



La science de l'évaluation des risques écosystémiques au service de la restauration des écosystèmes

Un outil pour l'application de la Liste rouge des écosystèmes à la restauration

Marcos Valderrábano, Cara Nelson, Emily Nicholson, Andrés Etter, Josie Carwardine, James G. Hallett, James McBreen et Emily Botts



UNION INTERNATIONALE POUR LA CONSERVATION DE LA NATURE



**RED LIST OF
ECOSYSTEMS**



DECENNIE DES NATIONS UNIES POUR LA
**RESTAURATION
DES ECOSYSTEMES**
2021-2030



Federal Ministry
for the Environment, Nature Conservation
and Nuclear Safety

À propos de l'UICN

L'UICN est une union de Membres composée de gouvernements et d'organisations de la société civile. Elle offre aux organisations publiques, privées et non-gouvernementales les connaissances et les outils nécessaires pour que le progrès humain, le développement économique et la conservation de la nature se réalisent en harmonie.

Créée en 1948, l'UICN s'est agrandie au fil des ans pour devenir le réseau environnemental le plus important et le plus diversifié au monde. Elle compte avec l'expérience, les ressources et le poids de ses plus de 1 400 organisations Membres et les compétences de ses plus de 15 000 experts. Elle est l'un des principaux fournisseurs de données, d'évaluations et d'analyses sur la conservation. Sa taille lui permet de jouer le rôle d'incubateur et de référentiel fiable de bonnes pratiques, d'outils et de normes internationales.

L'UICN offre un espace neutre où diverses parties prenantes – gouvernements, ONG, scientifiques, entreprises, communautés locales, groupes de populations autochtones, organisations caritatives et autres – peuvent travailler ensemble pour élaborer et mettre en œuvre des solutions pour lutter contre les défis environnementaux et obtenir un développement durable.

www.iucn.org/fr
twitter.com/UICN/

La science de l'évaluation des risques écosystémiques au service de la restauration des écosystèmes

Un outil pour l'application de la Liste rouge des écosystèmes à la restauration

Marcos Valderrábano, Cara Nelson, Emily Nicholson,
Andrés Etter, Josie Carwardine, James G. Hallett,
James McBreen et Emily Botts

La terminologie géographique employée dans cet ouvrage, de même que sa présentation, ne sont en aucune manière l'expression d'une opinion quelconque de la part de l'UICN, ou des autres organisations participantes, sur le statut juridique ou l'autorité de quelque pays, territoire ou région que ce soit, ou sur la délimitation de ses frontières.

Les opinions exprimées dans cette publication ne reflètent pas nécessairement celles de l'UICN ou des autres organisations participantes.

L'UICN remercie ses partenaires cadre pour leur précieux support et tout particulièrement : le Ministère des affaires étrangères, Danemark ; le Ministère des affaires étrangères, Finlande ; le Gouvernement Français et l'Agence Française de Développement (AFD) ; le Ministère de l'environnement, République de Corée ; le Ministère de l'environnement, du climat et du développement, Grand-Duché de Luxembourg ; l'Agence norvégienne de développement et de coopération (Norad) ; l'Agence suédoise de coopération internationale au développement (Asdi) ; la Direction du développement et de la coopération de la Suisse (DDC) et le Département d'Etat des Etats Unis d'Amérique.

L'UICN décline toute responsabilité en cas d'erreurs ou d'omissions intervenues lors de la traduction en français de ce document dont la version originale est en anglais. En cas de divergences, veuillez vous référer à l'édition originale : *Using ecosystem risk assessment science in ecosystem restoration: A guide to applying the Red List of Ecosystems to ecosystem restoration* (2021). Gland, Suisse : UICN. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2021.19.en>

Le présent ouvrage a pu être publié grâce à un soutien financier du Ministère fédéral allemand de l'environnement, de la conservation de la nature et de la sûreté nucléaire (BMU) dans le cadre de l'Initiative internationale sur le climat (IKI).

Publié par :	UICN, Gland, Suisse
Produit par :	UICN, Programme mondial de gestion des écosystèmes
Droits d'auteur :	© 2021 UICN, Union internationale pour la conservation de la nature et des ressources naturelles © 2023 UICN, Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources, pour la traduction française La reproduction de cette publication à des fins non commerciales, notamment éducatives, est permise sans autorisation écrite préalable du (des) détenteur(s) des droits d'auteur à condition que la source soit dûment citée. La reproduction de cette publication à des fins commerciales, notamment en vue de la vente, est interdite sans autorisation écrite préalable du (des) détenteur(s) des droits d'auteur.
Citation recommandée :	Valderrábano, M., Nelson, C., Nicholson, E., Etter, A., Carwardine, J., Hallett, J. G., McBreen, J. et Botts, E. (2023). <i>La science de l'évaluation des risques écosystémiques au service de la restauration des écosystèmes : Un outil pour l'application de la Liste rouge des écosystèmes à la restauration</i> . Gland, Suisse : UICN.
ISBN :	978-2-8317-2217-7 (PDF)
DOI :	https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2021.19.fr
Photo de couverture :	© Emily Goodwin/UICN
Traduction française :	INTUITIV – www.intuitivme.com
Mise en page :	Imre Sebestyén jr/Unit Graphics

Table des matières

Résumé exécutif	vii
Remerciements	xii
Liste des acronymes et abréviations	xiii
Chapitre 1 : Introduction à l'application de l'évaluation des risques écosystémiques à la restauration d'écosystèmes	1
Un programme mondial pour la restauration des écosystèmes	2
Qu'est-ce qu'un écosystème ?	4
Qu'est-ce que la restauration des écosystèmes ?	7
Objectif et structure de ce guide	13
Chapitre 2 : Identifier les écosystèmes les plus menacés à l'aide de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN	17
Introduction à la Liste rouge des écosystèmes	17
Processus d'évaluation de la Liste rouge des écosystèmes	18
Chapitre 3 : Utiliser l'évaluation des risques écosystémiques pour guider la planification stratégique de la restauration	31
Informations de la Liste rouge des écosystèmes permettant d'éclairer la planification stratégique de la restauration	32
Identifier les types et les emplacements des écosystèmes pour lesquels la restauration peut être la plus utile	36
Approches multicritères pour évaluer les opportunités de restauration	40
Définir des objectifs écosystémiques pour une restauration stratégique	45
Chapitre 4 : Application de l'évaluation des risques écosystémiques à la restauration à l'échelle de sites	51
Des paysages terrestres et marins à la planification de la restauration à l'échelle locale	51
Activités de restauration à l'échelle locale visant à réduire les risques écosystémiques	52
Normes de pratique pour la mise en œuvre de la restauration	57
Chapitre 5 : Suivi des impacts des activités de restauration sur la superficie, l'intégrité et le risque d'effondrement des écosystèmes	61
Éléments d'un programme de suivi efficace	61
Types de questions et de modèles de suivi	63
Évaluer l'efficacité et les impacts de la restauration sur la superficie et l'intégrité des écosystèmes	65
Transmettre les enseignements tirés aux initiatives de restauration nationales et mondiales	69
Conclusions	75
Références	79

List of figures

Figure 1 :	Aperçu de la manière d'intégrer l'évaluation des risques écosystémiques dans les projets et programmes de restauration, et comment l'utiliser pour mesurer les progrès réalisés en matière de restauration.....	vii
Figure 2 :	La biodiversité peut être comprise comme une hiérarchie de niveaux d'organisation, chacun présentant des attributs de composition, de structure et de fonction. Les écosystèmes sont l'un des niveaux de cette hiérarchie.....	4
Figure 3 :	La restauration d'écosystèmes comprend un continuum d'activités de restauration allant d'une réduction des impacts sociétaux, tels que les contaminants, ou la réparation des fonctions écosystémiques dans des zones gérées pour la production de biens et de services, à un rétablissement complet grâce à la restauration écologique	7
Figure 4 :	La restauration est l'un des quatre éléments principaux de la hiérarchie des mesures d'atténuation.....	10
Figure 5 :	Étapes et données requises pour une évaluation de la Liste rouge des écosystèmes, les cinq critères d'évaluation des risques écosystémiques et comment la catégorie globale de risque est attribuée (catégorie la plus élevée parmi les critères évalués)	18
Figure 6 :	Modèle conceptuel d'un récif de corail montrant comment les principales caractéristiques de l'écosystème interagissent, comment les menaces affectent les composantes de l'écosystème et donc, les voies de dégradation et d'effondrement.....	22
Figure 7 :	Les cinq critères de la Liste rouge des écosystèmes représentent différents symptômes de déclin et voies d'effondrement d'un écosystème.....	24
Figure 8 :	Seuils de changement des indicateurs de dégradation selon les critères C et D (sous-critère 1, évolution au cours des 50 dernières années)	27
Figure 9 :	Catégories de risque de la Liste rouge des écosystèmes.....	27
Figure 10 :	Exemple d'une série de cartes multi-temporelles de transformation en Colombie	33
Figure 11 :	Menaces provenant de différents secteurs productifs, leur occurrence et leur intensité dans différents types d'écosystèmes en Colombie.....	34
Figure 12 :	Tendances en matière de couverture d'algues (en haut) et de coraux durs (en bas) dans les écosystèmes caribéens de Colombie, entre 1994 et 2018, et impact sur le risque écosystémique	36
Figure 13 :	Application de la Liste rouge des écosystèmes à la restauration écologique dans les contextes de perte de superficie écosystémique et d'écosystèmes résiduels dégradés	38
Figure 14 :	Informations spatiales montrant (a) l'étendue originale d'un type d'écosystème en danger critique, les forêts tropicales de contreforts des Llanos en Colombie, et (b) les zones où ce type d'écosystème a été perdu ainsi que les zones résiduelles	39
Figure 15 :	Scores mondiaux de réduction des menaces et restauration des espèces (STAR, selon ses sigles en anglais) pour les amphibiens, les oiseaux et les mammifères (à une résolution de grille de 50 km).....	41
Figure 16 :	Cadre décisionnel multicritère idéalisé.....	42
Figure 17 :	Identification des zones où une restauration des écosystèmes menacés sera plus adaptée, sur la base d'une approche multicritère	43
Figure 18 :	Types d'objectifs à atteindre en matière de restauration pour obtenir un reclassement des écosystèmes menacés dans une catégorie de moindre menace : (a) augmentation de la superficie de l'écosystème, (b) amélioration de l'intégrité de l'écosystème, et (c) réduction de la ou des menaces	46
Figure 19 :	Schéma conceptuel du processus de restauration d'un récif coquillier	48
Figure 20 :	Les activités de restauration sont mise en œuvre sur des sites, mais doivent s'inscrire dans le contexte plus large des écosystèmes et des paysages terrestres ou marins ..	52
Figure 21 :	Processus d'identification des activités prioritaires de réduction des menaces afin de réduire les risques écosystémiques.....	53
Figure 22 :	Approches de restauration basées sur la condition de l'écosystème et tenant compte des barrières biotiques et abiotiques.....	55

Figure 23 :	La gestion adaptative doit intervenir tout au long du processus de prise de décision en matière de restauration.....	58
Figure 24 :	Éléments d'un programme de suivi écologique efficace.....	63
Figure 25 :	Résultats hypothétiques de changement dans l'intégrité écologique avant la restauration, 5 ans et 30 ans après la restauration, pour les aspects physiques (critère C) et les attributs de composition, structurels et fonctionnels (critère D).....	67

List of tables

Tableau 1 :	Exemples d'indicateurs pour les critères C (abiotique) et D (biotique) ayant été utilisés dans des évaluations de la Liste rouge des écosystèmes, et références correspondantes.....	23
Tableau 2 :	Seuils d'attribution d'un écosystème à une catégorie de risque selon le critère A, changements dans la distribution géographique.....	26
Tableau 3 :	Évaluation de la Liste rouge des écosystèmes pour l'écosystème de plaine inondable à gommiers rouges et à gommiers noirs. L'écosystème a été classé comme Vulnérable sur la base de trois sous-critères.....	28
Tableau 4 :	Exemple montrant la superficie du type d'écosystème en danger critique « Forêts humides tropicales de plaine des contreforts des Llanos », en Colombie, devant être restaurée pour atteindre chaque objectif et obtenir un changement du risque écosystémique.....	46

List of boxes

Encadré 1 :	Initiatives mondiales de restauration des écosystèmes.....	3
Encadré 2 :	Principes de la restauration des écosystèmes.....	8
Encadré 3 :	La restauration : un moyen de parvenir à des solutions fondées sur la nature.....	9
Encadré 4 :	La restauration dans le cadre de la hiérarchie des mesures d'atténuation.....	10
Encadré 5 :	Développer un modèle de référence.....	11
Encadré 6 :	Typologie mondiale des écosystèmes de l'UICN.....	21
Encadré 7 :	Étude de cas : Évaluation de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN pour l'écosystème de plaine inondable à gommier rouge et à gommier noir, dans le sud-est de l'Australie.....	28
Encadré 8 :	Tenir compte des changements climatiques dans la restauration des écosystèmes.....	35
Encadré 9 :	Réduction des menaces et restauration des espèces (STAR, selon ses sigles en anglais).....	41
Encadré 10 :	Méthodologie d'évaluation des opportunités de restauration (MEOR).....	44
Encadré 11 :	Étude de cas : Définir des objectifs de restauration d'écosystèmes pour les récifs coralliens en Australie.....	47
Encadré 12 :	Étude de cas : Évaluer la santé des pâturages et des prairies pour guider la restauration au Kenya.....	56
Encadré 13 :	Gestion adaptative de la restauration.....	58
Encadré 14 :	Plateformes de connaissances pour la restauration.....	71
Encadré 15 :	Le Système des Nations Unies pour une comptabilité économique et environnementale – Comptabilité des écosystèmes.....	72



Défrichement des forêts naturelles de mangrove. Delta de l'Irrawaddy, Birmanie. Photo : *Image de la NASA par Robert Simmon, basée sur les données Landsat-7 de l'USGS Global Visualization*

Résumé exécutif

Efforts mondiaux de restauration des écosystèmes

Les récentes initiatives mondiales en matière de restauration d'écosystèmes offrent une opportunité sans précédent d'améliorer la conservation de la biodiversité ainsi que la santé et le bien-être humains. Consciente de cette opportunité, l'Organisation des Nations Unies (ONU) a lancé en 2021 la Décennie pour la restauration des écosystèmes. Celle-ci constitue un appel aux pays, aux professionnels, aux scientifiques, aux communautés locales et autochtones et autres parties prenantes à travailler ensemble pour inverser la dégradation des écosystèmes et améliorer l'intégrité écologique pour les générations à venir.

