiques	Santé physique de l'être humain	Faible valeur des propriétés
	Séquestration du carbone	Santé mentale de l'être humain	Faible activité touristique

	Santé/perte des habitats	Manque d'espaces extérieurs	Taux de chômage élevé
	Perte/densité de la biodiversité	Manque d'espaces récréatifs	Faible production agricole
	Réglementation environnementale	Manque d'urbanisation durable	Développement urbain minimal

3.3.4 Étape 1.4 : Déterminer les avantages connexes potentiels

À cette étape, l'équipe de projet devrait dresser une liste complète des avantages connexes potentiels à inclure dans le projet SFN. À ce stade, la liste des avantages connexes potentiels devrait être vaste, et l'équipe de projet ne devrait pas chercher à restreindre ces avantages en imposant des limites au projet. Cette liste devrait être éclairée par la rétroaction obtenue durant le processus de mobilisation et les défis propres à l'emplacement. Les avantages connexes ainsi établis devraient atténuer les défis connus et refléter les besoins de la collectivité. Il pourrait aussi être utile de catégoriser chaque avantage connexe comme étant environnemental, social ou économique afin d'assurer la prise en compte de l'ensemble des défis et besoins.

3.3.5 Étape 1.5 : Définir la stratégie de mise en œuvre des avantages connexes

Comme dernière étape du volet Détermination du processus d'évaluation des avantages connexes, l'équipe de projet doit définir une stratégie de mise en œuvre du projet pour obtenir les avantages connexes visés. Cette stratégie doit définir les actions ou les éléments clés nécessaires pour réaliser chaque avantage connexe. Voici les questions qu'il faut poser durant ce processus :

- Quel type de solution envisage-t-on?
- Quelles particularités techniques ou actions pourrait-on inclure pour obtenir chaque avantage connexe?
- Est-ce qu'une de ces particularités techniques ou actions va nuire à un autre avantage connexe (p. ex., en nécessitant des concessions)?
- Quelles sont les limites en matière d'échéancier, de financement et de ressources liées à la particularité technique ou à la mesure?
- Compte tenu des limites, est-il possible d'inclure les particularités techniques ou actions nécessaires pour obtenir l'avantage connexe?
- Compte tenu des objectifs du projet et des besoins des parties prenantes, est-il important d'inclure l'avantage connexe?

Aux étapes de cadrage et de planification du projet (voir la figure 3), la stratégie de mise en œuvre sera largement conceptuelle. À ce stade, chaque avantage connexe cerné devrait être lié à une particularité technique ou à une action. L'équipe de conception peut réduire la vaste liste des avantages connexes de manière à inclure uniquement ceux qu'on peut raisonnablement obtenir ou qui sont très importants, compte tenu des objectifs du projet et des besoins des parties prenantes. Ces mesures permettront de respecter le calendrier et le budget du projet. Il convient de retirer les avantages connexes qui ont peu de valeur ou dont la réalisation est impossible dans le projet. C'est là une étape critique pour déterminer la priorité des avantages connexes propres au projet, décrite en détail à l'étape 3.2 (voir l'article 3.5.2.). Aux étapes liminaires d'un projet, il arrive que l'équipe de projet examine plus d'une option de GRI; dans pareil cas, une stratégie de mise en œuvre des avantages connexes s'impose pour chaque option à l'étude, et on doit suivre le processus d'évaluation jusqu'à la dernière étape du volet Comparaison (voir l'article 3.5.3).

À mesure que progresse le projet et que se précise la stratégie globale de conception et de mise en œuvre des SFN, une révision du processus de détermination des avantages connexes s’impose afin de s’assurer que tous les avantages connexes potentiels ont été déterminés. Les particularités techniques ou actions requises pour obtenir chaque avantage connexe devraient aussi être mieux définies et comporter moins d’incertitude. La figure 6 montre comment l’apport de nouveaux renseignements peut influencer sur la détermination des avantages connexes et la stratégie de mise en œuvre.

Figure 6 – Exemple hypothétique d’évolution d’une stratégie de mise en œuvre des avantages connexes à mesure que le projet passe des étapes liminaires (cadrage et planification) aux étapes ultérieures (conception et mise en œuvre)

Défi	Cible/avantages connexes potentiels	Éléments techniques ou actions
Peu d’espaces publics près du rivage	Plus d’espaces verts publics Meilleur accès à la zone intertidale	S’engager à acheter des terres pour créer des parcs Intégrer des sentiers et des bancs dans le concept Planter de la végétation indigène pour des jardins verts Incorporer des pentes douces qui facilitent l’accès au rivage
<p>Étape liminaire (cadrage et planification)</p> <p>↓</p> <p>Étape ultérieure (conception et mise en œuvre)</p>		
Défi	Cible/avantages connexes potentiels	Éléments techniques ou actions
Peu d’espaces publics près du rivage	<ul style="list-style-type: none"> ✔ Plus d’accès du public aux espaces verts ✘ Meilleur accès à la zone intertidale ➕ Disponibilité de l’habitat terrestre ➕ Abondance et diversité des espèces végétales indigènes 	<ul style="list-style-type: none"> 2,0 ha de terres achetées et réservées à des parcs 2 km de sentiers polyvalents 30 % de la zone sera couverte de végétation indigène mixte La zone de l’habitat sera délimitée par des clôtures et des panneaux (à fournir)

Description :

Dans cet exemple, on a déterminé deux avantages connexes potentiels aux étapes liminaires du projet (cadrage et planification). Quatre éléments techniques distincts généraux ont été pris en compte.

À mesure que le projet passe aux phases ultérieures (conception et mise en œuvre), un des avantages connexes potentiels a été retiré de la liste parce qu’on le jugeait irréaliste compte tenu des contraintes du projet et des besoins des parties prenantes. Toutefois, on a déterminé deux autres avantages connexes. Les éléments techniques associés aux trois avantages restants étaient mieux définis.

3.3.6 Qui devrait participer au projet?

Chaque projet SFN doit compter un groupe de personnes et d’organisations qui lui est propre pour en éclairer l’orientation générale. Lors de l’évaluation des avantages connexes, il est crucial de prendre en compte les parties prenantes et les organisations clés. Ces dernières peuvent inclure les propriétaires fonciers ou membres de la communauté concernés, les leaders autochtones, des groupes communautaires locaux, des organismes sans but lucratif, des personnes représentant le gouvernement, le milieu universitaire et des membres de l’industrie. La présente section mentionne plusieurs organisations, professionnels et parties prenantes de premier plan que l’on pourrait inclure.

Les connaissances autochtones offrent un point de vue très précieux, non seulement en ce qui concerne les SFN et la détermination des avantages connexes, mais aussi la détermination de solutions de GRI potentielles (Ibrahim, 2016). La sagesse et les connaissances autochtones se transmettent de génération en génération par des personnes qui ont vécu en contact direct avec la terre

et qui ont une vision holistique de ces systèmes dynamiques (gouvernement du Canada, 2020). Le savoir autochtone fournit des renseignements importants sur les enjeux sociaux, culturels, économiques, biophysiques et de santé. Il nous aide aussi à comprendre la gouvernance, les lois, coutumes et valeurs traditionnelles, et les utilisations traditionnelles des ressources locales (voir l'étude de cas 3).

Les gouvernements nationaux, les gouvernements locaux et les organismes publics constituent des exemples de parties prenantes en politique. Il est impératif de respecter les exigences locales, régionales et nationales pour un projet donné (p. ex., en matière de permis et d'approbation), sans quoi des complications et des retards inutiles, voire la cessation du projet pourraient s'ensuivre (IDB et Acclimatise, 2020). Les parties prenantes en politique et programmes doivent souvent prendre des décisions relatives à plusieurs projets simultanément, et pourraient aligner le projet sur des projets similaires afin de réduire au minimum les coûts et de maximiser les avantages connexes potentiels (p. ex., les projets de biodiversité ou la revitalisation urbaine). Il faut noter que des changements dans l'administration ou les politiques gouvernementales peuvent influencer sur la faisabilité, le coût et le calendrier des SFN. Il faut donc envisager l'échéancier du projet SFN en fonction des élections (IDB et Acclimatise, 2020).

Les parties prenantes communautaires peuvent comprendre des membres de la collectivité, des propriétaires fonciers, des ONG et des entreprises locales. Ces groupes comprennent des personnes qui sont parfois directement touchées par le projet SFN. La participation communautaire, par l'intermédiaire soit d'ateliers publics ou d'éducation du public, soit d'une participation directe à la mise en œuvre du projet, peut engendrer un esprit d'équipe et un sentiment d'appartenance et ainsi favoriser l'adhésion du public.

Les universitaires, les scientifiques et les spécialistes techniques forment un autre groupe précieux capable d'orienter les décisions concernant les données et méthodes, mais aussi d'aider à déterminer les avantages connexes (Bridges et coll., 2021, 725). Il est souvent difficile de trouver des spécialistes pour un projet; leur pratique peut couvrir plusieurs domaines d'activité. Les universités, les instituts de recherche ou les communautés de pratique professionnelles, que ce soit à l'échelle locale, nationale ou internationale, sont de bons endroits où trouver des spécialistes.

Étude de cas 3 – Recharge en sable de la plage de Portage Park (Colombie-Britannique), au Canada

Recharge en sable de la plage de Portage Park :

View Royal (C.-B.)

Partenariat entre l'administration municipale, le gouvernement provincial et les Premières Nations.

Canada

Le parc public Portage Park se trouve dans la municipalité de View Royal, à l'ouest de Victoria, sur l'île de Vancouver, en Colombie-Britannique. Des tempêtes en 2006 et 2007 ont causé de l'érosion côtière et des dommages dans le parc. Ces tempêtes ont aussi endommagé l'amas de coquillages qui s'y trouve, qui a une grande valeur culturelle et archéologique pour les Premières Nations locales (Eyquem, 2021).

Consciente que l'élévation du niveau de la mer va accroître les risques pour la côte et les dommages causés au parc et à l'amas de coquillages, l'équipe municipale de View Royal a fait équipe avec la province de la Colombie-Britannique et les Premières Nations Esquimalt et Songhees pour trouver une façon de protéger le parc contre les dangers qui menacent les côtes (province de la Colombie-Britannique, 2007).

Les parties prenantes ont défini les résultats souhaitables suivants, en déterminant les avantages connexes du projet de défense des côtes : protéger l'amas de coquillages important d'un point de vue culturel, protéger et améliorer l'habitat intertidal, maintenir l'accès du public et maintenir l'approvisionnement de la plage en matériaux, tout en prenant en considération les besoins d'entretien et l'esthétique (Eyquem, 2021).

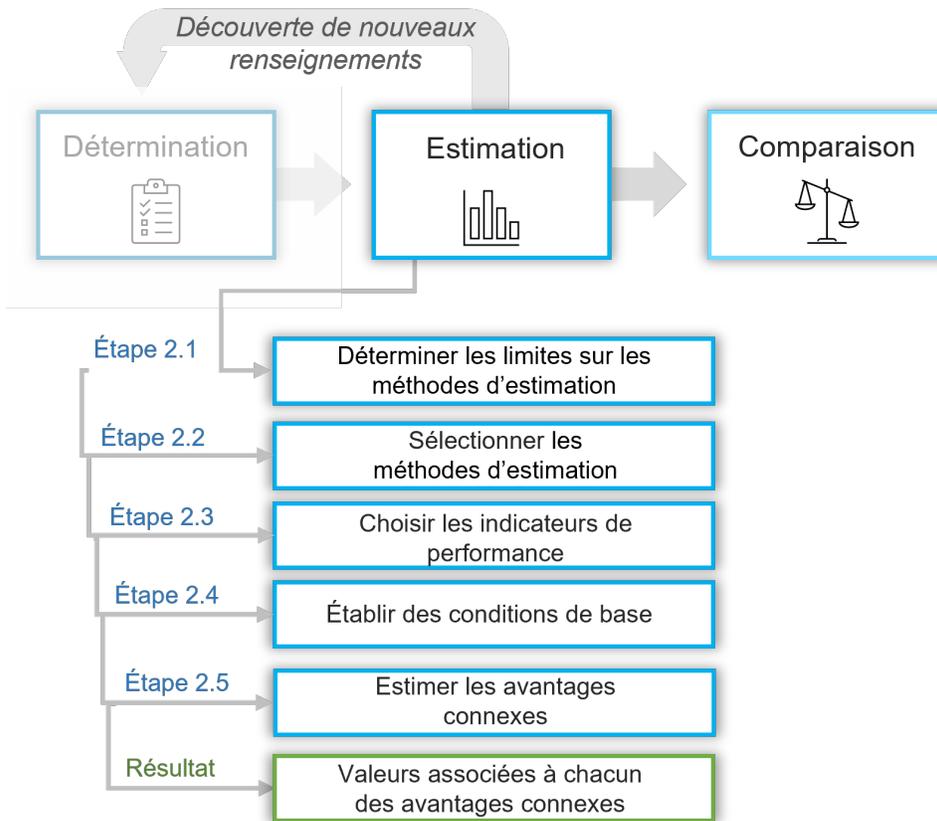
Diverses options ont été envisagées, notamment un mur-caisson en rondins, un mur de protection, l'enrochement et la recharge en sable. Ces solutions ont été classées selon les résultats escomptés (Eyquem 2021). La recharge en sable a été retenue. C'était l'option qui avait obtenu le meilleur classement à l'analyse des résultats souhaitables, et qui était la moins coûteuse (Eyquem, 2021). Aucune érosion n'a été observée depuis la fin de ce projet. L'amas de coquillages, l'accès à la plage et l'habitat intertidal ont tous été protégés et maintenus, ce qui répondait aux besoins de la municipalité et des Premières Nations.

3.4 Estimation des avantages connexes

La deuxième étape du cadre d'évaluation consiste à estimer la valeur des avantages connexes déterminés à la première étape. On associe souvent le mot « valeur » à une référence pécuniaire; or, dans le présent rapport, l'estimation veut dire quantifier l'importance, le mérite, l'utilité ou la valeur pécuniaire d'un avantage connexe donné, que l'on peut évaluer à l'aide de données qualitatives ou quantitatives.

La figure 7 présente une approche générale de l'estimation des avantages connexes potentiels du projet SFN. Comme à l'étape de détermination, le processus d'estimation est propre au projet et pourrait varier selon les besoins de ce projet.

Figure 7 – Cadre conceptuel d'estimation des avantages connexes



3.4.1 Étape 2.1 : Déterminer les limites des méthodes d'estimation

La première étape du processus d'estimation consiste à déterminer les limites qui vont contraindre les types de méthodes d'estimation qui peuvent être utilisées. Ces limites touchent généralement quatre catégories de ressources :

- information/données;
- financement;
- calendrier/temps;
- expertise/connaissances/méthodes.

Ces quatre éléments constituent les ressources de base nécessaires pour estimer des avantages connexes. Les limites touchant ces ressources permettent de déterminer quelles méthodes sont possibles. Ces quatre éléments sont discutés plus en détail ci-après.

La *disponibilité des données* limitera effectivement les types de méthodes d'estimation qui peuvent être utilisées. En particulier aux étapes liminaires, le projet pourrait encore être vaguement défini, et les données disponibles sont en général limitées. Il est donc généralement préférable, aux étapes liminaires, de s'appuyer sur des données historiques et faciles d'accès ainsi que sur les études de cas existantes pour éclairer la valeur ou l'effet potentiel des avantages connexes. Aux étapes ultérieures, il sera possible de planifier et de mener des campagnes de collecte et de suivi des données pour

obtenir de l'information sur les indicateurs de performance clés, comme l'explique le document d'orientation connexe intitulé *Suivi de l'efficacité : méthodes et indicateurs proposés*.

Les *limites en matière de financement* imposent des contraintes tant aux méthodes d'estimation employées qu'aux stratégies de mise en œuvre visant la réalisation des avantages connexes. Il est important d'élaborer une stratégie de financement tôt dans le processus et de prévoir un budget pour l'estimation des avantages connexes et des activités de suivi, afin de recueillir les données nécessaires. Aux étapes liminaires de la mise en œuvre du projet, il est généralement préférable de s'appuyer sur des méthodes qualitatives simples et rapides qui exigent peu d'expertise et un budget minimal. L'équipe de projet pourra ainsi faire une première estimation approximative des types d'avantages connexes que fourniront les SFN et de leur ampleur potentielle. Outre le financement d'un projet par voie de subventions, les parties prenantes et entreprises pourraient être tentées de participer au financement si elles estiment que les avantages connexes générés leur permettront de maximiser leur investissement (Brill et coll., 2021). Cette première estimation approximative des avantages connexes fournit donc des renseignements essentiels pour établir les sources de financement et lancer d'autres activités liées au projet. Lorsque du financement additionnel sera disponible à un stade ultérieur, il sera alors possible d'envisager des méthodes d'estimation différentes et plus rigoureuses, comme il est décrit à l'étape 2.2 (voir l'article 3.4.2).

Les *limites de calendrier/de temps* imposent des contraintes majeures à la collecte des données et à leur évaluation pour éclairer l'estimation. Une bonne compréhension du calendrier du projet, du taux de risque, des exigences temporelles pour différentes méthodes d'estimation et du temps requis pour mettre en œuvre et suivre la performance des avantages connexes permettra une allocation appropriée des ressources. Il faut noter que le calendrier global du projet et le temps accordé à l'estimation des avantages connexes dépendront grandement de la nature du danger que posent les risques d'inondation. Par exemple, dans le cas de projets menés en urgence, la mise en œuvre des étapes initiales devra se faire rapidement, ce qui laissera peu de temps pour la collecte de données et l'évaluation des avantages connexes. Dans un tel cas, il est possible de procéder à une évaluation initiale rapide, et réserver la collecte et l'analyse plus rigoureuses des données pour l'étape d'exploitation du projet. Il est essentiel de comprendre les limites de calendrier et les exigences temporelles des différentes méthodes d'estimation (p. ex., une étude de terrain par rapport à une analyse par observation) afin de choisir la bonne méthode. En outre, les systèmes environnementaux, économiques et sociaux vont évoluer et s'adapter à différents rythmes aux dangers et à d'autres événements. L'évaluation à court et à long terme des avantages connexes générés repose donc sur l'élaboration de plans de suivi et de gestion adaptative. À long terme, par exemple, la valeur de ces avantages connexes et leurs résultats peuvent changer en fonction de l'évolution des conditions de base dans l'environnement attribuables aux changements climatiques. Intégrer des prévisions sur l'état futur selon divers scénarios (p. ex., diverses prévisions de l'élévation du niveau de la mer) dans l'estimation des avantages connexes pourrait être un moyen de déterminer plus précisément la valeur à long terme de diverses options de projet. Le document d'orientation connexe *Suivi de l'efficacité* résume les considérations relatives à l'échelle temporelle des activités de suivi.

Le *niveau d'expertise et de connaissances disponibles* est lui aussi un important facteur qui limite le choix d'une méthode d'estimation des avantages connexes. Les avantages connexes sont divers et couvrent un grand nombre de sujets (p. ex., niveau des crues, valeur des propriétés, tourisme) qui incluent les domaines environnemental, social et économique. Il peut être difficile de trouver des spécialistes disponibles à l'échelle locale qui connaissent bien tous les avantages connexes cernés, notamment en fonction des contraintes de calendrier et de budget données. Souvent, des contraintes logistiques font que l'intégration de spécialistes dans l'équipe de projet survient seulement après l'étape initiale de cadrage du projet. Il est donc généralement nécessaire de procéder à l'estimation aux phases liminaires du projet, au moment où l'expertise sera très limitée dans plusieurs domaines. L'équipe de projet pourra alors faire une première estimation approximative de l'ampleur potentielle

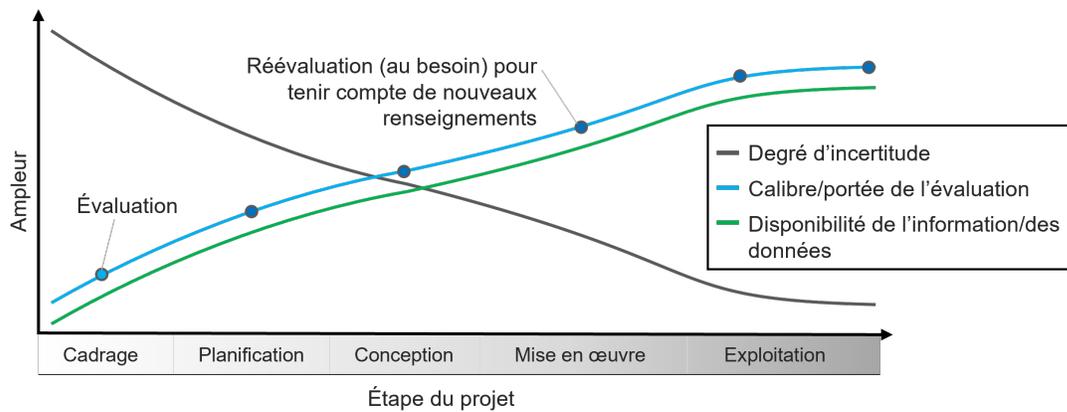
et du type d'avantages connexes que généreront les SFN. Aux phases ultérieures, des connaissances approfondies à propos de chaque avantage connexe seront très précieuses, et il sera alors important de tirer le plus grand profit de conseillers ou conseillères spécialistes. L'inclusion de spécialistes dans le projet vise à créer un groupe efficace qui offrira un niveau acceptable de connaissances et de conseils, compte tenu des besoins du projet. Or, l'ajout de spécialistes à l'équipe peut aussi entraîner des dépenses inutiles ou des difficultés de gestion. En cas d'écarts de savoir, du temps ou du financement additionnel pourraient être nécessaires afin d'obtenir des résultats optimaux. Autrement, l'équipe de projet pourrait envisager d'autres méthodes d'estimation (nécessitant moins d'expertise) et définir clairement le degré d'incertitude associé à l'analyse afin de tenir compte de ces écarts.

3.4.2 Étape 2.2 : Sélectionner les méthodes d'estimation

La deuxième étape du processus consiste à choisir des méthodes appropriées d'estimation de chaque avantage connexe cerné. Il existe de nombreuses méthodes potentielles pour le même avantage connexe, y compris des méthodes qualitatives et quantitatives. Toutefois, différentes méthodes d'estimation peuvent générer des résultats et des degrés d'incertitude très différents, et leur mise en œuvre peut exiger des ressources très différentes (Raymond et coll., 2017). On préfère souvent les méthodes quantitatives d'estimation (p. ex., modélisation numérique, analyse économique ou analyse statistique) aux méthodes qualitatives (p. ex., ateliers, enquêtes, études de cas) – en particulier pour les avantages connexes sur le plan environnemental et économique –, car leurs méthodes sont habituellement bien définies et elles donnent des résultats clairs moins teintés d'incertitude. Il convient d'envisager des méthodes d'estimation applicables à plusieurs avantages connexes, afin de réduire les coûts et de faciliter la comparaison et la priorisation de ces avantages (voir la section 3.5). Toutefois, l'application d'une seule méthode à tous les avantages connexes (p. ex., analyse coûts-avantages) pourrait dévaluer certains avantages offrant des résultats moins concrets (p. ex., valeurs intrinsèques). Pour comparer les différentes options de GRI, il convient aussi d'accorder une attention particulière à des méthodes d'estimation et indicateurs qui pourraient servir pour le même avantage connexe dans toutes les options de GRI envisagées (c.-à-d. universelles). Il est essentiel d'utiliser des méthodes et indicateurs reproductibles pour suivre l'évolution des avantages connexes et comparer les résultats des projets SFN (voir le document d'orientation connexe *Suivi de l'efficacité*). Le chapitre 4 résume les types de méthodes d'estimation (p. ex., méthodes de mesure et de suivi).

La sélection de méthodes d'estimation pour chaque avantage connexe devrait être faite en fonction des limites établies (voir l'étape 2.1 à l'article 3.4.1) ainsi que de l'étape globale du projet. Au début de la mise en œuvre du projet (c.-à-d. aux étapes de cadrage et de planification), les SFN seront mal définies, ce qui donnera lieu à de nombreuses limites, par exemple en matière de disponibilité des données, de calendrier, de budget et d'expertise. Par conséquent, aux étapes liminaires de la mise en œuvre du projet, il est généralement préférable de s'appuyer sur des méthodes qualitatives simples et rapides qui exigent peu d'expertise et un budget minimal. Le calibre/la portée des méthodes d'estimation peut augmenter à mesure qu'on obtient plus d'information et de ressources aux étapes ultérieures du projet (voir la figure 8). Le financement fédéral ou tout autre financement peut favoriser le recours aux analyses coûts-avantages. Dans pareil cas, des méthodes d'estimation qui éclaireront ce type d'analyse ultérieure pourraient être envisagées. L'accroissement du calibre des méthodes d'estimation à mesure qu'évolue le projet permet d'optimiser les ressources tout au long de son cycle de vie, tout en réduisant l'incertitude.

Figure 8 – Modèle conceptuel illustrant le processus d'évaluation itératif



Note : Le calibre et la portée de l'évaluation des avantages connexes devraient augmenter à mesure que le projet progresse et que de nouveaux renseignements deviennent disponibles.

3.4.3 Étape 2.3 : Sélectionner les indicateurs de performance

L'étape suivante consiste en la sélection d'indicateurs de performance pour chaque avantage connexe. Ces indicateurs sont une unité de mesure qui permet d'estimer les avantages et concessions. La sélection de bons indicateurs de performance doit tenir compte du type d'avantage connexe, de la méthode d'estimation, de la disponibilité des données, des limites en matière de ressources et de l'échelle spatiale et temporelle du projet (Brill et coll., 2021). La figure 9 donne des exemples d'indicateurs de performance et de méthodes d'estimation des avantages connexes. Le document d'orientation connexe intitulé *Suivi de l'efficacité : méthodes et indicateurs proposés* contient plus d'information sur les indicateurs de performance.

Figure 9 – Exemple hypothétique d'avantages connexes, d'indicateurs potentiels, de méthodes potentielles d'estimation et de conditions de base

Avantages connexes	Indicateur	Méthode d'estimation		Conditions de base
		(Étape liminaire)	(Étape ultérieure)	
Accès accru du public aux espaces verts	Superficie (en ha) de l'espace naturel accessible au public	Conception en bureau (estimation)	➔ Analyse technique par imagerie satellite	Zone existante dans l'empreinte du projet
Disponibilité de l'habitat terrestre	Superficie (en ha) couverte de végétation terrestre, inaccessible au public	Conception en bureau (estimation)	➔ Levé de terrain à l'aide de technologies de télédétection	Zone existante dans l'empreinte du projet
Accroissement de la valeur accrue des terres/propriétés	Évaluation foncière annuelle (\$)	Évaluation d'études de cas	➔ Examen des données accessibles au public	Évaluation de la valeur foncière moyenne dans la plaine inondable

Description :

Dans cet exemple, trois avantages connexes potentiels et indicateurs de performance ont été déterminés. Aux étapes liminaires du projet (cadrage et planification), les méthodes d'estimation proposées sont des estimations administratives simples et des évaluations d'études de cas. À mesure que le projet évoluera vers les phases ultérieures (conception et mise en œuvre), il faudra utiliser des méthodes d'estimation plus perfectionnées qui offriront un degré plus élevé de certitude, mais nécessiteront plus de travail.

3.4.4 Étape 2.4 : Établir des conditions de base

L'établissement de conditions de base constitue une étape importante pour comprendre l'ampleur des changements qu'un projet entraîne, et facilite l'analyse des options, les modifications au concept ou la gestion adaptative. Cela permet d'évaluer les effets relatifs de chaque avantage connexe, qu'ils soient négatifs ou positifs, par rapport aux conditions de base. L'étude de cas 4 donne un exemple d'établissement de conditions de base avant le début du projet, ce qui éclaire la gestion adaptative et permet la réalisation des avantages connexes.

L'établissement des conditions de base se fait généralement à deux étapes clés (Bridges et coll., 2021) :

- Avant la construction (conditions de base existantes/historiques) : pour comprendre en quoi les indicateurs de performance ont changé après la mise en œuvre du projet, et de ce fait l'ampleur des avantages connexes générés.
- Après la construction (conditions de base modifiées) : pour éclairer la gestion adaptative et assurer le respect des mesures de performance.

Des données de base sont nécessaires pour chaque indicateur, de manière à déterminer l'ampleur relative de chaque avantage connexe au fil du temps (comme l'indique la figure 9). Il convient de noter qu'à long terme, les conditions environnementales de base peuvent changer en raison des changements climatiques. Il est important de demeurer au fait des changements à long terme aux conditions de base (par exemple, l'élévation du niveau de la mer) à mesure qu'on les prévoit et qu'ils surviennent, afin d'éclairer une approche adaptative à long terme de la gestion et du suivi du projet, et pour la façon de mesurer, de surveiller et de comprendre les avantages connexes. Le document d'orientation connexe *Suivi de l'efficacité* aborde les enjeux d'administration des données de base, par exemple l'endroit où elles sont archivées et qui en est responsable.

Étude de cas 4 – Restauration du parc de New Brighton

Projet de restauration de l'habitat côtier du parc de New Brighton :

Vancouver (Colombie-Britannique), Canada

Établissement des conditions de base

New Brighton Park est un parc public côtier situé à Vancouver, en Colombie-Britannique. En 2017, la Vancouver Fraser Port Authority, le Vancouver Board of Parks and Recreation et les Nations Musqueam, Squamish et Tsleil-Waututh (port de Vancouver, 2018) ont mené un projet de restauration des zones humides du marais littoral et de l'île du parc. La restauration des zones humides devait améliorer l'habitat des saumons juvéniles, accroître l'accès du public à la nature (port de Vancouver, 2018) et résoudre les enjeux d'inondations côtières et d'inondations causées par le débordement des eaux pluviales, afin de réduire l'érosion côtière (Eyquem, 2021). Le projet a reçu la certification *Green Shores Gold* du Stewardship Centre of British Columbia (SCBC, 2020).

En 2015, avant la construction, une évaluation exhaustive du site a été faite afin d'établir des conditions de base pour l'habitat en place et l'écologie du site (Davis et coll., 2015). Ces travaux comprenaient une série d'études de site portant sur la végétation d'arrière-côte, intertidale, infralittorale et terrestre. D'autres sources d'information ont permis d'enrichir les études de site et d'établir les conditions biophysiques sur place, notamment une étude documentaire sur l'inventaire des habitats et des espèces et des photographies aériennes fournies par le port de Vancouver (Davis et coll., 2015). La restauration du marais a pris fin en 2017, et un programme de suivi annuel en a été lancé en 2018.

L'établissement de conditions de base et d'un programme de suivi régulier a permis de déterminer les avantages connexes réalisés grâce à ce projet, par exemple l'accroissement de la biodiversité, la présence de saumons juvéniles et l'amélioration de l'habitat humide (port de Vancouver, 2018). Le suivi a également éclairé la gestion adaptative du site, en relevant le besoin d'accroître la plantation et l'irrigation dans certaines zones, et d'installer des clôtures pour empêcher les outardes de se nourrir des plantations du marais salé (Eyquem, 2021).