Les écosystèmes constituent une composante essentielle de la biodiversité. Ils offrent aux personnes de multiples avantages : un climat stable et un air respirable, de l'eau, de la nourriture et des matériaux, ainsi qu'une protection contre les catastrophes et les maladies. La restauration d'écosystèmes, telle que définie par la Décennie des Nations Unies pour la restauration des écosystèmes, regroupe une série d'interventions visant à réduire les

impacts sur les écosystèmes endommagés, dégradés ou détruits et à contribuer à leur rétablissement. Cependant, les projets et programmes de restauration sont souvent mis en œuvre sans évaluation stratégique du degré d'urgence de la restauration parmi les types d'écosystèmes.

Au fur et à mesure que nous élargissons nos ambitions en matière de restauration au cours de la prochaine décennie, et que nous avançons vers la restauration d'écosystèmes et de paysages terrestres et marins entiers, la complexité des questions auxquelles nous devons répondre augmentera en conséquence. Ce guide a été élaboré pour promouvoir l'application de la science de l'évaluation des risques écosystémiques, qui consiste à mesurer le risque d'effondrement des écosystèmes, lors de la restauration d'écosystèmes ([Figure 1](#)). Il explore comment la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN et la restauration d'écosystèmes peuvent être déployées conjointement pour réduire le risque d'effondrement des écosystèmes.

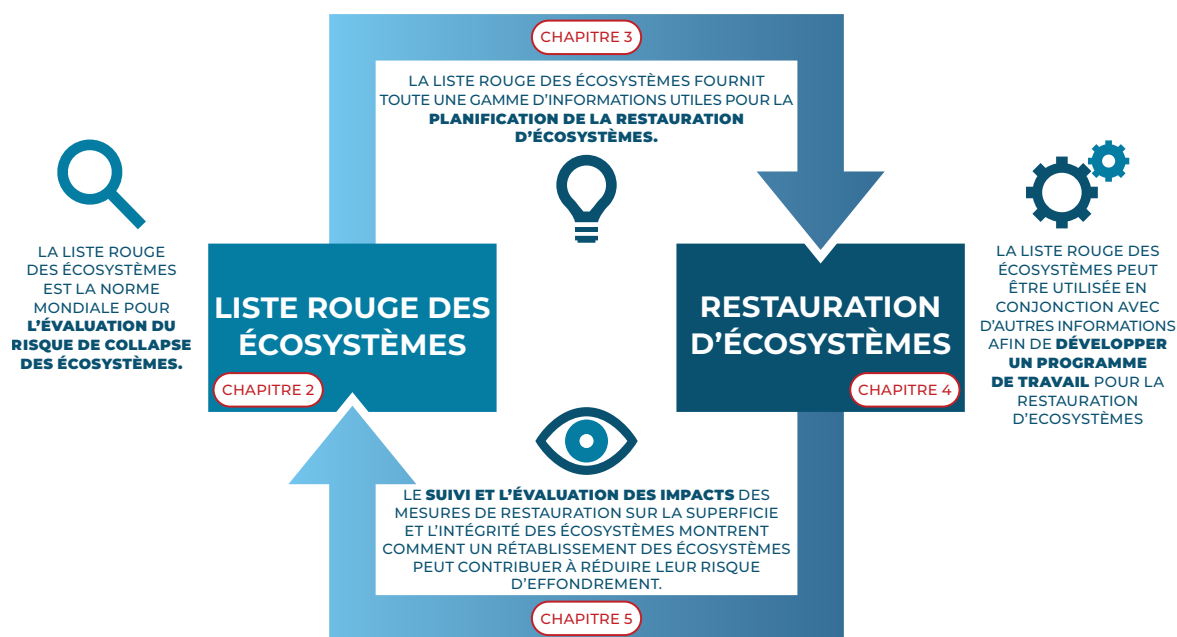


Figure 1 : Aperçu de la manière d'intégrer l'évaluation des risques écosystémiques dans les projets et programmes de restauration, et comment l'utiliser pour mesurer les progrès réalisés en matière de restauration. Source : Compilé par les auteurs du rapport.

La Liste rouge des écosystèmes est la norme mondiale pour l'évaluation des risques écosystémiques

En 2014, l'UICN a officiellement adopté la Liste rouge des écosystèmes en tant que norme mondiale pour l'évaluation des risques liés aux écosystèmes. La Liste rouge des écosystèmes évalue le risque d'effondrement des écosystèmes, qui constitue le point final de la dégradation et de la perte d'un écosystème, au moment où celui-ci perd ses caractéristiques et son identité. À la mi-2019, plus de 2 800 écosystèmes avaient été évalués dans plus de 100 pays et sur tous les continents, avec des impacts avérés sur les politiques et les pratiques de conservation¹¹.

Les types d'écosystèmes constituent l'unité d'évaluation de la Liste rouge des écosystèmes. Le processus d'évaluation rassemble toutes les connaissances pertinentes concernant les types d'écosystèmes cibles, y compris des cartes spatiales et des données chronologiques relatives aux caractéristiques de l'écosystème.

L'une des étapes les plus importantes de l'évaluation d'un écosystème consiste à diagnostiquer la cause des changements et à choisir les indicateurs quantitatifs les plus pertinents pour mesurer ces changements au niveau de l'écosystème.

La Liste rouge des écosystèmes évalue le risque d'effondrement sur la base de cinq critères : A) changements dans la distribution de l'écosystème, B) distribution restreinte, dégradation de C) l'environnement abiotique, ou D) des processus biotiques, et E) probabilité d'effondrement de l'écosystème estimée à l'aide d'un modèle quantitatif. Les écosystèmes sont classés dans des catégories de risque relatif faciles à interpréter, allant de *Préoccupation Mineure* à *En Danger Critique* et, finalement, *Effondré*.

La Liste rouge des écosystèmes guide la planification de la restauration

La Liste rouge des écosystèmes fournit une multitude de données utiles à la planification de la restauration. Les atouts de la Liste rouge des écosystèmes pour guider la planification stratégique de la restauration d'écosystèmes

incluent son cadre structuré permettant d'évaluer l'impact des processus menaçants sur le risque, ainsi que la description biophysique et les ensembles de données spatiales associés pour chaque type d'écosystème.



Préparation d'une pépinière de Gnetum (okok). Lekie, Cameroun. Photo : Olivier Girard/CIFOR.

La Liste rouge des écosystèmes peut s'appliquer à deux grands contextes généraux, afin d'identifier où une restauration doit être entreprise :

- **Zones où des écosystèmes ont été perdus** et remplacés par une couverture terrestre différente, qui nécessitent des mesures visant à restaurer les écosystèmes et à augmenter leur superficie, combinées à une réduction des menaces en cours sur ces sites. La Liste rouge des écosystèmes aide à identifier les zones ayant subi une perte historique ou continue dans la distribution originale d'un type d'écosystème.
- **Zones dégradées d'écosystèmes reliques**, qui nécessitent une restauration afin d'améliorer l'intégrité de ces écosystèmes, y compris une réduction des menaces. Les informations clés de la Liste rouge des écosystèmes les plus utiles dans ce cas incluent une compréhension des menaces affectant la catégorie de risque des types d'écosystèmes et comment celles-ci agissent.

Le point de départ fondamental de l'utilisation de la Liste rouge des écosystèmes dans la restauration est la catégorisation du risque d'effondrement des écosystèmes, car pour que toute activité de restauration d'écosystème soit considérée comme réparatrice, elle doit être mise en œuvre dans une zone ayant été dégradée. Ainsi, les catégories de risques croissantes informent de l'urgence de la restauration des écosystèmes. Cependant, les écosystèmes les plus menacés, ou toutes les zones d'un écosystème menacé, ne seront pas forcément tous des endroits également judicieux pour procéder à une restauration. En conséquence,

des informations complémentaires devront être combinées avec les données de la Liste rouge des écosystèmes, telles que des informations concernant les coûts et la faisabilité sociale et technique de la restauration, ou les intérêts des parties prenantes.

L'analyse décisionnelle multicritère constitue une approche désormais largement acceptée pour identifier les objectifs de restauration, envisager des alternatives et les évaluer du point de vue des différentes parties prenantes. La Liste rouge des écosystèmes peut s'intégrer à la base de données d'une telle analyse. Outre les informations sur les écosystèmes, il est possible d'inclure des informations sur les biens et services écosystémiques, la rentabilité des différentes stratégies de restauration et les considérations sociales et institutionnelles, afin de hiérarchiser et d'évaluer la faisabilité des différentes options. Les processus participatifs multipartites, tels que la Méthodologie d'évaluation des opportunités de restauration (MEOR), permettent une collaboration entre les parties prenantes, un aspect fondamental pour développer une compréhension commune de la valeur de la restauration dans les paysages multifonctionnels terrestres ou marins.

Du point de vue de la Liste rouge des écosystèmes, la restauration permet d'obtenir deux résultats principaux : le reclassement d'un écosystème dans une catégorie de risque inférieur ou éviter que des écosystèmes ne soient reclassés dans des catégories de risque supérieur. Des objectifs quantitatifs de restauration peuvent être définis pour atteindre ces résultats, en augmentant la superficie d'un écosystème et/ou en améliorant son intégrité écologique.

La Liste rouge des écosystèmes guide les mesures de restauration

Les activités de restauration sont entreprises selon un plan de travail élaboré après consultation des parties prenantes et détermination des ressources et de la main-d'œuvre disponibles. Les approches de restauration varieront selon le type et le degré de dégradation. Lorsque des vestiges d'écosystèmes autochtones subsistent, l'élimination des menaces peut permettre un rétablissement naturel de ces écosystèmes. Cette approche rentable peut nécessiter un soutien supplémentaire, par exemple, pour éliminer les espèces adventices. Les zones fortement dégradées nécessiteront de plus grands apports

de ressources (par exemple, réintroduction du biote ou amendements des sols).

Des interventions peuvent également être conçues pour réduire les menaces pesant sur les écosystèmes et restaurer les processus dégradés. Les activités de restauration doivent être mises en œuvre conformément aux normes reconnues de meilleures pratiques, notamment en cherchant à atteindre le plus haut niveau possible de restauration, en appliquant une gestion adaptative et en tenant compte des besoins d'entretien après la mise en œuvre.



Région du Little Karoo. Afrique du Sud. Photo : [Jomilo75](#).

La Liste rouge des écosystèmes permet de suivre les succès de la restauration.

Un programme de suivi aidera grandement à juger si la restauration a eu un impact positif sur la superficie et l'intégrité d'un écosystème et, finalement, sur son risque d'effondrement. Afin de contrôler si les interventions de restauration sont efficaces pour atteindre les objectifs, ces derniers devront être clairement décrits et inclure des indicateurs mesurables et spécifiques incluant le type et la quantité de changement souhaité ainsi qu'un calendrier précis. La Liste rouge des écosystèmes définit des indicateurs pour chaque type d'écosystème, utilisés pour évaluer les risques. Les mêmes indicateurs peuvent être utilisés pour le suivi du rétablissement des écosystèmes au fil du temps en réponse aux activités de restauration.

Trois types généraux de suivi devront être mise en œuvre afin d'optimiser l'utilisation de l'évaluation des risques pour la restauration d'écosystèmes, déterminer le degré de réussite des projets et des programmes et permettre une gestion adaptative. Chaque type répond à une question de suivi différente :

- Le **suivi de la mise en œuvre** permettra de savoir si les activités de restauration ont été réalisées comme prévu.

- Le **suivi de l'efficacité** évaluera le degré de restauration d'un site par rapport à un état de référence ou autres objectifs de performance prédéfinis.
- Le **suivi des impacts** évaluera les effets directs des activités de restauration sur les indicateurs d'intégrité écologique en comparant l'ampleur du changement (avant et après l'actuation) entre les zones restaurées et des zones témoins non restaurées.

Il est important de rappeler que les délais nécessaires pour observer des changements dans le risque d'effondrement d'un écosystème peuvent être considérables. C'est pourquoi, malgré le rétablissement de multiples indicateurs d'intégrité d'un écosystème, il peut s'écouler des années, voire des décennies, avant que cet écosystème ne dépasse les seuils des différentes catégories de risque.

La restauration d'écosystèmes est une entreprise expérimentale. Des essais contrôlés et des suivis empiriques mesurant la relation entre activités de restauration et amélioration de la superficie et de l'intégrité des écosystèmes

fourniront des preuves de l'efficacité de la restauration.

Cependant, le succès de la restauration à grande échelle dépendra de la mesure dans laquelle les enseignements fournis par les projets passés seront appliqués aux projets en

cours et futurs. Le développement récent de plateformes internet permettant de partager les leçons apprises et les meilleures pratiques offre une opportunité unique de faire progresser la compréhension des méthodologies de restauration.

Conclusion

La nécessité vitale de restauration a donné lieu à plusieurs initiatives mondiales, notamment la Décennie des Nations Unies pour la restauration des écosystèmes (2021–2030). La restauration d'écosystèmes joue un rôle de plus en plus important dans la construction d'un avenir durable, et définira probablement les priorités dans les années à venir. La science de l'évaluation

des risques écosystémiques fournit une mine d'informations utiles tout au long du cycle d'un projet ou d'un programme de restauration, de l'acquisition de connaissances à la planification et à la prise de décision, en passant par la mise en œuvre sur le terrain, le suivi et l'apprentissage, ainsi qu'en matière de politiques mondiales, nationales et régionales.



Récifs coralliens et mangroves. Raja Ampat, Indonésie. Photo : Alex Mustard/Ocean Image Bank.

Remerciements

Contributeurs : Les auteurs remercient les contributeurs suivants, qui ont fourni le texte des études de cas et des encadrés :

- Jonathan Davies, UICN
- Frank Hawkins, UICN
- Bora Masumbuko, UICN
- Radhika Murti, UICN
- Ashley Whitt, The Nature Conservancy

Donateurs : Cette publication a été possible grâce au soutien financier du Ministère fédéral allemand de l'environnement, de la conservation de la nature et de la sûreté nucléaire (BMU) dans le cadre de l'Initiative internationale sur le climat (IKI).