Figure 10 – Zone humide du marais salé restaurée à New Brighton Park



Source : Port de Vancouver, 2018

3.4.5 Étape 2.5 : Estimer les avantages connexes

La dernière étape consiste à appliquer la méthode définie (à l'étape 2.2 de l'article 3.4.2) et à estimer chaque avantage connexe. La collecte des données nécessaires pour éclairer l'estimation constitue un volet important de ce processus. Selon la méthode retenue, il est possible de compiler des données provenant de diverses sources (p. ex., issues d'études antérieures) ou de les recueillir directement en vue de l'évaluation (p. ex., grâce à des levés).

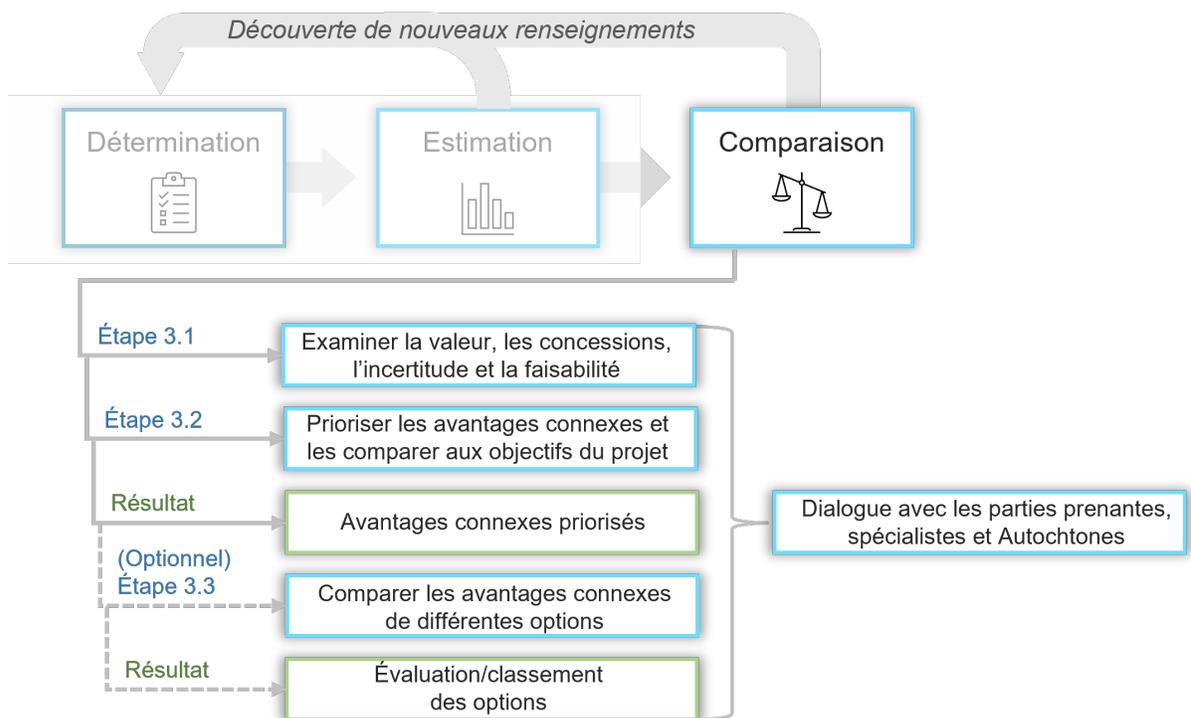
L'étape d'estimation devrait produire une liste plus ciblée d'avantages connexes potentiels et réalistes, ainsi que de leur valeur. Il faut noter que ce processus peut générer des valeurs négatives

(p. ex., des coûts), qui sont tout aussi importantes à déterminer que les valeurs positives (p. ex., les avantages). Les estimations négatives pourront être corrigées par des modifications au concept ou des pratiques de gestion adaptative. Le document d'orientation connexe *Suivi de l'efficacité* offre plus d'information sur la gestion adaptative.

3.5 Comparaison des avantages connexes pour appuyer la prise de décisions

La dernière étape du cadre d'évaluation consiste à comparer les avantages connexes. À ce stade, les avantages connexes potentiels sont priorisés en fonction des objectifs du projet, des objectifs des parties prenantes, de la faisabilité, du degré d'incertitude, des avantages et concessions, du budget, du calendrier et des limites en matière d'expertise. La figure 11 présente un mode de comparaison et de priorisation des avantages connexes potentiels générés par le projet SFN.

Figure 11 – Cadre conceptuel de la comparaison des avantages connexes



3.5.1 Étape 3.1 : Examiner la valeur, les concessions, l'incertitude et la faisabilité

La première étape du processus consiste à déterminer la valeur (ou les avantages), les concessions et les compromis potentiels associés à la planification, à la conception et à la réalisation d'avantages connexes précis, et à en discuter avec l'équipe de projet et toutes les parties prenantes. Il est important, au moment de comparer et de prioriser les avantages connexes, de repérer les concessions potentielles et les compromis possibles. Les concessions ont des effets négatifs de nature environnementale, sociale ou économique qui ne permettent pas d'obtenir ou d'optimiser deux avantages dans le cadre d'un même concept (par exemple, la concession entre les revenus générés par

le tourisme et la protection de l'environnement – voir l'étude de cas 5) (Diringer et coll., 2020). Si le même avantage connexe est systématiquement favorisé (au moment d'établir les priorités à l'étape 3.2 de l'article 3.5.2), l'efficacité des avantages connexes négligés risque d'être diminuée (Brill et coll., 2021, 49). Les préférences en matière de concessions peuvent également poser des problèmes si certaines parties prenantes ou certains groupes marginalisés sont systématiquement empêchés de tirer profit des avantages des SFN ou de leurs avantages connexes (Brill et coll., 2021, 50). Une gestion réussie des compromis et des avantages est possible dès que les spécialistes, les peuples autochtones et les parties prenantes du projet en auront bien évalué, entièrement divulgué et accepté les résultats définitifs (Brill et coll., 2021, 50).

L'analyse des avantages et des compromis doit aussi tenir compte du degré d'incertitude. L'incertitude a pour source les renseignements imparfaits et écarts des savoirs. Dans le contexte de la GRI, elle dépend généralement de la variabilité des systèmes naturels et de connaissances limitées (Bridges et coll., 2021, 26). Les effets futurs des changements climatiques sur les environnements côtiers, y compris la hausse du niveau de la mer et des changements à la fréquence et à la gravité des tempêtes, vont aussi générer de l'incertitude. De nombreux aspects des futures conditions environnementales, sociales et économiques nous échappent; élaborer des scénarios d'incertitude à partir de prévisions des changements à venir pourrait ainsi permettre de voir quels résultats sont possibles (Diringer et coll., 2020, 28). De plus, des recherches et un suivi accru pourraient réduire le degré d'incertitude, mais pas complètement l'éliminer (Cado van der Lely et coll., 2021, 11). Il est crucial de mettre en place un plan de suivi et de gestion adaptative pour gérer l'incertitude entourant la mise en œuvre, après la construction et pendant l'exploitation des SFN (Diringer et coll., 2020, p. 28; Cado van der Lely et coll., 2021, p. 12). Le document d'orientation connexe intitulé *Suivi de l'efficacité : méthodes et indicateurs proposés* traite en détail de la méthode de suivi.

Le degré d'incertitude et diverses contraintes liées au projet (dont les limites en matière de conception et de financement) détermineront la faisabilité des avantages connexes proposés. Idéalement, l'effet potentiel d'un avantage connexe serait proportionnel à l'ampleur des ressources nécessaires pour réaliser ce dernier. Un avantage connexe pourrait ne pas être réalisable si la quantité de ressources requises pour obtenir un avantage connexe précis, ou le degré d'incertitude relatif à l'obtention de cet avantage est trop élevé. Par exemple, les exigences en matière d'utilisation des terres et de délivrance de permis imposent souvent d'importantes contraintes, au point qu'il est impossible d'obtenir des avantages connexes à grande échelle.

Étude de cas 5 – Projet immobilier côtier Mayakoba

Complexe côtier Mayakoba :

Équilibrer les avantages des SFN et les avantages du développement

Playa del Carmen
(Quintana Roo),
Mexique

C'est sur la côte des Caraïbes, première destination touristique côtière du pays, qu'on trouve le plus grand nombre d'hôtels au Mexique. Étant donné ce développement hôtelier, cette région subit la plus forte compression côtière au pays (Lithgow et coll., 2019), ce qui a des répercussions négatives sur sa principale attraction : ses plages immaculées.

Devant la dégradation de l'environnement, l'aménagement du complexe Mayakoba se distingue des installations touristiques habituelles de la région : il concède les revenus touristiques que génèrent les complexes hôteliers à densité élevée au profit de la protection de l'environnement. Ce complexe comprend 13 hôtels, un terrain de golf, des aires récréatives, des clubs sur plage et de l'aménagement immobilier, et sa planification était axée sur la conservation et le rétablissement des mangroves, des dunes et de la forêt tropicale de manière à promouvoir la durabilité, à préserver les plages et à accroître la résilience face aux risques côtiers.

Les hôtels et les grandes infrastructures étaient interdits à moins de 600 m de la plage (Zárate-Lomelí et coll., 2013) afin d'atténuer la compression côtière et de promouvoir la préservation des dunes côtières. Le projet prévoyait en outre la construction de canaux artificiels pour restaurer l'écosystème dégradé de la mangrove. Des eaux usées traitées servent à irriguer le terrain de golf; ces eaux et l'eau de ruissellement riches en engrais s'écoulent dans les canaux, que régule le système de mangroves.

Un programme de suivi environnemental permet d'évaluer les effets du développement et de mesurer le succès du projet. Un important rétablissement de la biodiversité et des populations d'espèces a été observé (Cruz et coll., 2020) depuis l'achèvement du complexe, qui fait désormais office de réserve naturelle et d'habitat pour plus de 300 espèces de vertébrés. Le projet contribue à une croissance économique durable grâce à un modèle d'affaires fondé sur la durabilité et l'autonomisation des collectivités et de la production locale. Il a ainsi reçu plusieurs distinctions pour son développement durable (OMT, 2018). Bien que la densité du développement touristique soit inférieure à celle des développements habituels dans la région, une nuitée au complexe Mayakoba coûte beaucoup plus cher que dans un hôtel ordinaire.

3.5.2 Étape 3.2 : Prioriser les avantages connexes et les comparer aux objectifs du projet

La priorisation des avantages connexes doit tenir compte de leur capacité à répondre aux objectifs du projet et aux besoins de la collectivité, de l'ampleur de leurs effets (positifs et négatifs), des concessions, de la faisabilité et du degré d'incertitude. Le processus de conception et de mise en œuvre permet d'obtenir des avantages connexes réalisables et légaux, et ils doivent être classés par ordre de priorité. Plusieurs priorisations différentes sont à examiner avant de déterminer celle qui convient le mieux au projet, et il convient de les comparer aux objectifs généraux du projet et aux besoins des parties prenantes. Devant l'incapacité de satisfaire ou d'atteindre l'un ou l'autre de ces besoins ou objectifs, l'équipe devra déterminer si une autre priorisation répondrait mieux aux besoins du projet. Si ce n'est pas le cas, à cause de contraintes liées au projet, l'équipe doit en informer l'équipe de projet, y compris toutes les parties prenantes.

Il est important de souligner que cette étape pourrait donner lieu à plusieurs priorisations potentielles et valides, selon les objectifs du projet et des parties prenantes. Il est donc très important de maintenir

le dialogue avec l'équipe de projet et les parties prenantes, et d'expliquer en quoi ces priorisations s'alignent sur les objectifs globaux et généraux du projet. Une communication efficace avec tous les groupes d'intérêts permettra d'atteindre les résultats escomptés (Bridges et coll., 2021, p. 274).

Cette étape mènera à une liste d'avantages connexes priorités, avec leur valeur et l'ampleur de leur effet. Cette information permettra de cerner les volets essentiels de la conception, et où des concessions s'imposent afin de prendre en compte d'autres contraintes du projet. La publication des avantages connexes priorités permettra de mieux expliquer l'intention et les avantages du projet. De plus, ces priorisations fournissent de précieux renseignements pour les activités de gestion adaptative et établissent des priorités d'intervention claire (au besoin).

3.5.3 Étape 3.3 : Comparer les avantages connexes de différentes options (facultatif)

L'équipe de projet peut examiner plusieurs options de GRI au cours des étapes liminaires d'un projet (c.-à-d. le cadrage et la planification), y compris les infrastructures grises ou encore l'inaction. Une analyse multicritère (AMC) permet de comparer les avantages connexes de différentes stratégies de GRI afin d'éclairer le choix d'une option privilégiée. Ruangpan et coll. (2021) fournissent un bon exemple d'AMC. Il est particulièrement important d'inclure les avantages connexes dans les analyses d'options lorsqu'on compare des solutions ordinaires (grises) aux SFN, plutôt que se fier uniquement aux coûts en argent. L'étude de cas 6 fournit un exemple de comparaison entre une intervention conventionnelle (grise) et l'inaction.

Au moment de comparer les options, il faut estimer la même liste d'avantages connexes potentiels pour toutes les options, idéalement en employant la même méthode d'estimation. Il sera ainsi possible d'éviter d'introduire des erreurs et de l'incertitude dans l'estimation par l'intermédiaire de méthodes différentes.

Avant de comparer les avantages connexes, il convient de définir un cadre d'attribution de notes et de pondération pour chaque avantage connexe. La pondération accordée à chacun des avantages connexes doit être plus importante pour les avantages hautement prioritaires qui atteignent le mieux les objectifs du projet et répondent le mieux aux besoins des parties prenantes (pas nécessairement les mêmes priorités qu'à l'étape 3.2 de l'article 3.5.2). Les aspects clés de la stratégie d'attribution de notes sont :

- la normalisation des notes sur une échelle commune (à 5 ou 10 points, par exemple);
- des consignes de notation pour que le mode d'attribution de notes soit bien compris.

Dans le cas des indicateurs de performance quantitatifs, on peut graduer les notes en correspondance directe avec l'ampleur de l'avantage, ou bien utiliser une fonction d'échelonnement. Dans le cas d'indicateurs de performance semi-qualitatifs ou qualitatifs, il convient souvent d'attribuer une note en fonction de descripteurs qualitatifs de l'ampleur de l'avantage. **Il est souvent utile, voire nécessaire, de consulter les parties prenantes ou spécialistes par rapport à la pondération et la notation.** Les enquêtes et sondages conviennent à cette tâche. La figure 12 présente un exemple de cadre de comparaison potentiel, avec stratégie de notation et système de pondération.

Un modèle de cadre de classement visant à faciliter la comparaison des avantages connexes pour de multiples options de GRI (semblable à la figure 12) se trouve en annexe. Bridges et coll. (2015) et Watkin et coll. (2019) décrivent également des méthodes permettant d'utiliser des cadres similaires pour évaluer et comparer les avantages connexes des SFN.

Figure 12 – Exemple hypothétique de stratégie d'attribution des notes et de modèle de pondération pour les avantages connexes

Avantages connexes	Indicateur	Note	Consigne de notation	Pondération
Accès accru du public aux espaces verts	Superficie (en ha) de l'espace accessible au public dans la nature	5	≥10 ha, par rapport aux conditions de base	20 %
		0 - 5	Graduation linéaire de 0 à 10 ha, par rapport aux conditions de base	
		0	0 ha, par rapport aux conditions de base	
Réduction du coût du cycle de vie (100 ans)	Coût estimé du cycle de vie (\$)	5	Coût le plus bas	50 %
		0 - 5	Graduation linéaire, du coût le plus élevé au coût le moins élevé	
		0	Coût le plus élevé	
Inclusion et équité accrues	Rétroaction/opinion des parties prenantes (dont les groupes marginalisés)	5	Intégration de considérations d'équité et d'inclusivité dans la conception et la mise en œuvre, selon les défis et besoins locaux	30 %
		0 - 5	Échelle basée sur la rétroaction	
		0	Aucune considération d'équité ou d'inclusion durant la conception et la mise en œuvre	
				100 %

Description :

Ci-dessus un exemple d'analyse multicritères de trois avantages connexes potentiels. Des indicateurs de performance pour chaque avantage connexe sont déterminés, et des échelles et des consignes de notation sont établies pour chacun d'eux. Une pondération est ensuite attribuée à chacun des avantages connexes.

Il convient de noter qu'il est possible d'inclure les coûts d'investissement, les coûts d'entretien et/ou les coûts du cycle de vie dans la comparaison en tant qu'avantages connexes sur le plan économique. Dans le cas de projets ayant de fortes contraintes budgétaires, des stratégies de mise en œuvre (p. ex., concepts) qui respectent les contraintes budgétaires doivent être envisagées et une grande pondération doit être accordée à ces avantages connexes.

Étude de cas 6. Cadres d'évaluation du secteur riverain à Qualicum Beach

Cadres d'évaluation du secteur riverain à Qualicum Beach : Évaluation des avantages connexes, options de comparaison et amélioration des concepts

Qualicum Beach
(Colombie-
Britannique), Canada

En 2016, la municipalité de Qualicum Beach a publié un plan directeur pour son secteur riverain (*Waterfront Master Plan*, municipalité de Qualicum Beach, 2016). Ce plan visait à guider les projets de développement du secteur riverain, de façon durable et en fonction des effets des changements climatiques et en respectant les valeurs et objectifs de la collectivité.

Dans le cadre de ce plan directeur, deux cadres d'évaluation ont été élaborés pour évaluer de façon systématique et transparente les propositions de développement du secteur riverain, et éclairer la prise de décisions d'approbation. (Municipalité de Qualicum Beach, 2016, 4) :

- cadre technique et environnemental,
- cadre des valeurs communautaires.

Le cadre technique et environnemental comportait 11 critères qui visaient à évaluer la compatibilité avec les processus côtiers, les services écologiques de la zone intertidale et la faisabilité technique/longévité (SNC Lavalin, 2016, 3). Le cadre des valeurs communautaires comportait 7 critères éclairés par une vaste consultation de la collectivité (municipalité de Qualicum Beach, 2016, 39). Chaque critère a été noté entre +2 et -2, avec des pondérations allant de 1 à 12 % (SNC Lavalin, 2016; municipalité de Qualicum Beach, 2016). Des consignes précises relatives à chaque critère ont aussi été fournies de manière à faciliter l'établissement de leur valeur.

Wilson et coll. (2018) décrivent l'utilisation du cadre technique et environnemental pour un projet de protection du littoral. Dans cet exemple, la solution proposée (un revêtement par enrochement) a été évaluée, puis comparée à l'option d'inaction. L'évaluation a donné une estimation négative de la solution proposée par rapport à l'inaction (Figure 13.). En conséquence, le concept a été modifié (ce qui a donné lieu à une recharge en sable) pour que le projet offre des avantages connexes supplémentaires qui correspondent mieux aux priorités de la municipalité.

Figure 13 – Exemple d'estimation du revêtement par enrochement proposé par rapport à l'option d'inaction, qui a produit une évaluation négative

No.	Criteria Name	Score		Weighted Score	
		Armour Rock Revetment	'Do Nothing'	Armour Rock Revetment	'Do Nothing'
1a	Compatibility with Expected Sea Level Rise	-2	-2	-20	-20
1b	Flood Adaptation Effectiveness	-2	-2	-24	-24
1c	Compatibility with Coastal Processes	-1	+2	-12	+24
Sub-Total				-36	-20
2a	Effect on Marine Riparian Vegetation	-1	0	-8	0
2b	Foreshore Habitat Supply	-1	0	-8	0
2c	Foreshore Habitat Diversity	-1	0	-8	0
2d	Marine Pollutants	0	0	0	0
2e	Cumulative Effects to the Foreshore Environment	-1	0	-5	0
Sub-Total				-29	0
3a	Compatibility with Existing Infrastructure and Adjacent Properties	+1	-1	+11	-11
3b	Stability and Maintenance	+1	-1	+10	-10
3c	Technical Feasibility and Innovation	-1	0	-11	0
Sub-Total				+10	-21
Total				-55	-41

Source : Wilson et coll., 2018

4 Méthodes d'estimation des avantages connexes

L'estimation des avantages connexes est fondamentale pour une mise en œuvre efficace des SFN et la réalisation des avantages connexes. Qu'elle soit qualitative ou quantitative, l'estimation permet de comprendre les avantages potentiels et l'efficacité d'interventions précises. Elle permet aussi de réduire l'incertitude qu'entraînent des connaissances incomplètes et des systèmes imprévisibles/dynamiques, d'accroître la comparabilité entre différentes SFN, d'éclairer les activités de gestion adaptative et de renseigner les enseignements tirés futurs et l'adoption des SFN à l'avenir (Cado van der Lely et coll., 2021, 21; Raymond et coll., 2017; Schmalzbauer, 2018, 15).

L'estimation des avantages connexes s'appuie fortement sur la collecte et le suivi des données. La planification d'un programme de collecte et de suivi des données doit commencer dès l'étape de cadrage et s'adapter tout au long du projet. La conception du programme doit être rigoureuse, mais suffisamment flexible pour qu'il puisse s'adapter durant toute sa vie utile, tout en prenant en compte les changements climatiques. Le programme de suivi doit aussi être pratique et économique afin d'éviter qu'il ne devienne onéreux à financer et/ou à administrer au fil des ans (Palinkas et coll., 2022). L'envergure du projet, sa complexité, les possibilités de financement et d'autres particularités du projet influenceront donc sur le niveau d'intensité du suivi.

Les activités de collecte et de suivi des données doivent être intégrées tout au long du cycle du projet SFN, soit en tant que processus continu, soit en fonction d'événements ou de besoins précis (p. ex., enquête post-construction ou collecte de données avant et après une tempête). Le document d'orientation *Suivi de l'efficacité* décrit quatre grandes étapes de suivi :

1. **Suivi historique** : éclaire le cadrage et la planification du projet, et peut comprendre des travaux de suivi effectués par d'autres avant la conceptualisation du projet.
2. **Suivi de base** : établit les conditions actuelles, sert de référence pour faire un suivi de la performance et éclaire la conception.
3. **Suivi de la conformité** (y compris le suivi de la construction et les relevés de l'état des lieux) : renforce la gestion adaptative durant la construction, éclaire les modifications au processus de construction et prolonge les activités post-construction pour assurer la conformité et établir un point de départ pour l'évaluation de la performance.
4. **Suivi opérationnel (à long terme)** : sert à évaluer la performance au fil du temps et à éclairer la gestion adaptative, à déterminer les avantages et les effets des projets, et éclaire les projets à venir.

Il est crucial de spécifier clairement les avantages sur le plan environnemental, social et économique de base du site concerné et des sites voisins pour évaluer adéquatement les avantages connexes (Diringer et coll., 2020, p. 29). Les indicateurs et mesures de performance précis doivent être définis avant la mise en œuvre du projet, puis évalués régulièrement tout au long du cycle du projet SFN (Raymond et coll., 2017). Le document d'orientation connexe intitulé *Suivi de l'efficacité : méthodes et indicateurs proposés* comprend plus d'information sur la méthode de suivi et les indicateurs de performance.

Les méthodes d'estimation peuvent différer énormément entre elles selon le type d'avantage connexe à évaluer, et elles doivent fournir un degré de confiance proportionnel au niveau potentiel d'incidence ou de risque du projet (voir les figures 15, 16 et 17). La disponibilité des données, la nécessité de mener une évaluation qualitative ou quantitative, le calendrier, les limites budgétaires, les limites en matière d'expertise, l'envergure du projet et les besoins globaux du projet sont autant de facteurs qui influenceront sur le choix de la méthode.

Les sections suivantes résument les méthodes et ressources potentielles nécessaires pour mesurer et surveiller les avantages de la GRI, de même que les avantages connexes sur le plan environnemental, social et économique.

4.1 Avantages de la gestion des risques d'inondation

Bien que les avantages de la GRI (et de leur mesure) ne soient pas l'objet premier du présent rapport, ils seront abordés brièvement étant donné leur pertinence et leur interconnexion avec les avantages connexes.

L'estimation des avantages de la GRI et l'évaluation de leur ampleur sont nécessaires pour soutenir le cadrage, la planification, la conception, la mise en œuvre ou la gestion à long terme de tous les projets de GRI, y compris des SFN. Les techniques d'évaluation des avantages de la GRI dépendront du type d'avantage, de l'effet potentiel ou du risque associé au projet, et des ressources disponibles à l'appui de la mesure, du suivi et de l'estimation des avantages de la GRI. Le tableau 1 résume des exemples d'avantages de la GRI (voir la section 2.2).

Les ressources nécessaires pour réaliser ces estimations appartiennent à trois catégories : le temps (calendrier), le budget (argent) et l'expertise (disponibilité de spécialistes). Les projets ayant des effets (ou présentant des risques) potentiels importants sur les collectivités et écosystèmes proches font généralement l'objet d'exigences plus strictes et exigent un niveau de certitude plus élevé. Des méthodes plus sophistiquées qui nécessitent généralement des ressources plus importantes sont par conséquent nécessaires. En revanche, un projet de protection d'une seule propriété contre les inondations peut ne pas présenter de risque ni générer d'important avantage pour les collectivités ou écosystèmes à proximité. Dans un tel cas, l'utilisation de techniques de mesure des avantages de la GRI nécessitant des ressources minimales et engendrant un degré d'incertitude plus élevé pourrait suffire, contrairement à un programme pour protéger une ville entière contre les inondations avec d'importants effets potentiels, par exemple.

Les méthodes de collecte ou de suivi des données peuvent être directes ou indirectes et permettre une estimation qualitative ou quantitative. Les techniques simples d'estimation des avantages de la GRI comprennent l'examen des précédents (études de cas) et les avis de spécialistes, par exemple. Ces techniques demandent peu de ressources, sont associées à un haut degré d'incertitude, et peuvent s'adapter à des projets à faible incidence et à faible risque, ou être utilisées au début du cycle du projet, lors des étapes de cadrage ou de planification (comme le montre la figure 8). Les techniques plus complexes peuvent comprendre, entre autres, les études sur le terrain (y compris l'analyse subséquente des données), la modélisation numérique et les mesures passives (y compris l'analyse subséquente des données). Ces techniques nécessitent beaucoup de ressources, s'accompagnent d'un degré d'incertitude plus faible et peuvent convenir à des projets à effet élevé ou à des étapes ultérieures du cycle de vie du projet. Par exemple, au début du processus d'élaboration du projet, une analyse documentaire peut suffire pour estimer la dissipation potentielle des vagues et éclairer la faisabilité d'une protection contre les inondations par la construction de récifs ostréicoles. Plus tard durant le projet, une bouée à vagues peut être installée pour établir les conditions de base, confirmer l'efficacité de la dissipation des vagues après la construction, et faciliter la gestion adaptative à long terme. L'étude de cas 7 décrit l'utilisation de plusieurs techniques (modélisation numérique, balayage Lidar terrestre et analyse technique d'orthophotos) pour évaluer la performance de la GRI.

Le document d'orientation connexe intitulé *Suivi de l'efficacité : méthodes et indicateurs proposés* décrit en détail les méthodes de suivi potentielles et les indicateurs de performance proposés pour la GRI. Ommer et coll. (2022) et Raymond et coll. (2017) fournissent également de précieux renseignements sur les données de base, les méthodes de suivi et les indicateurs potentiels (voir la section 1.4).

Étude de cas 7. Projet d'adaptation des dunes côtières du comté de Humboldt aux changements climatiques

Projet d'adaptation des dunes côtières du comté de Humboldt aux changements climatiques :

Suivi de l'efficacité de la gestion des risques d'inondation et de la biodiversité

Comté de Humboldt
(Californie), États-Unis

Le système dunaire de Humboldt comprend un segment de 50 km de dunes et de plages le long de la côte californienne, à l'ouest d'Eureka. Les dunes constituent une défense contre les risques côtiers pour les collectivités humaines et les infrastructures essentielles, notamment une canalisation d'eau et une usine de traitement des eaux usées. Pour renforcer la protection côtière des dunes contre la montée du niveau de la mer et l'accroissement des risques côtiers, l'*US Fish and Wildlife Service* (Service des pêches et de la faune) et le Humboldt Bay National Wildlife Refuge observent l'effet de différentes méthodes de restauration et de stabilisation sur les dunes (Friends of the Dunes, 2020). Ces méthodes incluent principalement la plantation de végétation indigène et l'éradication d'espèces envahissantes (Judge et coll., 2017).

Le programme de suivi a permis d'évaluer l'effet des stratégies de restauration sur la gestion des risques d'inondation, l'habitat dunaire et la biodiversité depuis leur mise en œuvre en 2008 (Judge et coll., 2017).

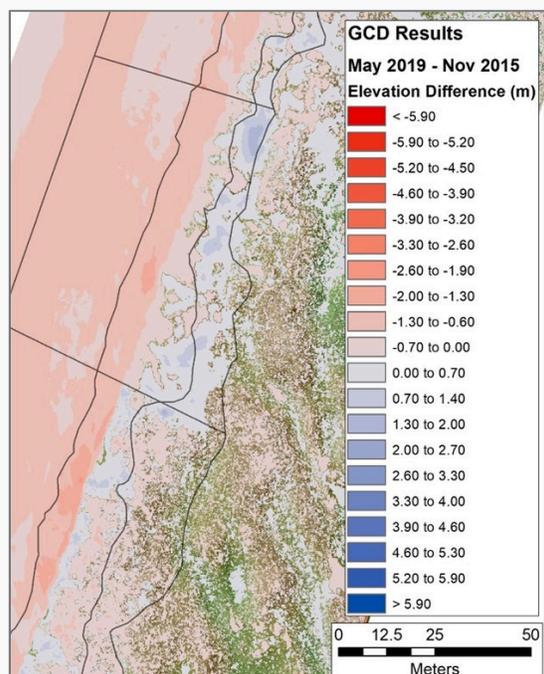
Le projet a permis (Judge et coll., 2017) :

- de mesurer le bilan sédimentaire avec différents types de végétations à l'aide de la télédétection Lidar terrestre et de l'analyse de photographies aériennes pour évaluer l'évolution du littoral;
- de surveiller la construction de l'avant-dune et l'élévation de la dune à l'aide de données topographiques mesurées sur le terrain;
- de mesurer la biodiversité et la couverture végétale le long de transects (à l'aide d'équipes de terrain).

À l'aide de ces données et d'un modèle d'élévation du niveau de la mer, la vulnérabilité des biens culturels et écologiques et des infrastructures face aux risques côtiers sera évaluée. Cette analyse permettra de désigner les zones des dunes qui pourraient nécessiter des travaux de restauration supplémentaires afin d'accroître la protection contre les inondations. Pour plus d'information sur le projet, rendez-vous à l'adresse des « Friends of the Dunes (2020) » à l'adresse :

<<https://www.friendsofthedunes.org/hcrp>>.