Évaluateurs : Un groupe consultatif de professionnels de la restauration et de décideurs issus de divers contextes a apporté une précieuse contribution aux premières versions de ce document :

- Mike Acreman, Centre britannique d'écologie et d'hydrologie (UKCEH)
- Karma Bouazza, Initiative de reboisement du Liban
- Thomas Dallison, Initiative internationale pour les récifs coralliens (ICRI)
- Chris Gillies, The Nature Conservancy (TNC)
- Hedley Grantham, Wildlife Conservation Society (WCS)
- Margaux Hein, Recherche et conseil en restauration d'écosystèmes marins (MER)
- Hans Hessel, Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE)
- Tien McDonald, Association australienne des régénérateurs du Bush
- Lera Miles, Centre de surveillance de la conservation mondiale du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE-WCMC)
- Radhika Murti, UICN
- David Obura, CORDIO Afrique de l'Est
- Sian Rees, Université de Plymouth
- Alix Sauve, Comité national français de l'UICN
- Francis Staub, Initiative internationale pour les récifs coralliens (ICRI)
- Adriana Vidal, UICN
- Jessica Walsh, Université Monash
- Leigh Winoweicki, Agroforesterie mondiale (ICRAF)
- Ashley Whitt, The Nature Conservancy (TNC)

Les auteurs remercient également les membres suivants du comité de relecture pour leurs commentaires inestimables et complets sur le document :

- Andrew Skowno, Institut national sud-africain de la biodiversité (SANBI) et Université du Cap
- David Keith, Université de Nouvelle-Galles du Sud, Australie
- Tien McDonald, Association australienne des régénérateurs du Bush

Production : Les personnes suivantes ont apporté une aide précieuse à la préparation du texte et des figures contenus dans ce document, ainsi qu'à la recherche de photographies :

- Ambre Bjerre, UICN
- Kelli Palaka, UICN

Liste des acronymes et abréviations

AOO	Area of Occupancy (Zone d'occupation)
BMU	Ministère fédéral allemand de l'environnement, de la protection de la nature et de la sécurité nucléaire
CNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
CNULD	Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification
CO	Collapsed (Effondré)
CR	Critically Endangered (En Danger Critique)
DD	Data Deficient (Données insuffisantes)
EN	Endangered (En danger)
EOO	Extend of Occurrence (Zone d'occurrence)
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
ICRAF	World Agroforestry (Agroforesterie mondiale)
ICRI	International Coral Reef Initiative (Initiative internationale pour les récifs coralliens)
IKI	Internationalen Klimaschutzinitiative (Initiative internationale pour le climat)
IPBES	Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques)
LC	Least Concern (Préoccupation mineure)
MEOR	Méthodologie d'évaluation des opportunités de restauration
NE	Non évalué
NT	Near Threatened (Quasi-menacé)
ONU	Organisation des Nations Unies
PIB	Produit intérieur brut
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
PNUE-WCMC	Centre de surveillance pour la conservation mondiale du Programme des Nations Unies pour l'environnement
PRAGA	Participatory Rangeland and Grassland Assessment (Évaluation participative des pâturages et des prairies)
PTM	Priority Threat Management (Gestion des menaces prioritaires)
CRR	Centre de ressources pour la restauration
REDD+	Réduction des émissions résultant du déboisement et de la dégradation des forêts
RLE	Red List of Ecosystems (Liste rouge des écosystèmes)
RPF	Restauration des paysages forestiers
SANBI	South African National Biodiversity Institute (Institut national sud-africain de la biodiversité)
SCEE-EE	Système de comptabilité environnementale et économique – Évaluation des écosystèmes
SER	Society for ecological restoration (Société pour la restauration écologique)
STAR	Species Threat Abatement and Recovery (Réduction des menaces et restauration en faveur des espèces)
TNC	The Nature Conservancy
UICN	Union internationale pour la conservation de la nature
UKCEH	UK Centre for Ecology and Hydrology (Centre britannique pour l'écologie et l'hydrologie)
VU	Vulnérable
WCS	Wildlife Conservation Society
WOCAT	World Overview of Conservation Approaches and Technologies (Aperçu mondial des approches et technologies de conservation)



Chapitre 1 : Introduction à l'application de l'évaluation des risques écosystémiques à la restauration d'écosystèmes

Marcos Valderrábano, UICN

Cara Nelson, Université du Montana et Commission de la gestion des écosystèmes de l'UICN

Ce guide a été élaboré pour promouvoir l'utilisation de la science de l'évaluation des risques écosystémiques dans la restauration des écosystèmes. La restauration d'écosystèmes est désormais une activité de conservation dominante à travers le monde. Telle que définie par la Décennie des Nations Unies pour la restauration des écosystèmes, elle comprend une série d'interventions de gestion visant toutes à améliorer l'état de l'environnement, à inverser la dégradation des écosystèmes, à renforcer l'adaptation aux changements climatiques et à améliorer le bien-être humain.³⁴ Les récentes initiatives mondiales ambitieuses en matière de restauration d'écosystèmes offrent une occasion sans précédent d'améliorer l'intégrité écologique, ainsi que la santé et le bien-être humains associés.

La réparation d'écosystèmes dégradés est toutefois une tâche complexe qui nécessite une programmation stratégique. Une partie de cette programmation consiste à déployer des activités de restauration dans les écosystèmes qui en ont le plus besoin. Malgré cela, à ce jour, la planification de la restauration s'est souvent faite sans tenir compte du degré de risque affectant les écosystèmes. Inclure une évaluation des risques écosystémiques dans la planification de la restauration permettrait aux professionnels de prendre explicitement en compte le degré de risque affectant les différents écosystèmes dans leur évaluation des opportunités de restauration. La Liste rouge des écosystèmes de

l'UICN, une approche mondiale standardisée permettant d'évaluer les écosystèmes les plus menacés d'effondrement, est un outil de plus en plus utilisé pour l'évaluation des risques écosystémiques. Une évaluation de la Liste rouge des écosystèmes met en lumière les zones où la réduction des risques pour les écosystèmes menacés est une priorité, et celles présentant un plus grand besoin de restauration des écosystèmes. La Liste rouge des écosystèmes peut fournir une série d'informations précieuses pour la planification de la mise en œuvre des activités de restauration et le suivi de leurs impacts.

Ce guide explore comment la science de l'évaluation des risques écosystémiques et la restauration d'écosystèmes peuvent être déployées conjointement pour réduire le risque d'effondrement des écosystèmes. Plus précisément, il montre pourquoi il est essentiel d'inclure une évaluation des risques écosystémiques lors de la planification de projets et de programmes de restauration d'écosystèmes, et comment intégrer la Liste rouge des écosystèmes dans les exercices de planification spatiale. Il explore également le passage de la planification aux actions de restauration, le suivi desquelles peut utiliser les indicateurs de la Liste rouge des écosystèmes pour évaluer dans quelle mesure la restauration pourra contribuer à réduire le risque d'effondrement d'un écosystème.

Un programme mondial pour la restauration des écosystèmes

La Décennie des Nations Unies pour la restauration des écosystèmes considère que la **restauration d'écosystèmes** implique un large éventail d'actions allant de l'élimination de menaces dans les paysages productifs terrestres ou marins (assainissement) à la restauration partielle ou complète d'écosystèmes autochtones (*restauration écologique*). Il s'agit d'une expansion du domaine de la *restauration écologique*, reconnu comme un domaine de pratique distinct depuis le milieu des années 1980. Les premiers projets de *restauration écologique* étaient principalement réalisés à de petites échelles spatiales, axés sur le rétablissement d'écosystèmes autochtones et initialement fondés sur l'écologie des communautés végétales et la science des sols, entre autres disciplines. En quelques décennies, cependant, le potentiel de restauration pour réparer des écosystèmes dégradés a conduit à un mouvement mondial ([Encadré 1](#)). Les initiatives de restauration sont passées de petits projets locaux à des programmes visant à restaurer des millions d'hectares afin de rétablir la biodiversité, l'intégrité écologique et le bien-être humain. En conséquence, la pratique de la restauration est fondée non seulement sur la science de l'écologie de la restauration, mais aussi sur la biologie de la conservation et l'écologie des paysages.

L'intérêt pour la réparation d'écosystèmes dégradés s'étant accru, le terme « restauration » a été utilisé dans le cadre d'initiatives mondiales pour désigner un large éventail d'activités de gestion allant au-delà de la *restauration écologique*. Cette dernière est une pratique bien définie, visant à éliminer la dégradation et à aider un écosystème à retrouver la trajectoire qu'il suivrait si la dégradation ne s'était pas produite, en tenant compte des changements environnementaux.³⁴ En comparaison, la **restauration d'écosystèmes**, telle qu'actuellement définie par la Décennie des Nations Unies pour la restauration des écosystèmes, est beaucoup plus vaste et fait référence à un large éventail d'actions de gestion, de la réduction des impacts sociétaux sur les écosystèmes à la restauration partielle ou complète d'écosystèmes autochtones grâce à la *restauration écologique*.⁸⁶

Mettre un terme à la dégradation des écosystèmes et inverser la tendance mondiale conduisant bon nombre d'entre eux au bord de l'effondrement est une tâche massive, d'une ampleur sans précédent. La mise en place d'un programme de transformation capable de soutenir la restauration d'écosystèmes nécessite une volonté politique importante.



La période 2021-2030 a été identifiée comme la Décennie des Nations Unies pour la restauration des écosystèmes. Il s'agit d'un appel aux pays, aux professionnels, aux scientifiques, aux communautés locales et autochtones et autres parties prenantes à travailler ensemble pour inverser le déclin et la dégradation des écosystèmes. Des mécanismes d'échange de connaissances ont été mis en place pour favoriser un apprentissage partagé entre les professionnels de la restauration de différents pays. La fin de la Décennie, en 2030, coïncide également avec l'échéance fixée pour la réalisation des Objectifs de développement durable. Un effort concerté en faveur de la restauration permettra d'atteindre ces objectifs grâce aux avantages pour les humains dérivés d'écosystèmes restaurés, qui fonctionnent et fournissent des services.

Au fur et à mesure que la restauration augmente progressivement son échelle d'ambition, passant de sites individuels à des plans synergiques pour réparer des types entiers d'écosystèmes, et qu'elle est intégrée dans les politiques publiques d'aménagement du territoire, il devient nécessaire de prendre en compte la dynamique et les tendances des écosystèmes. Les informations issues de l'évaluation des risques écosystémiques constituent alors un élément essentiel de la planification et du suivi de la restauration d'écosystèmes.

Encadré 1 : Initiatives mondiales de restauration des écosystèmes

La Décennie des Nations Unies pour la restauration des écosystèmes est une initiative-cadre, sur laquelle de nombreuses autres initiatives mondiales de restauration peuvent être alignées et coordonnées. Les principales initiatives en matière de restauration à l'échelle mondiale sont énumérées ci-après :

Les **Objectifs de développement durable** (ODD) font partie de l'Agenda 2030 pour le développement durable adopté par les 193 États membres des Nations Unies. Ils constituent un appel « à mettre fin à la pauvreté, protéger la planète et améliorer la vie et les perspectives de chacun, partout dans le monde ». Prévenir la dégradation et entreprendre la restauration des écosystèmes sont deux aspects essentiels pour atteindre ces objectifs.⁸⁵

Le **Cadre mondial pour la biodiversité** constitue le plan stratégique de la Convention sur la diversité biologique. Il envisage un monde où « la diversité biologique est valorisée, conservée, restaurée et utilisée avec sagesse, en assurant le maintien des services fournis par les écosystèmes, en maintenant la planète en bonne santé et en procurant des avantages essentiels à tous les peuples ».¹⁹ La restauration des écosystèmes contribuera à la réalisation de nombreux objectifs du Cadre mondial pour la biodiversité à l'horizon 2030.

La **Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques** (IPBES) est un organisme intergouvernemental créé pour évaluer l'état de la biodiversité et des services écosystémiques qu'elle fournit à la société. Ses rapports d'évaluation reconnaissent que la dégradation des terres, des eaux douces et des milieux marins est omniprésente dans le monde et que la restauration constitue une priorité urgente pour protéger la biodiversité et les services écosystémiques.^{39,40}

Le **Défi de Bonn** est un objectif mondial visant à restaurer 350 millions d'hectares de paysages dégradés et déboisés d'ici 2030. Depuis son lancement en 2011, 61 nations, huit États et cinq associations ont relevé le Défi de Bonn, s'engageant à restaurer plus de 210 millions d'hectares dans le cadre de la plus grande initiative mondiale de restauration des forêts et des paysages, concrétisant ainsi la planification et la mise en œuvre de la restauration.

La **Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification** (CNULD) est le seul accord international juridiquement contraignant reliant l'environnement et le développement à la gestion durable des terres. Son cadre stratégique actuel est fortement axé sur la neutralité en matière de dégradation des terres, afin de restaurer la productivité de vastes étendues de terres dégradées.

L'**Accord de Paris** est un accord conclu au titre de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) pour limiter le réchauffement de la planète bien en dessous de 2°C, et de préférence à 1,5°C, par rapport aux niveaux préindustriels. La protection et la restauration des écosystèmes peuvent contribuer de manière significative à l'atténuation des changements climatiques et à l'adaptation à ceux-ci.

La **Réduction des émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts** (REDD+) est un mécanisme d'atténuation des changements climatiques offrant des incitations aux pays en développement s'engageant à réduire leurs émissions de carbone liées à la déforestation et la dégradation des forêts. Les efforts visant à réduire la dégradation et à restaurer les paysages forestiers peuvent offrir des avantages au-delà de l'atténuation des changements climatiques.

L'**Initiative internationale Blue Carbon** est « un programme mondial coordonné visant à atténuer les changements climatiques par la conservation et la restauration des écosystèmes côtiers et marins ». Elle reconnaît que les écosystèmes côtiers tels que les mangroves, les marais intertidaux et les herbiers marins sont essentiels pour de nombreux services écosystémiques. L'initiative soutient les activités de recherche, politiques et de restauration dans les écosystèmes de « carbone bleu ».

Outre ces initiatives mondiales ambitieuses, il existe de nombreuses **initiatives régionales**, comme la Grande muraille verte, un mouvement africain concernant le continent dans toute sa largeur, ainsi que des initiatives spécifiques à certains écosystèmes, comme l'Alliance mondiale pour les mangroves, qui vise à augmenter de 20 % la superficie des mangroves d'ici à 2030.

Qu'est-ce qu'un écosystème ?



La **biodiversité** est « la variabilité des organismes vivants de toutes origines y compris terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie, incluant la diversité intraspécifique, entre les espèces et entre les écosystèmes ».¹⁷

La biodiversité peut être comprise comme une hiérarchie présentant un certain nombre de niveaux d'organisation différents, allant de paysages terrestres ou marins entiers aux espèces, populations et gènes (Figure 2). Les écosystèmes constituent l'un des niveaux de cette hiérarchie.

À chaque niveau, la biodiversité se caractérise par des attributs de composition (identité et variété des éléments), de structure (modèles d'organisation physique) et de fonction (processus écologiques et cycles des nutriments).