Figure 14 – Différence d'élévation des dunes mesurée entre 2015 et 2019. Rouge = érosion; bleu = accumulation



Source : Friends of the Dunes, 2020

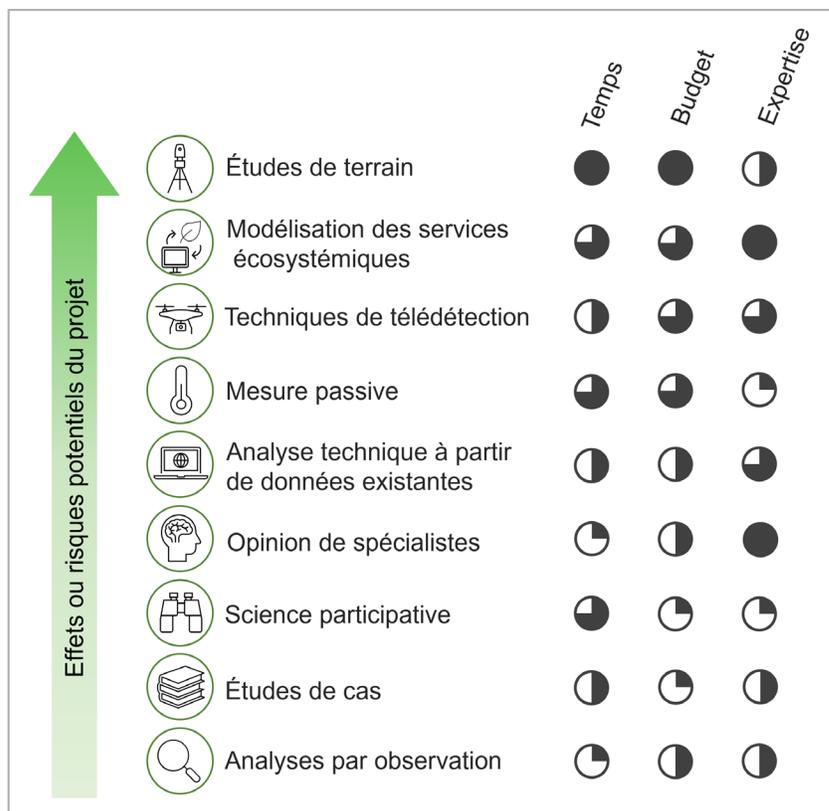
4.2 Avantages connexes sur le plan environnemental

Un avantage connexe sur le plan environnemental peut être évalué en estimant la valeur pécuniaire des services fournis (la section 4.4 traite de l'estimation économique); or, ce type d'analyse ne cerne pas toujours bien la valeur intrinsèque des avantages connexes sur le plan environnemental. En fait, d'autres méthodes de mesure et de suivi permettent de mieux déterminer les indicateurs de performance de ces avantages connexes. De nombreuses techniques permettent d'estimer et de mesurer les avantages connexes sur le plan environnemental, ou d'en faire le suivi. La figure 15 fournit une liste de méthodes potentielles liées aux avantages connexes sur le plan environnemental et résume l'ampleur possible des ressources nécessaires pour appliquer chaque méthode. La flèche et le dégradé de couleurs indiquent l'ampleur d'effets potentiels ou des risques du projet. Les effets potentiels ou les risques les plus élevés sont illustrés parallèlement aux méthodes d'estimation potentielles qui exigent plus de ressources, mais offrent un degré de certitude plus élevé.

La liste des méthodes potentielles n'est pas exhaustive, et les méthodes ne sont pas mutuellement exclusives. Elle sert plutôt à confirmer qu'il est possible d'envisager un large éventail de méthodes. Selon les limites propres au projet, certaines méthodes pourraient ne pas s'appliquer, ou certaines méthodes spécialisées pourraient produire de meilleurs résultats.

Comme indiqué dans la section 4.1, les ressources nécessaires pour faire une estimation se divisent en trois catégories : temps, budget et expertise. Les projets ayant des effets (ou présentant des risques) potentiels importants pourraient exiger des techniques nécessitant plus de ressources. Le document d'orientation connexe intitulé *Suivi de l'efficacité : méthodes et indicateurs proposés* donne plus de détails sur les méthodes de suivi des SFN et les indicateurs.

Figure 15 – Méthodes potentielles d'estimation des avantages connexes sur le plan environnemental, basées sur l'ampleur de l'effet du projet et la disponibilité des ressources



Les études de terrain (c.-à-d. l'utilisation de personnel et d'équipement pour collecter des données discrètes) et les mesures passives (c.-à-d. l'utilisation d'instruments ou d'outils pour collecter des données à long terme) permettent d'obtenir des données empiriques, quantitatives et qualitatives sur le site d'un projet. Les études de terrain et les mesures passives nécessitent des ressources importantes, qui peuvent être adaptées aux besoins, au calendrier, au budget et à l'expertise liés au projet. Les études de terrain avant, pendant et après la construction sont souvent choisies pour évaluer la conformité du projet et réduire l'incertitude. Les mesures passives (p. ex., stations de surveillance météorologique, piquets d'érosion) sont une solution pratique en cas d'accès au site limité ou d'indisponibilité de spécialistes locaux.

La modélisation des services écosystémiques consiste à mesurer la santé, la résilience et la biodiversité des écosystèmes et à en faire le suivi, et à simultanément évaluer les avantages que les écosystèmes procurent à l'être humain (Liquete et coll., 2015; Maes et coll., 2012; Raymond et coll., 2017). Cette méthode fournit une valeur pour divers avantages connexes sur le plan environnemental (p. ex., la santé des sols ou la connectivité des habitats), que la modélisation des services écosystémiques et des réseaux permet d'estimer quantitativement.

Les techniques de télédétection (par exemple, les levés topographiques par Lidar ou la photogrammétrie par drone) sont des moyens efficaces pour recueillir rapidement des données directes, qualitatives et quantitatives sur une vaste superficie, en particulier dans les zones sensibles ou lorsque l'accès au site pourrait être limité. Les techniques de télédétection requièrent souvent l'intervention de spécialistes, et les exigences budgétaires varient considérablement selon la technique utilisée.

L'analyse technique consiste en une évaluation à l'aide de données ou de renseignements, au moyen de données secondaires ou préexistantes. De nombreuses méthodes entrent dans la catégorie de l'analyse technique. Par exemple, les images aériennes multispectrales prises par des satellites (comme Sentinel et Landsat) peuvent servir à l'analyse de la biomasse végétale ou à l'établissement de l'indice de végétation par différence normalisée (IVDN). Ces deux méthodes quantifient la végétation et peuvent fournir des renseignements sur divers enjeux environnementaux, notamment la qualité de l'air, la séquestration du carbone, la santé de la végétation et l'atténuation du bruit (Ommer et coll., 2022). Il existe déjà en Amérique du Nord de nombreux programmes permettant de collecter et de distribuer des données de télédétection (p. ex., imagerie aérienne, données Lidars, données bathymétriques), qui constituent une excellente source de données nécessaires aux analyses techniques.

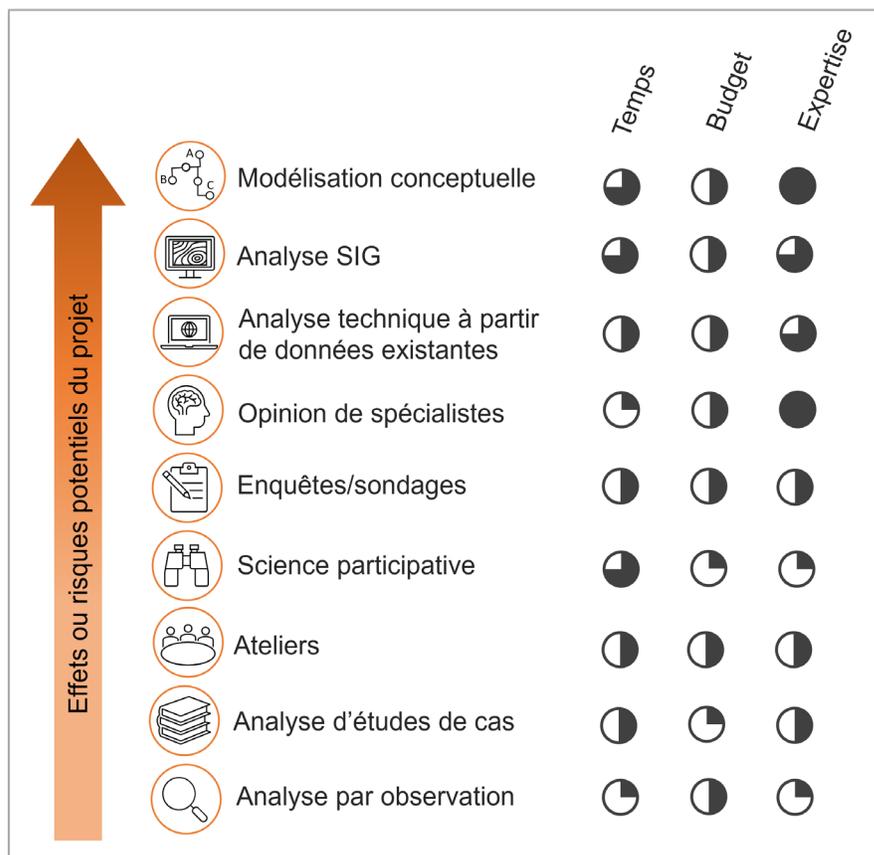
Certaines techniques nécessitent moins de ressources, comme obtenir l'avis de spécialistes, la science participative, l'examen d'études de cas et l'analyse par observation (c'est-à-dire l'analyse basée uniquement sur ce qui peut être observé) (Shiao et coll., 2020; Brill et coll., 2021). En particulier, les avis de spécialistes peuvent présenter des avantages significatifs au cours des étapes liminaires d'un projet, lorsque le budget et les données disponibles sont limités. Ces avis peuvent être très efficaces; en effet, ces personnes peuvent faire des déductions et prendre des décisions éclairées sur la base des renseignements limités qu'elles ont, en s'appuyant sur une expérience et des connaissances considérables dans un domaine particulier (Shiao et coll., 2020; Brill et coll., 2021).

4.3 Avantages connexes sur le plan social

L'évaluation des avantages connexes sur le plan social peut aussi se faire en estimant la valeur pécuniaire des services fournis (la section 4.4 traite de l'estimation sur le plan économique); cependant, si une estimation sur le plan économique est choisie, les avantages connexes intangibles sur le plan social (par exemple, l'équité et l'inclusion) sont généralement omis. Plusieurs autres techniques permettent de caractériser les avantages connexes sur le plan social. La figure 16 présente une liste générale des méthodes d'estimation des avantages connexes potentielles sur le plan social, et

résume l'ampleur des ressources nécessaires pour leur application. En fonction des limites propres au projet, certaines méthodes peuvent ne pas s'appliquer, ou des méthodes spécialisées pourraient produire de meilleurs résultats. Le document d'orientation connexe intitulé *Suivi de l'efficacité : méthodes et indicateurs proposés* explique plus en détail la méthode et les indicateurs de suivi des SFN.

Figure 16 – Méthodes potentielles d'estimation des avantages connexes sur le plan social, basées sur l'ampleur de l'effet du projet et la disponibilité des ressources



La modélisation conceptuelle consiste à créer une représentation graphique d'un système dynamique, qui illustre les relations, les connexions et les rétroactions positives et négatives (Gray et coll., 2015; Raymond et coll., 2017). L'objectif est de réunir un groupe diversifié de spécialistes et d'échanger des idées sur les éléments importants du système analysé, puis d'établir des liens entre éléments de niveau d'influence variables (positifs et négatifs), déterminés par les spécialistes. Gray et coll. (2015) présentent une étude de cas qui utilise la modélisation conceptuelle « floue » et l'analyse de la résilience pour décrire les changements au bien-être communautaire et aux populations d'animaux sauvages par rapport à l'accroissement de l'immigration.

Il est possible d'évaluer de nombreux avantages connexes sur le plan social relatifs aux loisirs et au tourisme à l'aide de techniques d'analyse SIG (par exemple, l'analyse des changements d'affectation des terres à l'aide de photos aériennes recueillies pour le projet). Les analyses SIG qui s'appuient sur des données secondaires ou préexistantes peuvent nécessiter moins de ressources, sauf lorsqu'une vérification sur le terrain est nécessaire.

La participation communautaire et la communication sont des éléments essentiels pour mesurer les avantages connexes sur le plan social. La science participative, les ateliers et les enquêtes et sondages

sont des moyens efficaces pour les réaliser. Les ateliers, enquêtes et sondages en particulier, favorisent un dialogue ouvert entre les responsables et la collectivité, qui peuvent tous deux appuyer l'estimation des avantages connexes sur le plan social et contribuer à l'adhésion du public. Par exemple, les sondages sur les préférences révélées sont souvent utilisés pour établir une valeur économique liée à certains avantages connexes sur le plan social. L'étude de cas 8 illustre l'utilisation de l'engagement communautaire et des enquêtes en appui à une étude socioéconomique.

Comme c'est le cas pour les méthodes visant les avantages connexes sur le plan environnemental et économique, il est possible d'estimer les avantages connexes sur le plan social par trois méthodes : l'analyse des études de cas, l'analyse par observation, et les avis de spécialistes. Ces trois méthodes nécessitent relativement peu de ressources et peuvent convenir à des projets qui en sont aux premiers stades d'élaboration ou à des projets aux effets potentiels ou aux risques limités.

Étude de cas 8. Suivi des effets socioéconomiques de sites de SFN dans l'État de New York

Réserve de Widow's Hole : Suivi des effets socioéconomiques des SFN à l'aide du cadre d'État

État de New York,
États-Unis

L'État de New York a élaboré le *Statewide Shoreline Monitoring Framework* (cadre de surveillance du rivage à l'échelle de l'État), soit un cadre de suivi normalisé qui permet d'évaluer les différents sites de SFN dans l'ensemble de l'État (Science + Resilience Institute, 2020). Ce cadre vise à mesurer l'efficacité en matière d'atténuation des risques, ainsi que les répercussions écologiques et socioéconomiques des SFN. Le document d'orientation connexe, intitulé *Suivi de l'efficacité : méthodes et indicateurs proposés* fournit plus de détails sur cette initiative.

Le projet de littoral vivant de la réserve de Widow's Hole a été évalué au moyen d'une étude documentaire et d'une étude de terrain, dans le cadre d'un projet pilote visant à mettre à l'essai le cadre et à éclairer son élaboration future (Science + Resilience Institute, 2020). Une équipe de terrain a procédé à une évaluation sociale par observation du littoral à l'intérieur d'une « zone sociale » autour du site qui a été établie avant la visite sur le terrain. En outre, une enquête a été menée auprès de ménages sélectionnés au hasard dans un rayon de 1,08 km autour des 30 entreprises les plus proches. L'équipe de terrain a suggéré de réduire ce rayon lors des prochaines visites pour gagner du temps et pour s'assurer que le ménage le plus proche de l'élément du littoral fera l'objet d'un suivi.

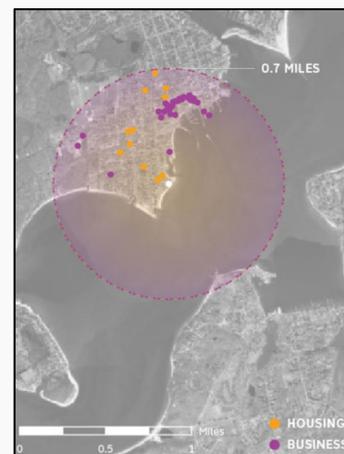
Le tableau ci-dessous énumère certains des paramètres et indicateurs du Statewide Shoreline Monitoring Framework inclus dans l'étude socioéconomique (Science + Resilience Institute, 2020). Des renseignements complémentaires sur les indicateurs (et d'autres détails du projet) se trouvent sur le site Web du Département d'État pour le Statewide Shoreline Monitoring Framework à l'adresse : <<https://dos.ny.gov/statewide-shoreline-monitoring-framework>>.

Tableau 6 – Paramètres et indicateurs inclus dans l'étude socioéconomique

Paramètre	Indicateur
Qualité de vie	Perception du risque au sein de la collectivité Satisfaction par rapport au voisinage
Participation citoyenne	Nombre de personnes participant à la gouvernance du rivage
Usage récréatif et culturel	Étude par observation
Développement économique	Évolution de la valeur des biens immobiliers Indice d'activité des entreprises Infrastructures/installations exposées aux risques d'inondation
Justice environnementale	Indice de justice environnementale

Source : adapté de Science + Resilience Institute, 2020

Figure 17 – Zone d'étude socioéconomique

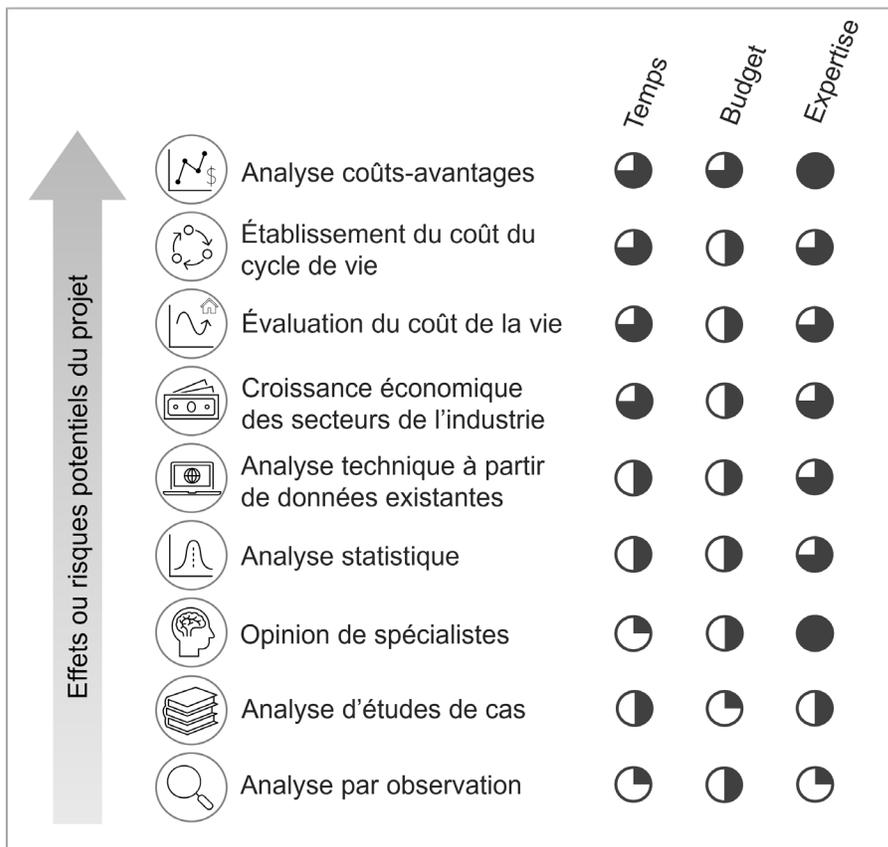


Source : Science + Resilience Institute, 2020

4.4 Avantages connexes sur le plan économique

Il est possible d’évaluer de nombreux avantages connexes sur le plan économique en utilisant des méthodes quantitatives, puisque les indicateurs de ces avantages connexes sont souvent exprimés en unités monétaires. Cependant, il se pourrait que les méthodes qualitatives soient toujours applicables lorsque les ressources ou données sont limitées. La figure 18 présente une liste générale des méthodes potentielles relatives aux avantages connexes sur le plan économique, et résume l’ampleur des ressources que l’application de chaque méthode pourrait nécessiter. En fonction des limites propres au projet, certaines méthodes peuvent ne pas s’appliquer, ou des méthodes spécialisées pourraient produire de meilleurs résultats. Le document d’orientation connexe intitulé *Suivi de l’efficacité : méthodes et indicateurs proposés* explique plus en détail la méthode et les indicateurs de suivi des SFN.

Figure 18 – Méthodes potentielles d’estimation des avantages connexes sur le plan économique, basées sur l’ampleur de l’effet du projet et la disponibilité des ressources



Une analyse coûts-avantages sur le plan économique consiste à comparer la somme des coûts économiques et celle des avantages économiques (valeur actuelle ou future) d’une action précise (Groenendijk et coll., 2020). Les analyses coûts-avantages sur le plan économique permettent d’estimer de nombreux avantages connexes, y compris, par exemple, les économies de coûts grâce aux heures de bénévolat, aux pertes évitées imputables aux inondations et à l’augmentation des impôts. Ce type d’analyse nécessite la collecte, la mesure ou la modélisation d’une grande quantité d’information complémentaire. Par exemple, pour estimer les pertes évitées imputables aux inondations, il pourrait être nécessaire de modéliser les étendues d’inondations avec et sans intervention et évaluation des biens touchés. L’Eastern Research Group (2015) fournit un guide

complet pour réaliser des analyses coûts-avantages pour les projets SFN. L'étude de cas 9 présente un exemple d'utilisation de l'analyse coûts-avantages pour estimer et comparer diverses options de défense contre les dangers côtiers.

Étude de cas 9 – Analyse coûts-avantages pour l'Anse du Sud

Analyse coûts-avantages pour l'Anse du Sud :

Percé (Québec)

Analyse coûts-avantages incluant les avantages connexes

Canada

En 2016, Ressources naturelles Canada a lancé un programme pour évaluer la viabilité économique de diverses options d'adaptation côtière (RNCAN, 2022). Dans le cadre de ce projet, une analyse coûts-avantages a été menée pour évaluer les avantages économiques des options de défense côtière axées sur les SFN et sur l'ingénierie lourde, par rapport à la non-intervention dans 11 sites au Québec et au Canada atlantique (Boyer-Villemare et coll., 2016).

Des tempêtes en 2016 et 2017 ont causé des dégâts dans la ville de Percé : les eaux ont emporté la promenade de l'Anse du Sud (Alberti-Dufort et coll., 2022). L'Anse du Sud figure parmi les 11 sites inclus dans l'analyse coûts-avantages menée pour quantifier les coûts estimés pour construire chaque option de défense côtière, et les avantages d'une protection accrue contre les inondations. L'analyse a aussi quantifié une valeur pécuniaire pour les avantages connexes que chaque option devrait procurer, à savoir :

Tourisme

Frayères des poissons

Usage récréatif du rivage

Qualité de vie

Embellissement du paysage (Boyer-Villemare et coll., 2016).

L'analyse a cerné la recharge en sable comme étant la meilleure option de défense côtière pour l'Anse du Sud – elle devrait rapporter un avantage financier de plus de 770 millions de dollars canadiens sur 50 ans, comparativement à la non-intervention (Boyer-Villemare et coll., 2016) –, principalement en raison de la forte augmentation du tourisme que devrait entraîner la restauration de la plage (Alberti-Dufort, 2022).

L'évaluation du coût du cycle de vie est un outil d'analyse technico-économique qui permet d'évaluer le coût total de mise en œuvre, de suivi et de réparation d'un projet de GRI (y compris les éléments visant à maximiser les avantages connexes) à long terme. Elle prend en compte tous les coûts initiaux et futurs liés aux investissements, à l'achat de matériaux, à l'installation, au fonctionnement, à l'entretien, au financement et à l'élimination pendant la durée de vie du projet. Cette méthode est particulièrement utile pour comparer d'autres projets qui offrent les mêmes avantages (y compris les avantages de la GRI et les avantages connexes sur le plan environnemental ou social), mais qui diffèrent en ce qui concerne les coûts d'investissement et d'exploitation (Kubba, 2010).

De nombreuses méthodes d'estimation sur le plan économique comptent fortement sur les connaissances de spécialistes et se servent d'indicateurs axés sur des données quantitatives et à grande échelle. Une analyse technique est souvent nécessaire pour déterminer les tendances dans les données sur le marché, tout comme une analyse statistique, qui consiste en la collecte, l'examen et la découverte de tendances (par exemple, l'évaluation des coûts des dommages, l'évaluation des coûts de remplacement, etc.). Par exemple, une évaluation du coût de la vie utilise les données disponibles localement concernant les dépenses de base de la vie quotidienne (c.-à-d. la nourriture, l'eau, le logement, les impôts et les soins de santé) et les compare aux salaires locaux (Banton, 2021). Il est

ainsi possible d'évaluer les avantages connexes, sur le plan économique, d'un projet pour une collectivité.

Une autre méthode d'estimation consiste à examiner la façon dont les différents secteurs de l'économie ont évolué au fil du temps en réaction aux avantages connexes. Par exemple, il est possible d'utiliser cette méthode pour déterminer l'incidence sur les secteurs agricoles en quantifiant le rendement de la pêche, la production agricole et le rendement de l'élevage. D'autres secteurs peuvent être estimés par la croissance économique, notamment le tourisme, les petites entreprises et le secteur du divertissement.

Comme c'est le cas pour les avantages connexes sur le plan environnemental et social, il est aussi possible d'estimer les avantages connexes sur le plan économique par une analyse d'études de cas (p. ex. analyse du transfert d'avantages), une analyse par observation et les avis de spécialistes. Ces trois méthodes exigent relativement peu de ressources et peuvent convenir à des projets qui en sont aux premières étapes d'élaboration, dans des lieux où peu de données sont disponibles, ou pour des projets aux effets ou aux risques limités. L'étude de cas 10, appuyée par l'utilisation d'une boîte à outils existante, décrit une initiative visant à évaluer les avantages économiques que procurent les actifs naturels de la municipalité (MNAI, 2021b).

Étude de cas 10. Initiative visant les actifs naturels municipaux en Colombie-Britannique

Initiative visant les actifs naturels municipaux :
Résilience côtière incluant les avantages connexes sur le plan économique

Gibsons (Colombie-Britannique)
Canada

Les actifs naturels d'une municipalité désignent les ressources naturelles ou les écosystèmes sur lesquels une administration locale peut s'appuyer pour offrir de façon durable des services à l'échelle locale et gérer les risques. Les actifs naturels peuvent générer d'importants avantages économiques pour les collectivités en réduisant les coûts et les dommages liés aux inondations et à l'érosion, et en réduisant les coûts d'entretien et d'exploitation (MNAI, 2021b).

Dans le cadre de la *Municipal Natural Assets Initiative* (MNAI), un projet de résilience côtière a été lancé en 2020-2021 pour faire face aux effets des changements climatiques sur les infrastructures côtières vulnérables à Gibsons (Colombie-Britannique), au Canada.

Dans le cadre de ce projet, la ville de Gibsons a évalué le potentiel de diverses mesures d'adaptation pour atténuer les effets futurs de l'érosion et d'inondations causés par les changements climatiques, l'élévation du niveau de la mer et l'augmentation du nombre de tempêtes. Le processus de la MNAI consistait à évaluer quantitativement les coûts et les dommages évités (coût de la perte de plages et des dommages causés par les inondations) pour quatre actifs naturels (l'amélioration de la végétation du littoral, la recharge en sable, l'amélioration des zostères submergées et les structures submergées), et à élaborer un outil de modélisation (Coastal Toolbox) pour comparer le succès obtenu avec chaque actif naturel (MNAI, 2021b).

Les résultats de l'analyse indiquent que l'amélioration de la végétation du littoral, la recharge en sable, le renforcement des zostères et une meilleure rétention des sédiments devraient permettre d'atténuer au mieux les coûts liés à l'érosion. L'analyse montre également que l'infrastructure qui longe la partie sud de Gibsons (voir la figure 19) est exposée à des risques d'inondation mineurs; cependant, il y a également, dans le secteur de la marina, de 14 à 52 bâtiments qui sont exposés à des risques d'inondation, notamment en raison de l'élévation du niveau de la mer. Les tempêtes côtières pourraient causer de 3,4 à 16,2 millions de dollars canadiens de dommages dans le secteur de la marina (MNAI, 2021b).

Figure 19 – Aperçu de la zone visée par le projet, Gibsons (C-B.)



Source : MNAI, 2021b

5 Avantages connexes et gestion adaptative

La gestion adaptative est un processus décisionnel itératif et systématique qui sert à cerner les incertitudes et les moyens de réduire les risques ainsi que le degré d'incertitude grâce au suivi (Bridges et coll., 2021, 273; Rist et coll., 2013). Avec ce mode de gestion, l'équipe de projet peut faire un suivi du système, en tirer des enseignements et le gérer facilement. Elle s'assure ainsi que tous les indicateurs de performance atteignent les résultats (objectifs ou paramètres) souhaités (Bridges et coll., 2021, 274; Cado van der Lely et coll., 2021).

La gestion adaptative est essentielle pour garantir la réalisation des avantages connexes, à chacune des étapes du cycle de vie du projet, mais surtout à l'étape d'exploitation. Elle garantit la prise de mesures tout au long du cycle de vie afin d'optimiser les avantages connexes associés à ce projet et à son plan de suivi des avantages connexes. La gestion adaptative des avantages connexes permet aussi de limiter les possibles effets imprévus et oblige à rendre des comptes au public.

Le suivi fournit des données essentielles à la fois pour l'estimation des avantages connexes et pour la gestion adaptative. Par conséquent, la conception des programmes de suivi et de gestion adaptative doit comprendre une analyse minutieuse de l'estimation des avantages connexes déterminés et prévus. La sélection d'indicateurs de performance et de paramètres doit se fonder sur suffisamment de données pour éclairer les estimations d'avantages connexes prévus et réduire les incertitudes du projet.

Il est également important de comprendre l'importance d'une rétroaction prompte entre les initiatives de suivi, les estimations et la gestion adaptative. Cela facilitera la prise de mesures par les responsables, en particulier aux étapes critiques, par exemple pendant la construction ou lorsque des interventions sont nécessaires après la construction. De plus, le suivi et la gestion adaptative en vue d'obtenir des avantages connexes doivent se poursuivre bien au-delà des interventions liées à la construction ou à la gestion adaptative (Cado van der Lely et coll., 2021).

Pour en savoir plus sur la gestion adaptative, reportez-vous au document intitulé *International Guidelines on Natural and Nature-based Features for Flood Risk Management, chapitre 7 : Adaptive Management* (de Loeff et coll., 2021).

6 Possibilités et orientations futures

Les avantages connexes renforcent les résultats des projets SFN par des effets positifs pour l'environnement, la société et l'économie. Ces projets peuvent avoir des effets positifs plus larges quand leurs objectifs sont alignés sur ceux de la collectivité locale, des peuples autochtones et des parties prenantes. L'évaluation des avantages connexes comporte de nombreux avantages, entre autres la possibilité de faire une comparaison holistique entre différentes options, d'accroître l'adhésion du public et d'éclairer la gestion adaptative. Cependant, plusieurs défis et écarts des savoirs existent relativement à l'évaluation et à la réalisation des avantages connexes, qui nuisent à l'adoption générale des SFN. La section 1.3 désigne plusieurs obstacles à la réalisation des avantages connexes sur le plan environnemental, social et économique; l'encadré 3 résume les possibilités et initiatives potentielles que peuvent utiliser les responsables pour les écarter.