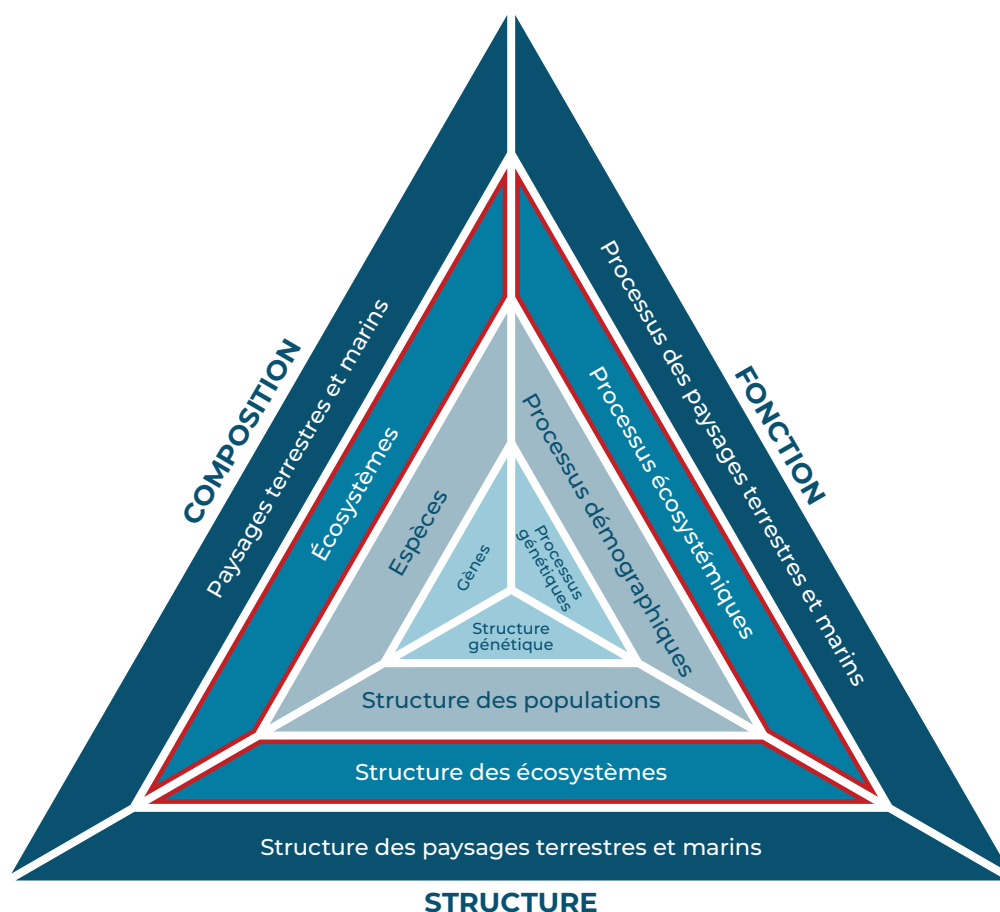


Figure 2 : La biodiversité peut être comprise comme une hiérarchie de niveaux d'organisation, chacun présentant des attributs de composition, de structure et de fonction. Les écosystèmes sont l'un des niveaux de cette hiérarchie. Source : modifié de Dale et Beyeler (2001).²²



Les **écosystèmes** sont constitués d'éléments vivants (assemblages d'espèces et complexes biotiques), d'un environnement abiotique, des processus et interactions au sein et entre ces éléments biotiques et abiotiques, et de l'espace physique dans lequel ils opèrent.^{10, 46}

Les écosystèmes constituent une composante essentielle de la biodiversité. Ils fournissent un habitat à la riche diversité de la vie sur Terre

et soutiennent des interactions complexes entre les espèces. Ils apportent également de nombreuses contributions à la santé et au bien-

être humains. Les écosystèmes sont essentiels à notre santé physique, fournissant un régime vital d'aliments nutritifs, ainsi qu'une part importante des ressources médicinales mondiales, régulant les polluants de l'air et de l'eau et contrôlant les vecteurs de maladies.⁴⁰ Des écosystèmes intacts sont également importants pour notre santé mentale, offrant des possibilités de loisirs, d'apprentissage et d'inspiration, conférant un sentiment d'appartenance à un lieu et

donnant une expression aux valeurs culturelles et d'identité.⁴⁰ Malgré leur importance pour les personnes et la nature, des facteurs anthropiques ont conduit à une dégradation substantielle des écosystèmes dans tous les paysages terrestres et marins. Cette dégradation généralisée entraîne un déclin inévitable des contributions que les personnes reçoivent des écosystèmes, menaçant la qualité de vie des populations humaines.⁴⁰



L'intégrité d'un écosystème est le degré auquel son état physique, sa composition, sa structure et sa fonction sont intacts (c'est-à-dire qu'ils n'ont pas été dégradés). La mesure de l'intégrité d'un écosystème est complexe et nécessite de comprendre la gamme d'états dans lesquels cet écosystème aurait pu se trouver en l'absence de dégradation (voir [Contexte de la restauration d'écosystèmes](#)). Les évaluations de l'intégrité écologique devraient idéalement être fondées sur un nombre suffisant d'indicateurs de l'état physique, de composition, de structure et de fonction. L'inverse de l'intégrité d'un écosystème est sa dégradation.

L'intégrité des écosystèmes varie considérablement d'un paysage terrestre ou marin à l'autre, d'écosystèmes présentant une intégrité élevée dans les zones sauvages, à des systèmes complètement transformés dans des endroits, telles que les villes, où peu d'écosystèmes naturels subsistent.⁶⁹ Entre ces deux extrêmes se trouve un large éventail d'« écosystèmes gérés », transformés de différentes manières et à divers degrés. Il s'agit notamment de paysages agricoles, de dérivations d'eau douce et de paysages marins exploités.

Dans les systèmes gérés, le fonctionnement des écosystèmes continue de fournir des avantages aux personnes, tels que du fourrage pour le bétail, un approvisionnement en eau, la pollinisation, des pépinières de poissons et bien plus encore. Le but des activités de gestion restauratrice sur ces sites n'est pas forcément de restaurer complètement un écosystème autochtone, mais plutôt d'atteindre un équilibre durable entre intégrité de l'écosystème, bien-être humain et adaptation aux changements climatiques.⁶⁹



Plantation de thé. Ren'ai, Taiwan. Photo : [Metamorfo Studio](#).

L'évaluation du risque d'effondrement des écosystèmes est essentielle pour leur restauration

Les écosystèmes de la planète se dégradent, et certains se sont complètement effondrés ou ont disparu, remettant en question la réalisation des Objectifs de développement durable. Face aux impacts anthropiques généralisés, la restauration est devenue un outil essentiel pour la gestion des ressources naturelles et l'atténuation des effets négatifs de l'utilisation des terres et des changements climatiques. L'objectif principal de la restauration des écosystèmes est de guider la réparation

d'écosystèmes dégradés et d'éviter tout nouveau déclin. Pourtant, malgré cet objectif, les projets et programmes de restauration sont souvent mis en œuvre sans évaluation stratégique du degré d'urgence de la restauration parmi les types d'écosystèmes.

Afin d'évaluer un risque, c'est à dire la probabilité d'un résultat négatif sur une période donnée, il est d'abord nécessaire de définir ce résultat négatif.¹¹ Dans le cas de l'évaluation des risques pour les espèces, il s'agit de l'extinction, qui correspond à la perte du dernier individu d'une espèce. Pour les écosystèmes, ce risque est celui de l'effondrement de l'écosystème.



L'effondrement d'un écosystème est le point final de la dégradation et de la perte de cet écosystème, lorsque celui-ci perd ses caractéristiques et son identité et est remplacé par un type d'écosystème différent.

La science de l'évaluation des risques offre des méthodologies et des protocoles visant à mesurer le risque. Dans ce guide, l'évaluation des risques écosystémiques fait spécifiquement référence au risque d'effondrement des écosystèmes et ne doit pas être confondu avec le « risque » dans d'autres contextes, tels que le risque financier ou le risque relatif à un projet.



La **Liste rouge des écosystèmes de l'UICN** est un outil d'évaluation du risque d'effondrement des écosystèmes. Tout comme l'extinction d'une espèce, l'effondrement d'un écosystème

implique une perte de biodiversité de la Terre. Certains écosystèmes sont touchés de manière disproportionnée, augmentant le risque d'effondrement. Ces écosystèmes « à risque », fortement menacés, peuvent, dans certains cas, constituer des cibles évidentes pour une restauration. La Liste rouge des écosystèmes est un outil utile pour évaluer les risques écosystémiques et analyser les causes sous-jacentes de ces risques. La prise en compte des risques écosystémiques, lorsqu'elle est pleinement intégrée au processus de restauration, peut fournir des informations précieuses pour soutenir la planification spatiale et réaliser un suivi des activités de restauration.

La restauration d'écosystèmes vise à surmonter les conséquences négatives des dégradations anthropiques et à améliorer l'intégrité des écosystèmes. La Liste rouge des écosystèmes se base sur une compréhension de ces processus intrinsèques ainsi que sur l'évaluation des

tendances passées et futures pour déterminer les risques. En conséquence, la Liste rouge des écosystèmes permet d'adapter les réponses de restauration à des voies de dégradation spécifiques, en fonction de la nature de la dégradation. La perte et la fragmentation des habitats, les changements dans les conditions abiotiques ou la modification des processus biotiques au sein d'un écosystème nécessiteront des réponses de restauration différentes. L'analyse des tendances temporelles à l'échelle des écosystèmes fournie par la Liste rouge des écosystèmes aide à établir des objectifs et des cibles de restauration, ainsi qu'à réaliser un suivi de l'impact des activités de restauration sur la réduction des risques écosystémiques.



Contraste saisissant entre la forêt et les paysages agricoles. Rio Branco, Acre, Brésil. Photo : Kate Evans/CIFOR.

Qu'est-ce que la restauration des écosystèmes ?



La **restauration des écosystèmes** est définie comme « le processus d'arrêt et d'inversion de la dégradation, se traduisant par une amélioration des services écosystémiques et une restauration de la biodiversité. La restauration d'écosystèmes englobe un large continuum de pratiques, en fonction des conditions locales et des choix sociétaux ». ⁸⁴

La **restauration d'écosystèmes** diffère de la *restauration écologique* en ce sens qu'elle se réfère à un éventail plus large d'interventions de gestion visant à réparer les écosystèmes, s'inscrivant dans un continuum de restauration (Figure 3). L'une des extrémités de ce continuum comprend les activités de gestion visant à réduire les impacts sociétaux, tels que le ruissellement de polluants dans les cours d'eau urbains, et à atténuer les menaces telles que les sols contaminés. À l'autre extrémité du continuum se trouve la *restauration écologique*, une pratique de gestion visant non seulement à éliminer la dégradation, mais également à aider un écosystème à retrouver la trajectoire qu'il suivrait si la dégradation n'avait pas eu lieu, en tenant compte des changements environnementaux.

La Liste rouge des écosystèmes peut être utile pour soutenir le rétablissement d'écosystèmes autochtones, ou pour guider la réparation des fonctions écosystémiques (voir la figure ci-dessous), par exemple dans les zones productives où les activités de restauration peuvent être priorisées pour améliorer l'intégrité des écosystèmes. Cependant, étant donné que la Liste rouge des écosystèmes se concentre sur la biodiversité, elle présente certaines limites à l'heure d'aborder la restauration d'écosystèmes dans des contextes très artificialisés, où elle devra être complétée par d'autres outils. La restauration d'écosystèmes peut être utilisée pour améliorer l'intégrité de zones dégradées, pouvant ainsi conduire à une augmentation globale de la superficie des écosystèmes.

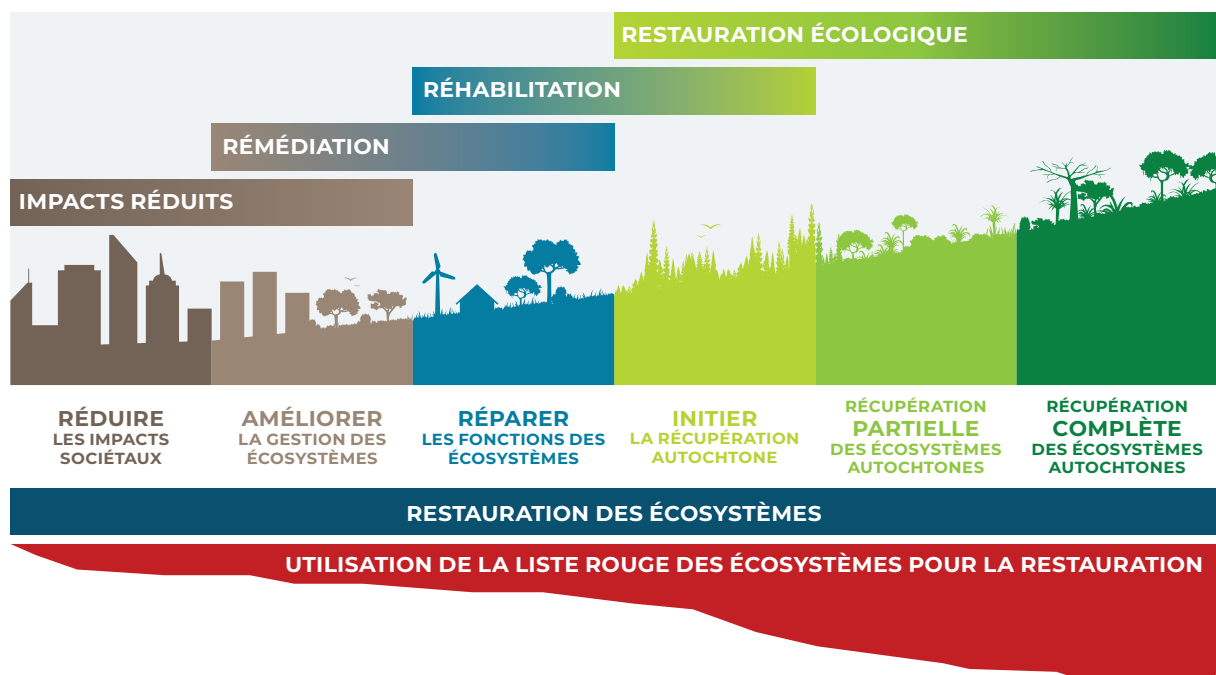


Figure 3 : La restauration d'écosystèmes comprend un continuum d'activités de restauration allant d'une réduction des impacts sociétaux, tels que les contaminants, ou la réparation des fonctions écosystémiques dans des zones gérées pour la production de biens et de services, à un rétablissement complet grâce à la restauration écologique. Ce diagramme n'implique pas un cheminement linéaire de la restauration, mais permet plutôt de visualiser les différents types d'activités de restauration tout au long d'un continuum. La Liste rouge des écosystèmes étant axée sur la biodiversité, elle sera plus pertinente pour réparer les fonctions écosystémiques et restaurer les écosystèmes autochtones (côté droit du continuum). Source : modifié de Gann et al. (2019).³⁴

Encadré 2 : Principes de la restauration des écosystèmes

- Principe 1. La restauration des écosystèmes contribue aux Objectifs de développement durable des Nations Unies ainsi qu'aux objectifs des Conventions de Rio.
- Principe 2. La restauration des écosystèmes favorise une gouvernance inclusive et participative, la justice et l'équité sociales dès le début et tout au long du processus, ainsi que dans les résultats.
- Principe 3. La restauration des écosystèmes regroupe un continuum d'activités de restauration.
- Principe 4. La restauration des écosystèmes vise à atteindre le plus haut niveau de rétablissement de la biodiversité, de santé et d'intégrité des écosystèmes et de bien-être humain.
- Principe 5. La restauration des écosystèmes s'attaque aux causes directes et indirectes de dégradation des écosystèmes.
- Principe 6. La restauration des écosystèmes intègre tous les types de connaissances et favorise leur échange et intégration tout au long du processus.
- Principe 7. La restauration des écosystèmes repose sur des objectifs et buts écologiques, culturels et socioéconomiques à court, moyen et long terme, bien définis.
- Principe 8. La restauration des écosystèmes est adaptée aux contextes écologiques, culturels et socioéconomiques locaux, tout en considérant les paysages terrestres ou marins dans leur ensemble.
- Principe 9. La restauration des écosystèmes comprend le suivi, l'évaluation et la gestion adaptative pendant et au-delà de la durée de vie du projet ou programme.
- Principe 10. La restauration des écosystèmes est rendue possible par des politiques et des mesures favorisant sa pérennité à long terme, sa réplication et sa mise à l'échelle.

Source : FAO, IUCN CEM & SER (2021).³³

La communauté mondiale a convenu, en septembre 2021, des principes de la restauration des écosystèmes ([Encadré 2](#)), reconnaissant la précieuse contribution que celle-ci peut apporter aux objectifs mondiaux ([Principe 1](#)). Ces principes définissent une vision partagée des types d'activités s'inscrivant dans un continuum de

restauration ([Principe 3](#)). Il est important de noter que les activités de restauration d'écosystèmes doivent inclure une gouvernance participative, aboutir à une justice et une équité sociales ([Principe 2](#)), et être fondées sur tous les types de connaissances disponibles ([Principe 6](#)). Les activités de restauration d'écosystèmes doivent



Vallée de Tehuacán-Cuicatlán. Puebla et Oaxaca, Mexique. Photo : UICN/Thora Amend.

s'efforcer d'atteindre le plus haut niveau possible de rétablissement de l'intégrité des écosystèmes et de bien-être humain ([Principe 4](#)). Cela signifie que la restauration d'écosystèmes doit s'attaquer aux facteurs de dégradation ([Principe 5](#)) et se traduire par un gain net pour la biodiversité, les écosystèmes et les personnes.

La planification de la restauration d'écosystèmes doit inclure des objectifs mesurables et des buts à long terme ([Principe 7](#)). Ces buts et objectifs doivent être suffisamment détaillés pour permettre le suivi et l'évaluation de la réussite du projet et, en fin de compte, une gestion adaptative ([Principe 9](#)). Les projets et programmes de restauration d'écosystèmes peuvent être entrepris à des échelles allant de moins d'un hectare à de vastes paysages terrestres ou marins. Quelle que soit la taille, cependant, le contexte local, tout comme le contexte plus général, doivent être pris en

compte dans la planification et l'évaluation du projet ([Principe 8](#)). Enfin, la restauration des écosystèmes nécessite de développer les interventions à plus grande échelle, afin de garantir qu'à long terme, les pratiques réussies bénéficient d'une large influence et que les politiques et mesures pertinentes soient définies, adoptées et intégrées ([Principe 10](#)).

Outre la conservation de la biodiversité, la restauration des écosystèmes est également un moyen important de retrouver les nombreux avantages que les personnes tirent d'écosystèmes fonctionnels. Elle peut contribuer de manière significative aux solutions fondées sur la nature (SfN) pour relever les défis sociétaux, notamment l'atténuation des changements climatiques et l'adaptation à ceux-ci ([Encadré 3](#)). La restauration joue également un rôle de plus en plus important dans l'atténuation des impacts du développement ([Encadré 4](#)).

Encadré 3 : La restauration : un moyen de parvenir à des solutions fondées sur la nature

La restauration est l'une des trois voies pour parvenir à des solutions fondées sur la nature (SfN) pour répondre aux défis sociétaux, comme indiqué dans leur définition : « des actions visant à protéger, à gérer durablement et à restaurer les écosystèmes naturels ou modifiés qui répondent aux défis sociétaux de manière efficace et adaptative, fournissant simultanément des avantages pour le bien-être humain et la biodiversité ».¹⁵ Au cœur des SfN se trouve l'objectif de fournir des solutions répondant aux principaux défis sociétaux actuels, tout en utilisant les écosystèmes et les services qu'ils fournissent. Les SfN se traduisent par des effets bénéfiques à la fois pour la biodiversité et le bien-être humain. Il est important de noter que si la restauration peut constituer un moyen d'améliorer un large éventail de services écosystémiques, elle ne peut contribuer à réduire le risque d'effondrement des écosystèmes au titre de la Liste rouge des écosystèmes que si l'approche de restauration s'aligne sur l'approche écosystémique⁷⁸ et a pour objectif de récupérer l'intégrité de la biodiversité et des écosystèmes autochtones.^{79,91}

La Restauration des forêts et des paysages (RFP) est un exemple de SfN visant à rétablir les fonctions écosystémiques et permettre l'obtention de services écosystémiques. Les travaux effectués dans le cadre du Défi de Bonn²³ et autres efforts de restauration à grande échelle ont permis de documenter de tels avantages pour le bien-être humain : création d'emplois, sécurité alimentaire grâce à l'augmentation des rendements et la diversification, réduction de l'envasement des cours d'eau, adaptation aux changements climatiques et séquestration de carbone. Afin de minimiser les compromis entre biodiversité, réponses aux changements climatiques et avantages pour le bien-être humain, la RFP doit faire appel à une science biogéographique solide, fondée sur la Liste rouge des écosystèmes.^{79,91}

La restauration en tant que SfN a également été utilisée dans le cadre de réponses post-catastrophe, pour la réduction des risques futurs. Après l'ouragan Katrina, le Congrès des États-Unis a approuvé l'octroi de 500 millions de dollars pour la restauration de ses parcs nationaux côtiers et marais salants, après avoir constaté que ces éléments avaient permis d'atténuer les dommages.⁶⁵ De même, le gouvernement du Japon a priorisé l'expansion de ses forêts côtières, notamment par la création du parc de reconstruction Sanriku Fukko, après avoir constaté que ces forêts avaient contribué à réduire les impacts du tsunami causé par le grand tremblement de terre dans l'est du Japon en 2011.⁷² La restauration sera essentielle au succès des SfN, et les SfN offrent la possibilité de mobiliser des opportunités de restauration à grande échelle et à long terme pour répondre aux besoins de biodiversité, de changements climatiques et de développement humain.

Source : Andrade et al. (2020).³



Parc historique national et réserve Jean Lafitte (PHNR JELA) après l'ouragan Katrina. Louisiane, États-Unis. Photo : CULN/NPS

Encadré 4 : La restauration dans le cadre de la hiérarchie des mesures d'atténuation

La restauration fait partie des quatre principaux éléments de la hiérarchie des mesures d'atténuation, selon laquelle les impacts du développement sur la biodiversité doivent d'abord être (1) évités, puis (2) minimisés, avant d'envisager des options de (3) restauration, ou enfin (4) de compensation.⁸³ Les impacts du développement ne pouvant être évités ou minimisés peuvent ainsi être corrigés par la restauration. L'objectif est souvent de ramener les zones affectées à un état naturel fonctionnel, bien que la complexité de la biodiversité puisse rarement être entièrement restaurée. L'utilisation de plus en plus stricte de la hiérarchie des mesures d'atténuation dans les normes de performance internationales et par les bailleurs de fonds du développement font que les efforts de réhabilitation s'intensifient.

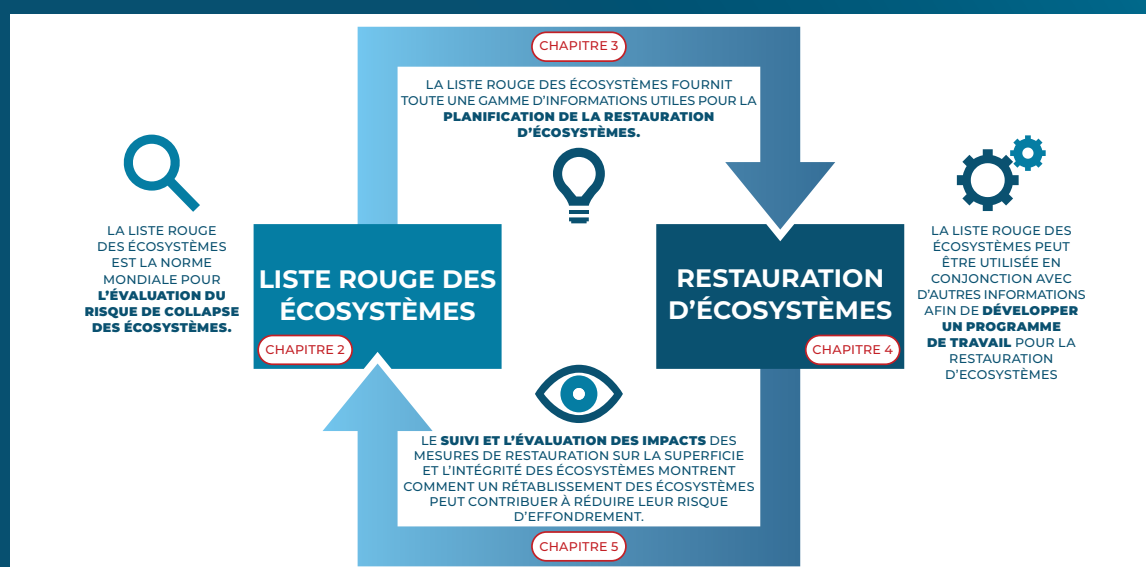


Figure 4 : La restauration est l'un des quatre éléments principaux de la hiérarchie des mesures d'atténuation. Source : modifié de UN Global Compact et IUCN (2012).⁸³

Contexte de la restauration d'écosystèmes



L'**état de référence** définit la condition dans laquelle se trouverait un écosystème en l'absence de dégradation, en tenant compte des changements environnementaux³⁴. Il décrit l'état physique, le biote, les fonctions et les interactions entre ceux-ci. Dans les écosystèmes marqués par des utilisations humaines locales ou traditionnelles (comme les paysages culturels), l'état de référence peut inclure une intensité spécifique de pression humaine³⁴.

Étant donné que la restauration d'écosystèmes vise à inverser la dégradation, une étape clé de la planification consistera à déterminer l'état de référence.

Les états de référence sont identifiés par le développement de modèles de référence ([Encadré 5](#)). Étant donné que les écosystèmes sont dynamiques et peuvent suivre plus d'une voie de changement, souvent avec

de multiples états alternatifs, il est parfois nécessaire d'identifier plusieurs états de référence et modèles alternatifs³⁴. Ces états de référence et modèles seront utilisés pour mesurer le degré de dégradation, définir des objectifs de restauration et évaluer la réussite d'un projet. Cependant, selon le type d'activité de restauration de l'écosystème mise en œuvre, l'objectif peut ne pas être d'atteindre l'état de référence.

Encadré 5 : Développer un modèle de référence

Le développement d'un modèle de référence est complexe, en grande partie parce que les écosystèmes sont très dynamiques dans le temps. Compte tenu des changements continus du climat et des conditions biophysiques, l'état des écosystèmes actuels, même ceux ayant subi une dégradation anthropique minimale, s'écarte de leur état historique⁵⁹. La reconnaissance croissante du fait que le changement est une caractéristique inhérente à tous les écosystèmes a mis en évidence le fait que la restauration ne doit pas viser à maintenir les écosystèmes stables à un moment donné^{37,34}, mais doit plutôt éliminer la dégradation et permettre au système de se rétablir dans les limites des enveloppes biophysiques actuelles. Ainsi, les modèles de référence pour la restauration d'écosystèmes ne doivent pas être basés sur un état historique, mais plutôt se rapprocher de l'état dans lequel se trouverait le site du projet si la dégradation n'avait pas eu lieu, en tenant compte des changements environnementaux^{57,34}. Cette condition est mieux modélisée par l'utilisation d'analogues modernes, des sites contemporains similaires au site du projet mais encore relativement intacts³⁴. Dans les écosystèmes semi-naturels ou culturels, l'état de référence inclurait les modifications humaines des écosystèmes considérées comme n'ayant pas de conséquences écologiques négatives.

Les écosystèmes sont constitués de composants biotiques et abiotiques qui interagissent de manière complexe⁴⁷. Cela signifie que les modèles de référence ne décriront pas correctement l'écosystème cible s'ils n'incluent pas un éventail suffisamment large de paramètres pour mesurer l'intégrité de l'écosystème. Il n'est pas toujours possible de déterminer avec précision le degré de complexité suffisant⁴⁸, mais une meilleure pratique consiste à inclure au moins plusieurs mesures de la condition physique, de la composition, de la structure et de la fonction³⁵, à la fois à l'échelle de l'écosystème et à celle du paysage terrestre ou marin^{34,94}.

Étant donné qu'il n'existe pas deux sites parfaitement identiques, même s'ils appartiennent à un même type d'écosystème, il sera nécessaire d'inclure plusieurs sites de référence lors de l'élaboration de modèles de référence. En raison des taux élevés de dégradation, de nombreux écosystèmes ne disposeront pas d'un nombre approprié de sites de référence, ou n'en disposeront d'aucun. Dans ce cas, les gestionnaires devront faire preuve de créativité pour assembler un modèle de référence basé sur toutes les sources d'informations et modèles de succession disponibles. En raison des incertitudes inhérentes à la détermination des conditions de référence, les meilleurs modèles combineront des données provenant de sources multiples avec le meilleur jugement professionnel pour déterminer la trajectoire écologique approximative du système, s'il n'avait pas été dégradé, endommagé ou détruit³⁴.



Torrent dans les Appalaches, États-Unis. Photo : [Samuel H Austin, Virginia Water Science Center](#).



Le terme **paysage terrestre** ou **paysage marin** peut être utilisé différemment dans des contextes écologiques et de gestion. D'un point de vue écologique, un paysage terrestre ou marin est une zone composée de multiples écosystèmes interagissant. Les paysages terrestres et marins comportent les éléments suivants : une composition, faisant référence au type et à l'abondance des écosystèmes qui les composent, une structure, faisant référence à l'agencement spatial de ces écosystèmes et parcelles, ainsi que leur connectivité, et une fonction, faisant référence aux flux d'énergie, de nutriments et de biomasse entre les parcelles (Figure 2). En revanche, à des fins de gestion, la notion de paysage terrestre ou marin est souvent utilisée de manière interchangeable avec celle d'une grande échelle spatiale où se déroule un processus de planification spatiale. En ce sens, la planification des paysages terrestres ou marins peut être définie par des frontières administratives, de l'échelle d'une juridiction nationale à celle de provinces ou de villages, et en tant que telle, pourrait parfois être relativement homogène en termes de distribution d'écosystèmes.