Souvent, améliorer la communication et le dialogue avec la communauté locale, les peuples autochtones, le milieu universitaire et les parties prenantes permet de limiter les obstacles sociaux liés aux avantages connexes. Une communication accrue facilitera la coopération, l'établissement d'objectifs communs, la compréhension, la confiance envers les personnes qui prennent les décisions et l'échange de connaissances. Des ateliers ou des séminaires sur les avantages connexes, ou encore des initiatives de science participative pourraient avoir le même effet.

Des méthodes et cadres normalisés sont essentiels afin d'acquérir une compréhension technique de la détermination, de l'estimation, de la comparaison et du succès global de la mise en œuvre des avantages connexes. Les normes s'avèrent utiles à l'échelle nationale comme locale. Elles permettent d'évaluer la pertinence, l'ampleur et la faisabilité d'une SFN donnée sur le plan économique, social et environnemental. De plus, des méthodes et cadres normalisés peuvent servir à l'examen des concessions liées aux avantages connexes, de manière à garantir la transparence, à faciliter la gestion adaptative et à examiner les liens possibles avec les objectifs et engagements internationaux. Des normes applicables à l'ensemble de l'industrie offriraient de l'orientation aux personnes en position de décision, réduiraient le degré d'incertitude et permettraient de mieux comparer les avantages connexes générés par plusieurs projets de GRI. Le document d'orientation connexe intitulé *Suivi de l'efficacité : méthodes et indicateurs proposés*, propose des méthodes de suivi et des indicateurs normalisés pour les SFN dans ce but précis.

L'échange des connaissances est un autre facteur essentiel pour retirer les obstacles à la mise en œuvre des avantages connexes. La création d'une base de données centralisée pour l'ensemble de l'industrie qui contient les études de cas sur les avantages connexes, les estimations et les résultats de suivi fournira des renseignements additionnels à l'appui d'évaluations de projets à venir. Il y a de nombreuses façons d'y arriver, dont la coopération entre les gouvernements locaux, régionaux et nationaux, les organisations internationales, ou par des communautés de pratique établies (p. ex., la communauté de pratique de la CCE sur les SFN).

Le manque de financement pour évaluer les avantages connexes, leur suivi à long terme et les SFN en général constitue un obstacle important à la réalisation de ces avantages (et à leur intégration dans la gestion adaptative, par exemple). Améliorer la communication et la mobilisation, préparer des études de cas et sensibiliser aux avantages des SFN sont des pas dans la bonne direction, mais un système de financement stratégique sur le plan régional permettrait d'atténuer ces difficultés. Accroître les investissements liés aux avantages connexes passera par une collaboration à long terme entre les parties prenantes, les organismes gouvernementaux et le secteur privé. Les stratégies de financement doivent tenir compte des politiques, mécanismes et protocoles propres à chaque région (Brill et coll., 2021). Les gouvernements pourraient soutenir davantage les SFN et les avantages connexes en élaborant des politiques et lois qui rendent obligatoires l'inclusion d'évaluations des avantages connexes et la diffusion de données de projet relatives à ces avantages, et qui favorisent plus d'investissements dans les SFN.

Encadré 3 – Possibilités et orientations futures relativement aux avantages connexes des SFN, et le type d'obstacle qu'elles écartent

Possibilités et orientations futures	Type d'obstacle écarté			
	Social	Technique	Environ.	Institutionnel
1. Organiser ou financer des séances, ateliers et séminaires sur les avantages connexes des SFN.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2. Encourager la participation de diverses parties prenantes (responsables politiques, peuples autochtones, groupes sociaux) durant tout le cycle de vie du projet.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Élaborer des initiatives de science participative pour mobiliser davantage la collectivité locale et accroître la confiance et le taux d'adoption.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Établir une communauté de pratique avec des spécialistes dans plusieurs disciplines et plusieurs régions.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Élaborer des programmes de formation courts (avec des matériels facilement accessibles) sur les méthodes standard d'estimation des avantages connexes.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Inclure une formation sur la détermination, l'estimation et la comparaison des avantages connexes dans les programmes/diplômes universitaires.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Créer une base de données centralisée (à l'échelle de l'industrie) pour héberger et diffuser les données sur l'évaluation des avantages connexes.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Faire en sorte que les données historiques et existantes sur les avantages connexes soient accessibles au public.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Encourager et mettre en lumière les études de cas qui comprennent une estimation des avantages connexes (surtout celles qui comparent les SFN aux infrastructures grises).	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10. Encourager et mettre en lumière les études de cas présentant des résultats à long terme.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11. Établir ou déterminer un guide technique normalisé relatif aux méthodes d'estimation des avantages connexes (à l'usage des spécialistes).	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Modifier les approbations réglementaires afin qu'elles exigent la comparaison des avantages connexes pour plus d'une option de conception (y compris l'inaction).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13. Demander (par exemple, dans les demandes de propositions) que les promoteurs incluent l'évaluation des avantages connexes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14. Exiger que les équipes de projet s'engagent à diffuser leurs données (y compris les résultats d'évaluations des avantages connexes).	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15. Établir des voies de financement à l'échelle régionale pour le suivi à long terme et la gestion adaptative d'indicateurs de performance des avantages connexes.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16. Établir des voies de financement à l'échelle régionale pour les projets qui procurent d'importants avantages connexes aux collectivités locales et à l'environnement.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
17. Transmettre aux organismes gouvernementaux les directives existantes sur les avantages connexes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18. Poursuivre les initiatives en cours d'évaluation des éléments de capital naturel pour souligner les avantages connexes que procurent les SFN.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

7 Conclusions

Le présent document rassemble des renseignements sur les avantages connexes dans le contexte de la GRI par les SFN au Canada, au Mexique et aux États-Unis. Il propose avant tout des conseils relatifs à la détermination, à l'estimation et à la comparaison des avantages connexes et des moyens possibles afin de combler les écarts de savoirs et d'écarter les obstacles à la mise en œuvre des avantages connexes.

L'estimation des avantages connexes est nécessaire afin de comparer efficacement les SFN aux solutions de GRI conventionnelle (c'est-à-dire grises) et communiquer pleinement les avantages que procurent les SFN. Elle appuie également la conception, la gestion adaptative, la recherche future et l'adoption générale des SFN pour la GRI.

Un cadre d'évaluation des avantages connexes a été élaboré dans le présent rapport pour soutenir l'intégration de ces avantages dans le cycle d'élaboration du projet. Ce cadre est divisé en trois étapes itératives : 1) détermination, 2) estimation, 3) comparaison.

L'étape de détermination permet de comprendre un projet SFN dans son ensemble, de mobiliser et de consulter plusieurs parties prenantes, et de cerner les enjeux et défis locaux. Cette étape aboutit à l'élaboration d'une liste générale d'avantages connexes et de stratégies de mise en œuvre potentiels (p. ex., particularités techniques ou actions). Le chapitre 2 décrit de nombreux avantages connexes potentiels sur le plan économique, environnemental et social.

L'estimation consiste à déterminer la valeur potentielle d'un avantage connexe donné. À cette étape, l'accent est souvent mis sur la valeur économique des résultats, ce qui dévalue par inadvertance les avantages connexes sociaux et environnementaux moins quantifiables (c'est-à-dire intangibles). Dans le présent rapport, nous reconnaissons l'importance d'adopter une approche plus holistique de l'estimation qui évite d'associer cette valeur à l'argent, et vice-versa. L'estimation vise plutôt à quantifier l'importance, le mérite, l'utilité et/ou la valeur pécuniaire d'un avantage connexe donné. Les méthodes d'estimation varient selon les limites en matière de ressources (financement, calendrier et expertise). Elles peuvent recourir tant à des techniques qualitatives qu'à des techniques quantitatives. Le chapitre 4 décrit des méthodes potentielles d'estimation.

L'étape de la comparaison consiste à évaluer les concessions et à prioriser certains avantages connexes pour appuyer la prise de décisions et la conception. Il est également possible de comparer les avantages connexes associés aux différentes options de conception pour appuyer le choix d'une solution de rechange privilégiée (par exemple, la comparaison entre les SFN et les infrastructures grises). Le présent rapport recommande d'adopter l'analyse multicritère pour comparer les avantages connexes, afin de faciliter la comparaison entre les avantages non quantifiables et intangibles.

Enfin, il existe de nombreuses occasions de faire progresser les SFN en éliminant les obstacles et les lacunes dans les données liées à l'estimation et à la réalisation des avantages connexes. Élargir les possibilités de financement pour les projets comprenant l'estimation des avantages connexes, étendre la formation/les connaissances sur l'estimation des avantages connexes, et préparer des études de cas ou établir des bases de données servant de référence pour des projets à venir et pour les personnes qui prennent des décisions sont autant de mesures essentielles pour écarter les obstacles à la réalisation des avantages connexes.

Annexe : Modèle de cadre de notation

Le tableau 7 présente un modèle de cadre de notation pour simplifier la comparaison des avantages connexes entre plusieurs options de GRI. Ce cadre utilise l'analyse multicritère, qui facilite la notation et la comparaison des avantages connexes intangibles (ou qualitatifs). Ce cadre peut être utilisé pour un projet précis pour évaluer chaque option de GRI envisagée. Les parties prenantes, les spécialistes et l'équipe de projet devraient participer en offrant des conseils sur la pondération. Une fois les évaluations terminées, la note totale peut être utilisée pour comparer les options de GRI et sélectionner l'option préférée.

Tableau 7 – Modèle de cadre de notation

1. Sélection et description de l'indicateur		2. Définition de la stratégie de notation			3. Évaluation des notes		
Indicateur	Avantage(s) connexe(s)	Note	Directive de notation	Pondération (%)	Note	Justification	Note pondérée
<i>[Ajouter la description de l'indicateur qui a été mesuré/estimé]</i>	<i>[Lister tous les avantages connexes auxquels l'indicateur s'applique]</i>	5	<i>[Donner des directives sur la façon dont l'utilisateur doit attribuer chaque note]</i>	<i>[Attribuer une pondération de 0 à 100 %]</i>	<i>[Note de 0 à 5 attribuée par l'utilisateur.]</i>	<i>[L'utilisateur justifie la note attribuée et renvoie aux directives de notation]</i>	<i>[Note pondérée = pondération (%) × note]</i>
		4					
		3					
		2					
		1					
		0					
		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
		0					
		5					
		4					
		3					
		2					
		1					
		0					
Total :				100 %	<i>Max = 5 points</i>	Total :	

Bibliographie

- Alberti-Dufort, A., V. Bourduas Crouhen, D. Demers-Bouffard, R. Hennigs, S. Legault, J. Cunningham, C. Larrivée et Ouranos (2022). *Québec - Chapitre 2, Rapport sur le climat changeant du Canada : Rapport sur les perspectives régionales*, (éd.) F.J. Warren, N. Lulham, D.L. Dupuis et D.S. Lemmen; gouvernement du Canada, Ottawa (Ontario). Accessible en ligne : <<https://changingclimate.ca/regional-perspectives/fr/chapitre/2-0/>>.
- Banton, C. (2021). « Cost of living definition. » Investopedia. Accessible en ligne <www.investopedia.com/terms/c/cost-of-living.asp>. Consulté le 12 octobre 2022.
- Beven, J. L., A. Hagen et R. Berg. 2022. *National Hurricane Center tropical cyclone report – hurricane IDA (AL092021)*. National Hurricane Center, avril 2022. Accessible en ligne : <www.nhc.noaa.gov/data/tcr/AL092021_Ida.pdf>.
- Boyer-Villemare, U., M. Circé, L. Da Silva, C. Desjarlais et F. Morneau. (2016). *Atlantic-Quebec Cost-Benefit Analysis of Adaptation Options in Coastal Areas: Synthesis Report*. Montreal : Ouranos.
- Bridges, T.S., J.K. King, J.D. Simm, M.W. Beck, G. Collins, Q. Lodderet R.K. Mohan. 2021. *International guidelines on natural and nature-based features for flood risk management*. Vicksburg, MS, USA : Army Engineer Research Development Center. Accessible en ligne : <<https://hdl.handle.net/11681/41946>>.
- Bridges, T.S., P.W. Wagner, K.A. Burks-Copes, M.E. Bates, Z.A. Collier, C.J. Fischenich, J.Z. Gailani, L.D. Leuck, C.D. Piercy, J.D. Rosati, E.J. Russo, D.J. Shafer, B.C. Suedel, E.A. Vuxtonet T.V. Wamsley. 2015. *Use of natural and nature-based features (NNBF) for coastal resilience*. US Army Engineer Research and Development Center, Environmental Laboratory, Coastal and Hydraulics Laboratory. Accessible en ligne : <<https://usace.contentdm.oclc.org/digital/collection/p266001coll1/id/3442/>>.
- Brill, G., T. Shiao, C. Kammeyer, S. Diringler, K. Vigerstol, N. Ofosu-Amaah, M. Matosich, C. Müller-Zantop, W. Larson et T. Dekker (2021). *Benefit accounting of nature-based solutions for watersheds: guide*. Oakland, Californie, United Nations CEO Water Mandate et Pacific Institute. Accessible en ligne : <<https://ceowatermandate.org/nbs/wp-content/uploads/sites/41/2021/03/guide.pdf>>.
- Bureau d'assurance du Canada (2023). « Dommage assurés de l'ouragan Fiona maintenant supérieurs à 800 millions de dollars ». <https://fr.abc.ca/news-insights/news/insured-damages-from-hurricane-fiona-now-over-800-million>> Consulté le 25 avril 2023.
- Cado van der Lely, A., E. van Eekelen, D. Honingh, J. Leenders, S. McEvoy, E. Penning, M. Sterk, I. Voskamp, A. Warren et V. van Zelst (2021). *Building with Nature: a future proof strategy for coping with a changing and uncertain world*. Ecoshape White Paper. Accessible en ligne : <www.ecoshape.org/app/uploads/sites/2/2021/01/S20.0022-Whitepaper-uncertainties-def.pdf>.
- Cruz L., C. Sarmiento, S. Velázquez, H. Rivas, Á. Juárez, A. Quiñones, T. Morfin, I. Tsuji, R. Muñoz, M. Monteón, R. Guzmán, P. Rubio, M. Chávez, C. Farfán, A. Vazquez, J. Lara, J. Carrillo et C. Leo. (2020). *Mayakoba Sustentable*. Accessible en ligne : <<https://viewer.joomag.com/mayakoba-sustentable-2020-revista2020/0429507001564016107?short>>.
- Davis M., S. Toews and S. Northrup. 2015. *Existing ecological conditions at proposed New Brighton Park habitat enhancement project PMV habitat enhancement program*. Burnaby, Canada :