La restauration d'écosystèmes fait intervenir des niveaux de hiérarchie biologique supérieurs à l'échelle écosystémique, et notamment une prise en compte explicite de la composition, structure et fonction à l'échelle des paysages terrestres ou marins (voir la Figure 2)⁹⁸. La restauration des fonctions, des flux d'énergie, de nutriments et autres éléments dans l'ensemble d'un paysage terrestre ou marin peut être aussi, voire plus, importante que la restauration de sa composition et de sa structure, en particulier

en ce qui concerne la fourniture de services écosystémiques.

Il est essentiel de comprendre le contexte du paysage terrestre ou marin pour déterminer où, quoi, comment et avec qui mettre en œuvre la restauration, y compris les types de mesures de gestion nécessaires. Par exemple, dans certains cas, la proximité du site de projet avec des écosystèmes intacts résiduels pourra indiquer si des sources de propagules seront disponibles pour une régénération naturelle ou

si une réintroduction active sera nécessaire.²⁸ Le contexte paysager doit également être pris en compte au moment d'évaluer la faisabilité du succès de la restauration, car si les menaces provenant du paysage plus vaste, ainsi que la connectivité et la fragmentation des habitats ne sont pas prises en compte, les investissements de

restauration seront de courte durée. De même, les impacts de certaines activités de restauration, telles que la réduction de la sédimentation dans les systèmes aquatiques, ne pourront être correctement évaluées qu'à l'échelle d'un paysage.

Objectif et structure de ce guide

Au fur et à mesure que nous élargissons nos ambitions en matière de restauration au cours de la prochaine décennie, et que nous avançons vers la restauration d'écosystèmes et de paysages terrestres et marins entiers, la complexité des questions auxquelles nous devons répondre augmentera en conséquence. Dans un monde aux ressources limitées, il est désormais vital de planifier soigneusement les priorités, de définir les objectifs de restauration et de mesurer les progrès réalisés.

Ce guide fournit aux planificateurs de la restauration, aux professionnels et aux décideurs un aperçu complet de la manière d'intégrer l'évaluation des risques écosystémiques dans les projets et programmes de restauration, et de l'utiliser pour mesurer les progrès réalisés en matière de restauration (voir la [Figure 1](#)). Ces informations seront également utiles aux bailleurs de fonds, aux planificateurs du territoire ou aux conseillers techniques pour décider des priorités spatiales de restauration dans les écosystèmes terrestres, d'eau douce et marins.



Lâcher de larves de corail sur des sections du récif de Wistari au large de l'île Heron, Queensland, Australie. Photo : Université Southern Cross.

Cette publication vise à répondre aux questions clés suivantes :

Quels écosystèmes sont les plus menacés et pourquoi ? La Liste rouge des écosystèmes est un outil scientifique solide, transparent et fondé sur des données probantes permettant d'évaluer le risque d'effondrement des écosystèmes et la perte de biodiversité et de services écosystémiques qui en résulte. Elle permet d'intégrer la dynamique des écosystèmes aux outils d'aide à la décision.

Le [Chapitre 2](#) présente une vue d'ensemble de la Liste rouge des écosystèmes et des méthodes d'évaluation des risques écosystémiques, sur la base des catégories et critères de la Liste rouge des écosystèmes.

Quels écosystèmes devraient faire l'objet d'une restauration ?

Il est essentiel de comprendre les causes profondes des risques écosystémiques et d'utiliser cette compréhension pour déterminer quels types d'écosystèmes ont le plus besoin d'être restaurés.

Quels changements peuvent être obtenus grâce à la restauration ?

La définition d'objectifs à l'échelle des écosystèmes, qui reflètent les changements visés par la restauration, est essentielle pour le suivi et l'évaluation ultérieurs.

Le [Chapitre 3](#) explore comment la Liste rouge des écosystèmes, associée à d'autres informations par le biais d'analyses multicritères, peut faciliter l'analyse des possibilités disponibles pour aborder les risques écosystémiques et identifier les priorités stratégiques en matière de restauration.

Où la restauration doit-elle être privilégiée dans un paysage terrestre ou marin ?

Une fois que des objectifs à l'échelle des écosystèmes auront été déterminés, il sera nécessaire de décider où agir dans le paysage terrestre ou marin. Des utilisations concurrentes des terres, les perspectives locales d'un large éventail de parties prenantes et les modèles spatiaux rendent le processus de planification particulièrement complexe, avec des conflits potentiels. Un processus participatif, tel que la Méthodologie d'évaluation des opportunités de restauration (MEOR), peut impliquer les décideurs et les parties prenantes pour identifier où et comment mettre en œuvre la restauration.

Quels types d'activités de restauration seront les plus efficaces selon le contexte ?

Le type d'activités de restauration le plus efficace dépendra du contexte local, à la fois en termes d'espèces locales, de présence humaine et de pratiques culturelles. Cette publication n'a pas vocation à fournir des conseils détaillés sur quelles activités de restauration mettre en œuvre dans chaque contexte, mais plutôt de mettre en évidence les types d'activités de restauration appropriées pour atteindre le plus haut niveau de rétablissement possible en matière de santé des écosystèmes et de bien-être humain.

Le [Chapitre 4](#) explique comment intégrer les informations de la Liste rouge des écosystèmes dans la mise en œuvre des mesures de restauration sur le terrain.

Comment mesurer le succès et les progrès ? Étant donné que toutes les activités de restauration sont expérimentales, un suivi et une évaluation sont nécessaires pour évaluer leur efficacité et leurs impacts. Il s'agira notamment d'évaluer l'efficacité du processus de hiérarchisation spatiale, ainsi que les impacts des activités de restauration elles-mêmes sur l'augmentation de la superficie des écosystèmes, l'amélioration de leur intégrité et la diminution du risque d'effondrement.

Le [Chapitre 5](#) examine les processus de suivi et évaluation des progrès de restauration et les moyens par lesquels la Liste rouge des écosystèmes peut être utilisée pour mesurer et informer sur le rétablissement d'écosystèmes grâce aux activités de restauration.

Lectures complémentaires :

Devenons la #GénérationRestauration : la restauration des écosystèmes pour les personnes, la nature et le climat.⁸⁶ <https://www.unep.org/fr/resources/ecosystem-restoration-people-nature-climate>

International principles and standards for the practice of ecological restoration.³⁴ <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/rec.13035>

Standard mondial de l'UICN pour les solutions fondées sur la nature™.³ <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.08.fr>



Plage de Jodogahama. Iwate, Japon. Photo : KO-TORI.

Chapitre 2 : Identifier les écosystèmes les plus menacés à l'aide de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN

Emily Nicholson, Université Deakin

Ce chapitre présente une vue d'ensemble de la méthodologie utilisée pour évaluer le risque d'effondrement des écosystèmes à l'aide de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN. Il

résume le processus d'évaluation, les données nécessaires, les critères et la manière dont les catégories de risque sont attribuées.

Introduction à la Liste rouge des écosystèmes

La Liste rouge des écosystèmes de l'UICN est la norme mondiale pour l'évaluation des risques pesant sur les écosystèmes. Elle aborde les risques pour la biodiversité à l'échelle des écosystèmes, plutôt qu'à celle d'espèces individuelles (comme dans la Liste rouge de l'UICN des espèces menacées™). La Liste rouge des écosystèmes utilise une série de critères pour placer les écosystèmes dans une catégorie de risque relatif significative et facile à interpréter. Les cinq critères évaluent :

- A) les changements dans la répartition des écosystèmes,
- B) une distribution restreinte,
- C) une dégradation de l'environnement abiotique,
- D) une altération des processus biotiques, et
- E) la probabilité d'effondrement de l'écosystème estimée à l'aide d'un modèle quantitatif.

La Liste rouge des écosystèmes peut être appliquée à n'importe quel écosystème dans les domaines marin, terrestre et d'eau douce.

La Liste rouge des écosystèmes a été élaborée en réponse au besoin d'une norme mondiale pour l'évaluation des risques écosystémiques. Au cours des années 1990 et au début des années 2000, de nombreux pays, organisations non

gouvernementales et chercheurs développaient leurs propres approches d'évaluation des risques écosystémiques afin de soutenir la législation, la planification et les priorités de conservation.⁶⁶ La base scientifique d'une Liste rouge des écosystèmes a été publiée en 2013,⁴⁶ et en 2014, l'UICN a officiellement adopté la Liste rouge des écosystèmes comme norme mondiale pour l'évaluation des risques écosystémiques. Depuis, la Liste rouge des écosystèmes a été largement adoptée par les communautés de conservation, non gouvernementales et de recherche. De même, de nombreux pays ont intégré la Liste rouge des écosystèmes à leurs cadres législatifs, réglementaires et politiques. À la mi-2019, plus de 2 800 écosystèmes avaient été évalués dans plus de 100 pays et sur tous les continents, avec des impacts avérés sur les politiques et les pratiques de conservation.⁷¹ Les utilisations de la Liste rouge des écosystèmes incluent la législation, l'aménagement du territoire, la gestion des aires protégées, le suivi et la reddition de comptes, la restauration d'écosystèmes et la gestion.^{71,72}

Une gamme variée d'outils est disponible pour soutenir les évaluations de la Liste rouge des écosystèmes, y compris des lignes directrices, un ensemble croissant d'études de cas dans le monde entier (et la communauté de professionnels correspondante), des outils

techniques pour soutenir l'analyse des données, ainsi que des supports de formation (y compris des cours gratuits en ligne). La base de données de la Liste rouge des écosystèmes contient un grand nombre d'évaluations d'écosystèmes,

y compris des évaluations stratégiques et systématiques aux niveaux mondial et inframondial. Ces ressources sont disponibles sur le [site web](#) de la Liste rouge des écosystèmes.

Processus d'évaluation de la Liste rouge des écosystèmes

Le processus d'évaluation de la Liste rouge des écosystèmes rassemble toutes les connaissances pertinentes pour le ou les types d'écosystèmes visés. Une évaluation réussie de la Liste rouge des écosystèmes reposera sur une bonne compréhension des processus et de la dynamique des écosystèmes, considérera les processus sur différentes échelles de temps et réfléchira aux mécanismes permettant à un écosystème de fonctionner. Cela exigera

des évaluateurs qu'ils réfléchissent de manière ouverte, qu'ils fassent appel à des experts et à divers types de connaissances, qu'ils recherchent minutieusement des informations et qu'ils fassent preuve de créativité dans l'application des critères en fonction des différents types de données disponibles. Les étapes et éléments d'une évaluation sont décrits à la [Figure 5](#). En règle générale, les écosystèmes devraient être réévalués tous les 5 à 10 ans.

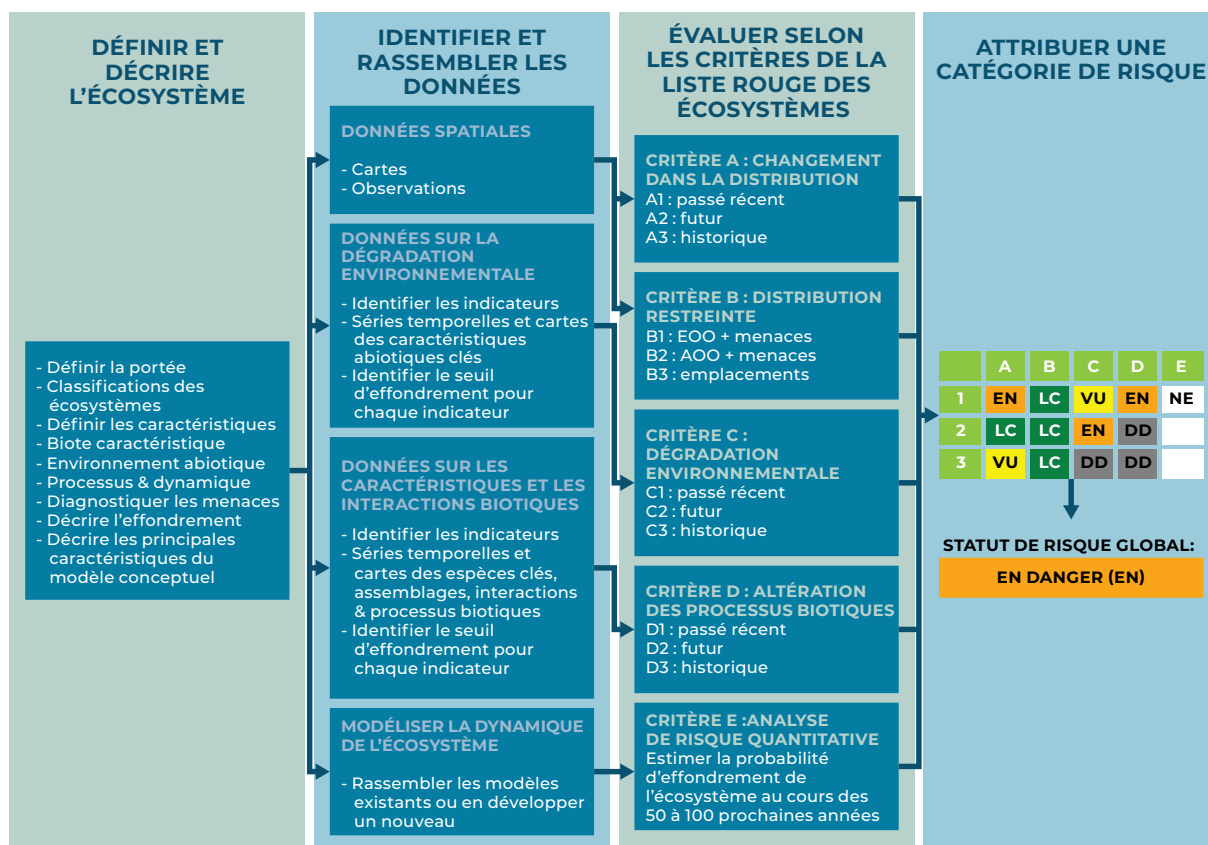


Figure 5 : Étapes et données requises pour une évaluation de la Liste rouge des écosystèmes, les cinq critères d'évaluation des risques écosystémiques et comment la catégorie globale de risque est attribuée (catégorie la plus élevée parmi les critères évalués). Il peut ne pas être possible d'évaluer certains critères en raison de données limitées, mais les évaluateurs devront s'efforcer d'évaluer autant de critères que possible. **AOO** = zone d'occupation, **EOO** = zone d'occurrence. *Source : compilé par les auteurs du rapport.*



Montagnes des Andes orientales. Caqueta, Colombie. Photo : Juan Carlos Isaza (Fundación Natiba/WWF).

Portée et échelle

Le cadre et les critères de la Liste rouge des écosystèmes ont été conçus pour être applicables à différentes échelles, d'évaluations mondiales (par exemple, récifs coralliens des Caraïbes⁴⁶) à des évaluations locales à l'échelle infranationale (par exemple, lagon de Coorong en Australie⁴⁶). En règle générale, l'ensemble de l'aire de répartition d'un écosystème devrait être pris en compte dans le processus d'évaluation, même si seule une partie est formellement évaluée (par exemple, si l'aire de répartition s'étend à un autre pays).

D'une manière générale, il existe deux types d'évaluations :

1. Évaluations systématiques, lorsque tous les types d'écosystèmes d'une région, d'un pays ou d'un groupe sont évalués. Par exemple, les évaluations nationales de la Colombie (écosystèmes terrestres²⁸ et récifs coralliens⁹⁰), ou l'évaluation des types d'écosystèmes forestiers des Amériques.³⁰ Les objectifs de ces évaluations comprennent généralement la compréhension des risques relatifs d'effondrement afin de définir des priorités, d'étayer la législation et de guider la planification de la conservation et la restauration. Les évaluations systématiques sont généralement réalisées par des gouvernements ou des organisations non gouvernementales, souvent en partenariat avec des institutions académiques, en consultation avec des experts. Par exemple, l'évaluation nationale de la Finlande a été

dirigée par l'agence gouvernementale pour l'environnement et réalisée par des équipes d'experts sur des groupes d'écosystèmes particuliers provenant de différentes institutions.⁴⁹

2. Évaluations stratégiques, dans lesquelles un ou quelques types d'écosystèmes focaux sont évalués, généralement de manière plus détaillée que dans les évaluations systématiques, permettant de guider la gestion ou les politiques concernant des écosystèmes spécifiques. Parmi les exemples, citons les marais des hautes terres côtières près de Sydney, Australie, dont la gestion a été guidée par une réglementation nationale,⁴⁶ ou les forêts de mangrove des Sundarbans indiens.⁸⁰ De nombreuses évaluations stratégiques ont été entreprises par un ou quelques experts, en consultation avec des professionnels de la discipline (par exemple, Récif Mésoméricain¹²).

La portée et l'échelle d'une évaluation influent sur la précision avec laquelle les écosystèmes seront classés (par exemple, si tous les types d'herbiers marins sont évalués comme un seul type d'écosystème, ou divisés par espèce dominante ou profondeur). Cela influencera à son tour l'échelle spatiale des données disponibles, les types d'indicateurs pouvant être utilisés pour évaluer les changements, et donc, les informations disponibles pour la restauration des écosystèmes.



Parc national de Coorong, Sud-est de l'Australie. Photo : René Kisselbach.

Définir et décrire les types d'écosystèmes



Les **types d'écosystèmes** constituent l'unité d'évaluation de la Liste rouge des écosystèmes. Ils se différencient les uns des autres par leur composition, leur structure, leurs processus écologiques et leur dynamique et fonctions écosystémiques.⁴⁶

Un type d'écosystème peut être défini en fonction de ses caractéristiques diagnostiques clés :



Le **biote caractéristique**, ou parties vivantes de l'écosystème (plantes et animaux), et la structure qui le différencient des autres types d'écosystèmes.



L'**environnement abiotique**, notamment les sols, l'eau, le climat (précipitations et température), les régimes d'écoulement ou d'inondation pour les écosystèmes aquatiques, ou la profondeur de l'eau pour les écosystèmes des grands fonds marins.



Les **interactions** entre espèces, entre composants abiotiques, et entre les espèces et l'environnement physique.



L'**emplacement spatial** où l'écosystème est présent, qui prend généralement la forme d'une carte.

Encadré 6 : Typologie mondiale des écosystèmes de l'UICN

La typologie mondiale des écosystèmes de l'UICN⁴⁴ a été élaborée par un réseau mondial de spécialistes pluridisciplinaires. Il s'agit d'une classification systématique et hiérarchique englobant tous les écosystèmes de la Terre, représentant à la fois la diversité des fonctions écosystémiques et la biodiversité. Dans ses niveaux supérieurs, comprenant les domaines, les biomes et les groupes fonctionnels des écosystèmes, la typologie définit les écosystèmes par leurs fonctions écologiques. Dans ses niveaux inférieurs, elle distingue les écosystèmes grâce aux différents assemblages d'espèces impliquées dans ces fonctions. L'objectif de la typologie est de fournir un cadre permettant de comprendre et comparer les propriétés clés d'écosystèmes fonctionnellement différents ainsi que leurs moteurs, un aspect essentiel pour soutenir la gestion des écosystèmes, afin d'améliorer les résultats tant pour la biodiversité que pour les services écosystémiques.

La typologie constitue le système de classification de référence pour la Liste rouge des écosystèmes ainsi que pour le Système de comptabilité économique environnementale - comptabilité des écosystèmes (voir l'Encadré 15). La typologie peut soutenir le développement de nouvelles classifications (comme la classification nationale des écosystèmes du Myanmar⁶³) et est conçue pour permettre l'intégration de classifications existantes à plus petite échelle (comme la classification nationale de l'Afrique du Sud²⁴).

Bien que la typologie mondiale des écosystèmes inclue les écosystèmes anthropiques (y compris les écosystèmes urbains et agricoles fortement transformés), du fait qu'elle vise à faire face au risque de perte de biodiversité, la Liste rouge des écosystèmes tend à se concentrer sur les écosystèmes non anthropiques (c'est-à-dire des types d'écosystèmes plus naturels), à quelques exceptions notables près en Europe (par exemple, en Norvège⁴). De nombreux écosystèmes ont été façonnés par l'homme au cours des millénaires, par exemple par des pratiques culturelles, comme la gestion des incendies en Australie ou des méthodes agricoles traditionnelles en Europe. La biodiversité de ces écosystèmes s'est adaptée à cette gestion au cours de centaines ou de milliers d'années, et risque aujourd'hui de disparaître sous l'effet de la colonisation et de la transformation industrielle.

La description d'un écosystème devra replacer le type d'écosystème dans le contexte d'autres classifications, notamment la Typologie mondiale des écosystèmes de l'UICN (Encadré 6). Les similitudes, différences et limites entre types d'écosystèmes apparentés devront être incluses dans la description du type d'écosystème, ainsi que la variabilité de l'expression et de la dynamique écosystémique.

Des **modèles conceptuels** sont recommandés lors de la description d'écosystèmes dans une évaluation de la Liste rouge des écosystèmes. Les modèles conceptuels offrent une représentation de l'écosystème, généralement par le biais d'un diagramme identifiant les processus et relations les plus importants au sein de celui-ci, y compris ses caractéristiques et principales menaces

(voir par exemple, Figure 6). Ces modèles permettent de communiquer les connaissances partagées, de clarifier les hypothèses et d'aider à identifier les indicateurs clés qui permettront de mesurer l'évolution des écosystèmes. Il existe de nombreuses façons de concevoir un modèle conceptuel. Les modèles causaux, qui montrent comment les différents composants d'un système influent les uns sur les autres, y compris les processus de menace, sont les types de modèles conceptuels les plus couramment utilisés dans l'évaluation des écosystèmes. Les modèles d'état et de transition, qui décrivent les différents états du système et les voies entre eux, sont un autre exemple, souvent utilisés dans la gestion, tandis que des croquis stylisés peuvent faciliter la communication.

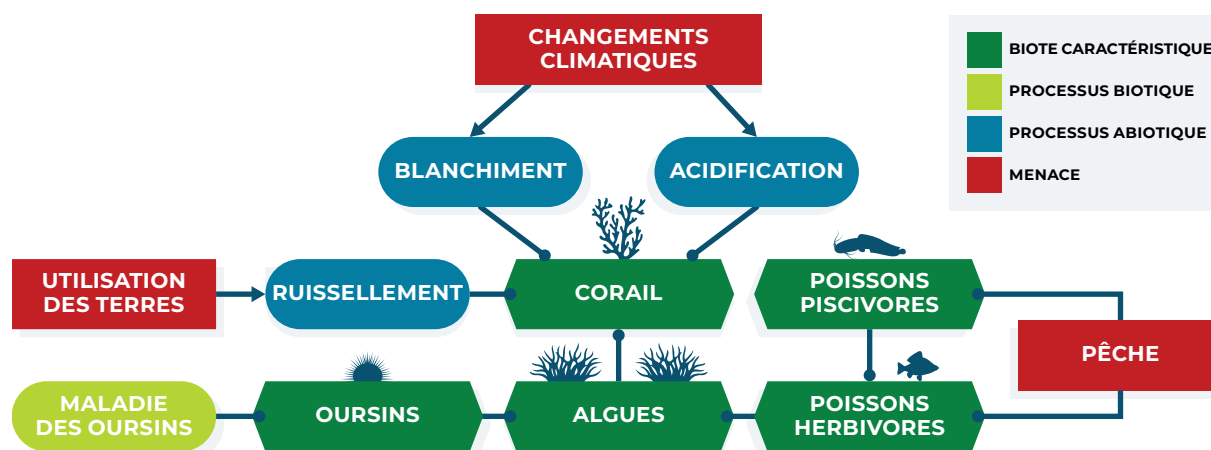


Figure 6 : Modèle conceptuel d'un récif de corail montrant comment les principales caractéristiques de l'écosystème interagissent, comment les menaces affectent les composantes de l'écosystème et donc, les voies de dégradation et d'effondrement. Le modèle est une simplification de la dynamique complexe des écosystèmes, qui aide les évaluateurs à identifier les processus et caractéristiques les plus importants, et donc les indicateurs pertinents de dégradation des écosystèmes. Ici, il est clair que le corail (mesuré par la couverture de corail vivant) est essentiel à la persistance de l'écosystème, mais qu'il est affecté par de multiples menaces, notamment les changements climatiques (via les processus de blanchiment et d'acidification des océans). Les flèches indiquent les effets positifs, et les liaisons arrondies les effets négatifs. Source : modifié de Bland et al. (2017).¹²

L'effondrement d'un écosystème est le point final de dégradation et de perte de celui-ci, lorsqu'il perd ses caractéristiques et son identité, et est remplacé par un autre type d'écosystème. L'effondrement peut se produire localement, lorsqu'un écosystème disparaît d'une zone ou d'un pays (par analogie avec l'extinction ou la disparition locale d'une espèce), ou globalement, lorsque l'étendue totale d'un type d'écosystème disparaît. En règle générale, dans la Liste rouge des écosystèmes, l'effondrement fait référence à un effondrement global (c'est-à-dire dans toute l'aire de répartition du type d'écosystème, sauf indication contraire). La description de l'effondrement d'un écosystème est un élément clé de la Liste rouge des écosystèmes, et nécessite une description générale de l'état et des voies d'effondrement, ainsi que des seuils concernant les indicateurs clés relatifs à l'effondrement. Les seuils d'effondrement sont souvent incertains, parce que le concept est complexe et parce que notre connaissance du moment où l'effondrement se produit est imparfaite. Une façon d'aborder cette question est d'examiner une gamme de valeurs dans laquelle un écosystème pourrait être considéré comme effondré (par exemple, l'effondrement d'un récif corallien peut se situer entre 1 % et 5 % de couverture de corail vivant¹¹). L'impact de cette incertitude peut être testé en comparant des seuils d'effondrement alternatifs, pour voir si

cela affecte le statut de risque global. Le modèle conceptuel de l'écosystème permettra de clarifier les différentes voies d'effondrement, ainsi que les impacts des processus de menace et leurs interactions.

Identifier et sélectionner les indicateurs de changement dans l'écosystème : L'une des étapes les plus importantes d'une évaluation des risques écosystémiques consiste à choisir les indicateurs les plus pertinents pour mesurer les changements dans les caractéristiques déterminantes du type d'écosystème. Ces éléments sont essentiels pour évaluer les critères C et D (Tableau 1). La Liste rouge des écosystèmes utilise des mesures quantitatives (ou indicateurs) de l'évolution des écosystèmes, contrairement à la plupart des méthodes antérieures d'évaluation des écosystèmes qui utilisaient des estimations qualitatives (par exemple, des descriptions telles que « hautement modifiée ») susceptibles d'être mal définies et difficiles à reproduire. Il est important de noter que le protocole de la Liste rouge des écosystèmes est conçu pour être flexible, afin que les évaluateurs puissent utiliser les indicateurs les plus pertinents pour le type d'écosystème, plutôt que d'utiliser des indicateurs prédéfinis susceptibles de ne pas être pertinents ou de ne pas mesurer les caractéristiques clés d'un écosystème donné. Les modèles conceptuels peuvent aider à identifier les

éléments clés de l'écosystème et les indicateurs appropriés pour les mesurer.

Les critères de sélection des indicateurs comprennent :

- Pertinence par rapport aux caractéristiques et processus clés de l'écosystème identifiés dans le modèle conceptuel.
- Disponibilité et qualité des données sur les périodes pertinentes (voir [Critères et besoins en matière de données](#)) pour estimer les valeurs actuelles et passées ou futures.
- Capacité d'identifier un seuil approprié représentant l'effondrement de l'écosystème¹².

Idéalement, les indicateurs permettant d'évaluer la dégradation devraient mesurer comment la condition interne de l'écosystème (comme la diversité des espèces, la couverture d'espèces envahissantes, l'abondance d'espèces clés ou fondatrices, ou les débits fluviaux) change en réponse à des menaces externes (voir [Figure 7](#)). Cependant, lorsque les données de mesures directes de l'état de l'écosystème font défaut, des mesures des processus de menace (tels que le niveau de prélèvement de poissons, d'eau ou de bois) peuvent être utilisées, à condition que des seuils d'effondrement puissent être identifiés.

Tableau 1 : Exemples d'indicateurs pour les critères C (abiotique) et D (biotique) ayant été utilisés dans des évaluations de la Liste rouge des écosystèmes, et références correspondantes.⁷⁵

Indicateurs abiotiques		Indicateurs biotiques	
Catégorie	Exemples	Catégorie	Exemples
Eau (physique ou chimique)	Salinité annuelle moyenne ⁴⁶ Profondeur de la nappe phréatique ²⁷ Température de surface de la mer ¹² Changement dans l'hydropériode ⁵⁵ Débit d'eau ⁴⁶	Composition	Abondance des oiseaux d'eau ⁴⁶ Abondance/couverture des espèces envahissantes ^{46,27} Abondance de tigres ⁸⁰ Abondance de loutres de mer ⁴⁶ Densité de varech ⁴⁶
Climat et atmosphère	Jours de couverture nuageuse ⁵ Précipitations annuelles ²⁷ Température annuelle ²⁷ Humidité climatique ⁴⁶ Modélisation de l'adéquation climatique ^{46,92,13}	Structure	Couverture/empiétement arbustif ⁹⁷ Proportion d'arbres anciens ¹³ Densité de la canopée des mangroves ⁸⁰ Schéma spatial des arbres de l'étage dominant ⁹⁶
Perturbation (par exemple, feu, épisodes climatiques extrêmes)	Modification de l'intervalle des incendies ⁵ Fréquence/intensité des ouragans ¹²	Fonction	Couverture de corail vivant ¹² Recrutement des semis ⁵⁵ Prédation par les espèces envahissantes ⁵
Substrat	Carbone du sol ⁵⁸ Volume de sédiments de sable ⁷⁶		

Critères et besoins en matière de données

Le cadre de la Liste rouge des écosystèmes comprend cinq critères d'évaluation des risques écosystémiques, chacun divisé en sous-critères, reflétant les différents symptômes de dégradation et de perte des écosystèmes, ainsi que les différentes voies d'effondrement ([Figure 7](#)). En général, les données sont insuffisantes pour évaluer tous les critères, mais étant donné que ceux-ci représentent les différentes façons dont un écosystème peut être menacé, il convient d'évaluer autant de critères que possible, et idéalement, au moins un des critères spatiaux (critères A et B) et un des critères

de dégradation des écosystèmes (critères C et D). Les cinq critères sont :¹⁰

- A. Réduction de la distribution géographique :** Identifie les types d'écosystèmes subissant une perte de superficie, comme la conversion de la forêt pour l'agriculture.
- B. Distribution géographique restreinte :** Identifie les types d'écosystèmes présentant une répartition limitée, intrinsèquement sensibles aux menaces ou catastrophes spatialement explicites.
- C. Dégradation environnementale :** Identifie les types d'écosystèmes menacés par des changements dans leur environnement abiotique, tels que l'extraction d'eau,

l'élévation du niveau de la mer ou la réduction des précipitations.