- Hemmera Envirochem Inc. Accessible en ligne <<https://vancouver.ca/files/cov/report-existing-ecological-conditions-at-proposed-new-brighton-park-habitat-enhancement-project.pdf>>.
- de Looft, H., T. Welp, N. Snider et R. Wilmlink (2021). Chapter 7: Adaptive management. In *International Guidelines on Natural and Nature-Based Features for Flood Risk Management*, rédigé par T. S. Bridges, J. K. King, J. D. Simm, M. W. Beck, G. Collins, Q. Lodder et R. K. Mohan. Vicksburg (Mississippi), U.S. Army Engineer Research and Development Center. Accessible en ligne : <<https://hdl.handle.net/11681/41946>>.
- DHI Water and Environment Inc. (2022). Solutions fondées sur la nature pour gérer les risques d'inondation dans les villes côtières : atelier sommaire. Préparé pour le compte de la Commission de coopération environnementale.
- Dillard, M., C. Brooks, H. Fisher, H. Pietersen, A. Nijhuis, A. van Breda et S. Durden (2021). Chapter 3: Engaging Communities and Stakeholders in Implementing NNBF, in *International Guidelines on Natural and Nature-Based Features for Flood Risk Management*, rédigé par T.S. Bridges, J.K. King, J.D. Simm, M.W. Beck, G. Collins, Q. Lodderet et R.K. Mohan. Vicksburg (Mississippi), U.S. Army Engineer Research and Development Center. Accessible en ligne : <<https://hdl.handle.net/11681/41946>>.
- Diringer, S., H. Cooley, M. Shimabuku, S. Abraham, M. Gorchels, C. Kammeyer et R. Wilkinson (2020). *Incorporating multiple benefits into water projects: a guide for water managers*. Oakland (Californie), Pacific Institute. Accessible en ligne : <https://pacinst.org/wp-content/uploads/2020/06/Incorporating-Multiple-Benefits-into-Water-Projects_Pacific-Institute-June-2020.pdf>.
- Eastern Research Group (2015). *A guide to assessing green infrastructure costs and benefits for flood reduction*. NOAA Office for Coastal Management. Accessible en ligne : <<https://coast.noaa.gov/data/digitalcoast/pdf/gi-cost-benefit.pdf>>.
- Eyquem, J. L. (2021). *Rising Tides and Shifting Sands: Combining Natural and Grey Infrastructure to Protect Canada's Coastal Communities*. Waterloo, Canada, Intact Centre on Climate Adaptation, Université de Waterloo. Accessible en ligne : <www.intactcentreclimateadaptation.ca/wp-content/uploads/2021/12/UoW_ICCA_2021_12_Coastal_Protection_Grey_NbS.pdf>.
- Florida Department of AGRiculture and Consumer Services (2022). Hurricane Ian's Preliminary Estimates of Damage to Florida AGRiculture. Florida Department of AGRiculture and Consumer Services (FDACS), Division of Marking and Development. <www.dropbox.com/s/nowccjswxkym3ej/Hurricane%20Ian%20Damage%20Report_FDACS.pdf?dl=0>
- Friends of the Dunes. (2020). « Humboldt coastal resilience project – 2020 project updates ». <www.friendsofthedunes.org/hcrp>. Consulté le 6 octobre 2022.
- GIEC (2022). *Climate change 2022 : impacts, adaptation, and vulnerability. contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Groupes d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Cambridge University Press. Accessible en ligne : <www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf>
- Godoy, E. (2022). « Mexico's blue carbon pioneers progress despite lack of state support ». Earth Journalism Network, 24 juillet, Sinanché, Mexique. <<https://earthjournalism.net/stories/mexicos-blue-carbon-pioneers-progress-despite-lack-of-state-support>>. Consulté le 28 septembre 2022.
- Gouvernement du Canada (2020). « Prise en compte du savoir autochtone en vertu de la Loi sur l'évaluation d'impact ». <<https://www.canada.ca/fr/agence-evaluation->

[impact/services/politiques-et-orientation/guide-practitioner-evaluation-impact-federale/prise-en-compte-des-connaissances-autochtones-en-vertu-de-la-loi-sur-levaluation-dimpact.html](https://www.ecoshape.org/app/uploads/sites/2/2020/06/Business-case-guidance-document-Interregproject_2020.pdf)>.

Consulté le 11 octobre 2022.

Gray, S.A., S. Gray, J. De Kok, A. Helfgott, B. O'Dwyer, R. Jordan et A. Nyaki (2015). Using fuzzy cognitive mapping as a participatory approach to analyze change, preferred states, and perceived resilience of social-ecological systems. *Ecology and Society*, 20(2), p. 11. Accessible en ligne : <<http://dx.doi.org/10.5751/ES-07396-200211>>.

Groenendijk, F., M. Leewis, J. Bergsma, S. Kok, L. Hüsken, B. Ottow, S. IJff, J. Fiselier et J. Moons. (2020). *Making a (business) case for building with nature – guidance and lessons from the Interreg North Sea Region Project*. Union européenne. Accessible en ligne : <www.ecoshape.org/app/uploads/sites/2/2020/06/Business-case-guidance-document-Interregproject_2020.pdf>.

Ibrahim, H. (2016). « Why Indigenous Peoples are key to protecting our forests ». Forum économique mondial. <www.weforum.org/agenda/2016/03/indigenous-people-forest-preservation/>. Consulté le 11 octobre 2022.

IDB et Acclimatisé (2020). « Increasing infrastructure resilience with nature-based solutions (NbS) ». Banque interaméricaine de développement. Accessible en ligne : <<https://publications.iadb.org/publications/english/document/Increasing-Infrastructure-Resilience-with-Nature-Based-Solutions-NbS.pdf>>.

IPBES (2022). *Methodological Assessment Report on the Diverse Values and Valuation of nature of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Balvanera, P., U. Pascual, M. Christie, B. Baptiste et D. González-Jiménez (éd.). Secrétariat de l'IPBES, Bonn, Allemagne. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.6522522>>

Judge J., S. Newkirk, K. Leo, W. Heady, M. Hayden, S. Veloz, T. Cheng, B. Battalio, T. Ursell et M. Small (2017). *Case studies of natural shoreline infrastructure in coastal California: a component of identification of natural infrastructure options for adapting to sea-level rise (California's fourth climate change assessment)*. Arlington (Virginie), États-Unis, The Nature Conservancy. Accessible en ligne : <https://scc.ca.gov/files/2017/11/tnc_Natural-Shoreline-Case-Study_hi.pdf>.

Kubba, S. (2010). Chapter 8 - Green design and construction economics. In *Green construction project management and cost oversight*, Architectural Press, p. 304 à 342. Accessible en ligne : <<https://doi.org/10.1016/C2009-0-20060-2>>

Liquete, C., S. Kleeschulte, G. Dige, J. Maes, B. GRizzetti, B. Olah et G. Zulian (2015). Mapping green infrastructure based on ecosystem services and ecological networks: A Pan-European case study. *Environmental Science & Policy*, 54, p. 268 à 280. Accessible en ligne : <<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.07.009>>.

Lithgow, D., M.L. Martínez, J.B. Gallego-Fernández, R. Silva et D.L. Ramírez-Vargas (2019). Exploring the co-occurrence between coastal squeeze and coastal tourism in a changing climate and its consequences. *Tourism Management*, 74, p. 43 à 54. Accessible en ligne : <<https://doi.org/10.1016/j.tourman.2019.02.005>>.

Livingston, I. (2022). « What made Hurricane Ian so intense: By the numbers ». *The Washington Post*. <www.washingtonpost.com/climate-environment/2022/10/04/hurricane-ian-statistics-deaths-winds-surge/>

Maes, J., M. Paracchini, G. Zulian, M. Dunbar et R. Alkemade (2012). Synergies and trade-offs between ecosystem service supply, biodiversity, and habitat conservation status in Europe.

- Biological Conservation*, 155. Accessible en ligne : <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.06.016>.
- Manson, G.K (2005). *On the coastal populations of Canada and the world*. In Canadian Coastal Conference, Halifax (Nouvelle-Écosse), p. 1 à 11.
- MNAI (2021a). Managing Natural Assets to Increase Coastal Resilience, Guidance Document for Municipalities. Managing Natural Assets Initiative. <https://mnai.ca/media/2021/11/MNAI-Coastal-Asset-Guidance-Doc-cover-101-combined.pdf> >
- MNAI (2021b). Managing Natural Assets to Increase Coastal Resilience, Town of Gibsons British Columbia. Managing Natural Assets Initiative. <https://mnai.ca/media/2021/11/MNAI-Pilot-Coastal-Resilience-Gibsons-103.pdf> >
- Nature4climate (2022). « Celebrating mangroves and local community leaders on World Forest Day ». < <https://nature4climate.org/news/celebrating-mangroves-and-local-community-leaders-on-world-forest-day>>. Consulté le 28 septembre 2022.
- NBSI (2022). « Mangrove afforestation on reclaimed land in the Yucatán Peninsula ». In Case Study Platform, Nature Based Solutions Initiative. <https://casestudies.naturebasedsolutionsinitiative.org/casestudy/mangrove-afforestation-on-reclaimed-land-in-the-yucatan-peninsula>>. Consulté le 28 septembre 2022.
- Ommer, J., E. Bucchignani, L.S. Leo, M. Kalas, S. Vranić, S. Debele, P. Kumar, H.L. Cloke et S.D. Sabatino (2022). Quantifying co-benefits and disbenefits of nature-based solutions targeting disaster risk reduction. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 75, 102966. Accessible en ligne : <<https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.102966>>.
- OMT (2018). *Tourism for Development – Volume II : Good Practices United Nations World Tourism Organization*. Organisation mondiale du tourisme des Nations Unies, Madrid, Espagne. Accessible en ligne : <<https://doi.org/10.18111/9789284419746>>.
- Palinkas, C.M., P. Orton, M.A. Hummel, W. Nardin, A.E. Sutton-Grier, L. Harris, M. Gray, M.Li, D. Ball, K. Burks-Copes, M. Davlasheridze, M. De Schipper, D.A. George, D. Halsing, C. Maglio, J. Marrone, S.K. McKay, H. Nutters, K. Orff, M. Taal, A.P.E. Van Oudenhoven, W. Veatch et T. Williams (2022). Innovations in coastline management with natural and nature-based features (NNBF): lessons learned from three case studies. *Frontiers in Built Environment*, 62, 814180. Accessible en ligne >.
- PBCS, San Francisco Estuary Institute et comté de Marin (2019). Sea-level rise adaptation framework – a user guide to planning with nature as demonstrated in Marin County. Point Blue Conservation Science (Contribution #2239), Petaluma (Californie), San Francisco Estuary Institute (Publication #946), Richmond (Californie). Accessible en ligne : <www.pointblue.org/science_blog/sea-level-rise-adaptation-framework/>.
- PNUD (2012). « San Crisanto Foundation ». New York, Equator Initiative Environment and Energy Group, Programme des Nations Unies pour le développement. Accessible en ligne : <<https://sgp.undp.org/resources-155/award-winning-projects/393-san-crisanto-foundation/file.html>>.
- Port de Vancouver (2018). *New Brighton Park Shoreline Habitat Restoration Project*. Accessible en ligne : <www.portvancouver.com/wp-content/uploads/2018/10/2018-10-04-03-600-NBP-Project-Overview-Rev1.pdf>.
- Province de Colombie-Britannique (2007). « Province funds protection for Portage Park Midden ». In « News Releases ». <https://archive.news.gov.bc.ca/releases/news_releases_2005-2009/2007tsa0014-000193.htm>. Consulté le 5 octobre 2022.

- Raymond, C. M., N. Frantzeskaki, N. Kabisch, P. Berry, M. Breil, M.R. Nita, D. Geneletti et C. Calafapietra (2017). A framework for assessing and implementing the co-benefits of nature-based solutions in urban areas. *Environmental Science & Policy*, 77, p. 15 à 24. Accessible en ligne : < <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.07.008>>.
- Rist, L., A. Felton, L. Samuelsson, C. Sandström et O. Rosvall (2013). A new Paradigm for adaptive management. *Ecology & Society*, 18(4), p. 63. Accessible en ligne : <<http://dx.doi.org/10.5751/ES-06183-180463>>.
- RNCan (2022). « Plateforme canadienne d'adaptation aux changements climatiques ». Ressources naturelles Canada. <<https://ressources-naturelles.canada.ca/plateforme-canadienne-dadaptation-changements-climatiques/10028>>. Consulté le 6 octobre 2022.
- Ruangpan, L., Z. Vojinovic, J. Plavsic, D.J. Doong, T. Bahlmann, A. Alves, L.H. Tseng, A. Randelovic, A. Todorovic, Z. Kocic, V. Beljinac, M.H. Wu, W.C. Lo, B.P. Lapena et M.J. Franca (2021). Incorporating stakeholders' preferences into a multi-criteria framework for planning large-scale nature-based solutions. *Ambio*, 50, p. 1514 à 1531. Accessible en ligne : <<https://doi.org/10.1007/s13280-020-01419-4>>.
- SCBC (2020). « Green Shores Case Studies – New Brighton Park Shoreline Habitat Restoration Project ». Stewardship Centre for British Columbia (SCBC). <<https://stewardshipcentrebc.ca/new-brighton-park/>>. Consulté le 8 février 2023.
- Schmalzbauer, A. (2018). *Barriers and success factors for effectively co-creating nature-based solutions for urban regeneration*. Deliverable 1.1.1, CLEVER Cities, H2020 grant no. 776604. Accessible en ligne : <https://clevercities.eu/fileadmin/user_upload/Resources/D1.1_Theme_1_Barriers_success_factors_co-creation_HWWI_12.2018.pdf>.
- Science + Resilience Institute Jamaica Bay (2020). *Measuring Success Monitoring Natural and Nature-Based Shoreline Features in New York State*. Rapport final, New York, New York Department of State. Accessible en ligne : <https://dos.ny.gov/system/files/documents/2021/06/measuringsuccess_finalreport_minusappendices_050721.pdf>.
- Sevilla N., I. Adeath, M. Bail et A. Ruiz (2019). *Chapter 3 – coastal development: construction of a public policy for the shores and seas of Mexico*. Coastal Management, Academic Press, p. 21 à 38. Accessible en ligne : <www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128104736000030>.
- Shiao T., C. Kammeyer, G. Brill, L. Feinstein, M. Matosich, K. Vigerstol et C. Müller-Zantop (2020). *Business case for nature-based solutions: landscape assessment*. United Nations Global Compact CEO Water Mandate and Pacific Institute. Oakland (Californie). Accessible en ligne : <<https://ceowatermandate.org/nbs/wp-content/uploads/sites/41/2020/08/landscape.pdf>>.
- SNC Lavalin (2016). *Engineering and environmental framework to evaluate waterfront development concepts*. Préparé pour la ville de Qualicum Beach. Accessible en ligne : <<https://qualicumbeach.civicweb.net/document/6365/>>.
- The Free Press (2022). « Hurricane Ian Death Toll Reaches 134 in Florida ». Accessible en ligne : <<https://www.tampafp.com/hurricane-ian-death-toll-reaches-134-in-florida/#:~:text=News%20Service%20of%20Florida%20November%2010%2C%202022%20Medical,Thursday%20by%20the%20Florida%20Department%20of%20Law%20Enforcement>>
- The Town of Qualicum Beach (2016). « The Town of Qualicum Beach Waterfront Master Plan ». Accessible en ligne : <<https://qualicumbeach.civicweb.net/document/6365/>>.

- Watkin, L.J., L. Ruangpan, Z. Vojinovic, S. Weesakul et A. Sanchez Torres (2019). A framework for assessing benefits of implemented nature-based solutions. *Sustainability*, 11(23). Accessible en ligne : <<https://doi.org/10.3390/su11236788>>
- Wilson, J., J. Readshaw, C. Robinson, L. Sales et B. Weir (2018). Engineering sustainable shorelines: an evaluation framework. *Salish Sea Ecosystem Conference*, 35. Accessible en ligne : <<https://cedar.wvu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2470&context=ssec>>.
- Zárate-Lomelí, D., H. Alafí ta-Vásquez, J.L. Rojas-Galaviz, A. Sarasola, C. Leo, J.W. Day, M. Villasuso-Pino et C. Padilla-Souza (2013). The Mayakoba touristic development: a model of sustainable tourism in the Mexican Caribbean. In *Ecological Dimensions for Sustainable Socio-Economic Development Chapter 23*, WIT Transactions on State of the Art in Science and Engineering, vol. 64, Southampton, Royaume-Uni, WIT Press. Accessible en ligne : <www.witpress.com/Secure/elibrary/papers/9781845647568/9781845647568023FU1.pdf>.