D. Altération des processus ou interactions biotiques : Identifie les types d'écosystèmes touchés par une perte d'espèces ou d'assemblages biotiques caractéristiques, ou une perte d'interactions ou de processus biotiques,

tels qu'un déclin des espèces ou des groupes fonctionnels de base, ou des changements dans la structure trophique.

E. Évaluation quantitative des risques estimant la probabilité d'un effondrement : Permet une évaluation intégrée de multiples menaces, symptômes et leurs interactions.

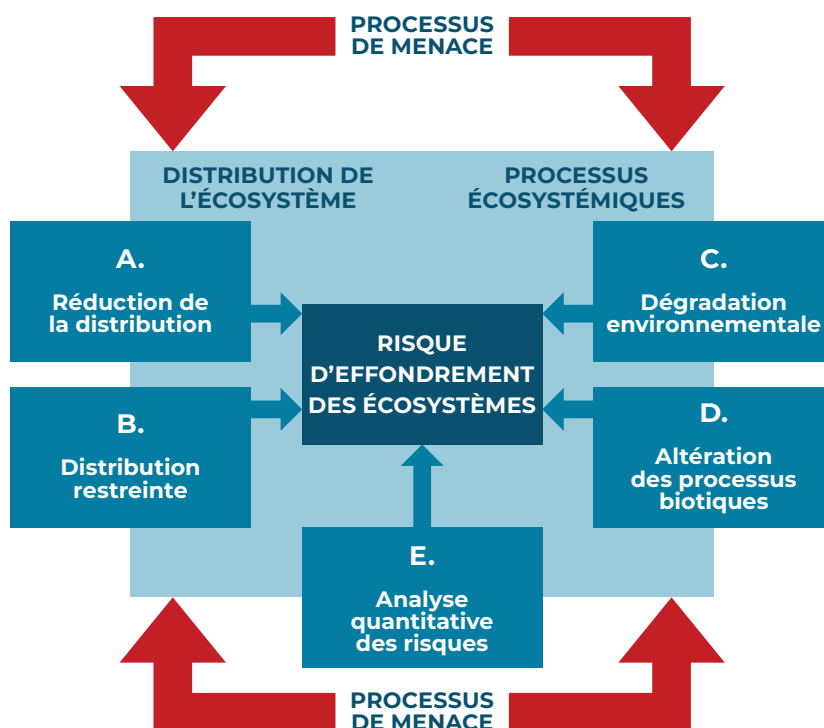


Figure 7 : Les cinq critères de la Liste rouge des écosystèmes représentent différents symptômes de déclin et voies d'effondrement d'un écosystème. Source : modifié de Keith et al. (2013).⁴⁶

Les changements sont évalués sur trois périodes, correspondant aux sous-critères des critères A, C et D (voir la [Figure 5](#)) :

1. Tendances dans le passé récent (50 dernières années)
2. Changements prévus jusqu'à 50 ans dans le futur (ou fenêtre de 50 ans incluant le passé et le futur)
3. Par rapport à une référence historique (environ 1750, soit avant l'industrialisation).

Les sous-critères du critère B représentent différentes mesures de la distribution, ainsi que des données concernant les menaces en cours :¹⁰

1. Zone d'occurrence (EOO).
2. Zone d'occupation (AOO).
3. Nombre d'emplacements définis par une menace.

Différents types de données sont nécessaires pour évaluer les critères (voir la [Figure 5](#)).



L'état initial fait référence à la valeur d'un indicateur donné au début de la période d'évaluation (par exemple, il y a 50 ans). L'état initial est utilisé simplement pour mesurer les changements au fil du temps. Il peut être différent de l'état de référence décrit à des fins de restauration, soit parce que l'écosystème était déjà dégradé au début de la période d'évaluation, soit parce que les conditions environnementales ont changé au cours de cette période (par exemple, si la période d'évaluation était de 1750 à aujourd'hui).

Tendances dans la superficie des écosystèmes :

Les deux critères spatiaux s'appuient sur des cartes de la distribution actuelle (pour les critères A et B) et les distributions prévues passées et/ou futures (pour le critère A). Les distributions passées peuvent être cartographiées grâce à une modélisation des distributions historiques⁸² à l'aide d'anciennes cartes (par exemple, relevés militaires des vasières littorales⁶⁴), ou grâce à la télédétection par satellite qui, dans certains cas, permet de remonter 30 ou 40 ans en arrière, et peut être extrapolée pour estimer les changements sur des périodes de 50 ans.⁶⁴ Les projections futures de distribution peuvent être estimées à l'aide de modèles, par exemple selon différents scénarios de changements climatiques.¹³

Tendances dans la dégradation des écosystèmes :

Les données nécessaires pour les critères C et D sont des séries chronologiques pour les indicateurs des caractéristiques clés de l'écosystème (identifiés par le processus de sélection décrit précédemment). Les critères C et D évaluent les changements selon deux dimensions : la gravité relative de la dégradation (ampleur du changement reflété par l'indicateur), et l'étendue proportionnelle de la distribution de l'écosystème affectée par la dégradation. Il est très rare que des données soient disponibles dans le temps (par exemple, 50 ans) et dans l'espace (sur toute l'étendue de l'écosystème) pour un

indicateur donné. Ainsi, l'évaluation des critères C et D nécessitera souvent une extrapolation et un jugement d'expert sur la représentativité des séries temporelles disponibles pour l'ensemble de la distribution ou de la période, ou sur la façon dont les cartes spatiales de dégradation se rapportent à la période de référence (par exemple, en supposant qu'il n'y avait pas de dégradation à l'époque préindustrielle).

La gravité relative est évaluée en normalisant l'indicateur par rapport à deux points : l'état initial (par exemple, il y a 50 ans, pour le sous-critère 1), et le seuil d'effondrement, qui représente le point, pour cet indicateur, auquel l'écosystème sera considéré comme effondré (par exemple, lorsque la couverture de coraux vivants est de 1 %, ¹² ou lorsque moins de 1 % d'une forêt ancienne subsiste). Pour d'autres exemples de seuils d'effondrement, voir les Lignes directrices¹⁰ et les études de cas de la [Liste rouge des écosystèmes](#) sur le site web de la Liste rouge des écosystèmes. La gravité relative permet aux évaluateurs de comprendre à quel point l'écosystème est proche de l'effondrement. Par exemple, une gravité relative de 50 % signifie que l'écosystème s'est déplacé à mi-chemin de son seuil d'effondrement au cours des 50 dernières années.

Modèles écosystémiques basés sur les processus :

le critère E exige un modèle écosystémique stochastique, qui nécessite à



Parc national El Palmar, Argentine. Photo : Ariel Amoroso.

son tour des données et des connaissances approfondies. Bien qu'il existe quelques exemples d'écosystèmes évalués selon le critère E, tels que la lagune de Coorong⁴⁶, les récifs méso-Américains¹² (voir [Figure 6](#)) ou les forêts de sorbiers du sud-est de l'Australie,¹³ ceux-ci demeurent rares. Bien que de tels modèles puissent être utiles pour la planification de la restauration (par exemple, pour comparer la régulation du débit d'un fleuve sous différents scénarios climatiques dans la lagune de Coorong⁴⁶), ils ne seront pas abordés plus avant dans ce guide car ils ne sont que rarement appliqués.

Évaluer les risques écosystémiques

Des seuils quantitatifs pour chaque critère permettront aux évaluateurs de classer les écosystèmes dans des catégories de risque. Plus de détails à ce sujet sont disponibles dans les lignes directrices de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN.¹⁰ Par exemple, le critère A évalue les changements dans la distribution géographique. Les seuils de changement sont indiqués dans le [Tableau 2](#). Par exemple, si la superficie d'un écosystème a diminué de 72 % au cours des 50 dernières années, il sera considéré comme « En danger » (50–80 %). Le sous-critère A3 présente des seuils de déclin plus élevés pour tenir compte des périodes plus longues sur lesquelles il est évalué.

Les critères C et D évaluent les changements selon deux dimensions : la gravité relative de la dégradation et l'étendue de la distribution affectée par la dégradation. Cela rend l'attribution d'une catégorie de risque légèrement plus complexe, car le risque résulte d'une combinaison d'étendue et de gravité ([Figure 8](#)).

Par exemple, un écosystème présentant un niveau très élevé de dégradation (plus de 80 % de gravité relative) sur la grande majorité de son étendue (plus de 80 %) au cours des 50 dernières années sera considéré comme « En Danger Critique » (carré rouge sur la [Figure 8](#)). En revanche, un écosystème peut être considéré comme « En danger » pour deux raisons (orange, [Figure 8](#)) : plus de 80 % de gravité relative sur 50 à 80 % de son étendue, ou plus de 50 % de gravité relative sur plus de 80 % de son étendue.

Tableau 2 : Seuils d'attribution d'un écosystème à une catégorie de risque selon le critère A, changements dans la distribution géographique.¹⁰ CR = En Danger Critique ; EN = En Danger ; VU = Vulnérable

Sous-critère	Période	CR	EN	VU
A1	Passé récent (au cours des 50 dernières années)	≥80 %	≥50 %	≥30 %
A2	Futur (au cours des prochains 50 ans, ou sur une période de 50 ans incluant le passé et le futur)	≥80 %	≥50 %	≥30 %
A3	A3 Passé historique (depuis 1750 environ ou l'industrialisation)	≥90 %	≥70 %	≥50 %

Les **catégories de risque** s'échelonnent de la catégorie la plus élevée, *Effondré* (CO), passent par trois catégories dans lesquelles l'écosystème est considéré comme globalement menacé – *En danger critique* (CR), *En danger* (EN) et *Vulnérable* (VU) – pour aboutir aux catégories non menacé présentant le plus faible risque d'effondrement – *Quasi-menacé* (NT) et *Préoccupation mineure* (LC) ([Figure 9](#)). Un écosystème est classé dans la catégorie *Données insuffisantes* (DD) lorsque l'on ne dispose pas d'assez d'informations ou de données pour lui attribuer une catégorie de risque (par exemple, si aucune donnée n'est disponible ou si les données sont trop incertaines pour être informatives). La catégorie *Données insuffisantes* n'est pas une catégorie de menace et n'implique aucun niveau de risque d'effondrement, mais indique que l'écosystème a été considéré et que son évaluation nécessite plus d'informations. Si le critère ou l'écosystème n'a pas été évalué, il entre dans la catégorie *Non évalué* (NE).

Le statut de risque global de l'écosystème correspond à la catégorie de risque la plus élevée parmi les critères ou sous-critères évalués ([Figure 5](#) et [Encadré 7](#)). La catégorie de risque la plus élevée est utilisée parce que chacun des critères (et sous-critères) représente différents symptômes de changement de l'écosystème et différentes voies d'effondrement. Chacun d'entre eux représente une façon pour un écosystème d'être menacé d'effondrement.

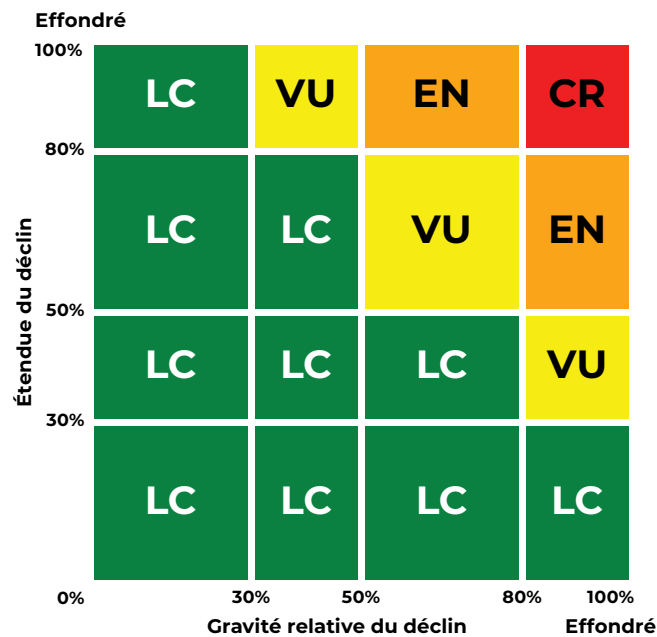


Figure 8 : Seuils de changement des indicateurs de dégradation selon les critères C et D (sous-critère 1, évolution au cours des 50 dernières années). Seuls sont indiqués les seuils pour C1/D1, changements au cours des 50 dernières années. Voir les lignes directrices de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN pour plus de détails.¹⁰ Source : compilé par les auteurs du rapport.

CO	Effondré	Caractéristiques définissantes perdues, le biote clé n'est plus maintenu	MENACÉ
CR	En danger critique	Risque d'effondrement extrêmement élevé	
EN	En danger	Risque d'effondrement très élevé	
VU	Vulnérable	Risque d'effondrement très élevé	
NT	Quasi-menacé	N'est pas considéré comme menacé, mais en est proche ou le sera dans un proche avenir	
LC	Préoccupation mineure	N'est pas considéré comme menacé ; comprend des écosystèmes largement distribués et relativement peu dégradés	
DD	Données insuffisantes	Informations insuffisantes pour évaluer le risque d'effondrement	
NE	Non évalué	Écosystème ou critère non encore évalué par rapport aux critères	

Figure 9 : Catégories de risque de la Liste rouge des écosystèmes. Source : compilé par les auteurs du rapport.

Encadré 7 : Étude de cas : Évaluation de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN pour l'écosystème de plaine inondable à gommier rouge et à gommier noir, dans le sud-est de l'Australie

Ce type d'écosystème est présent dans les plaines inondables du bassin de la rivière Murray-Darling, le plus grand système fluvial d'Australie. Il est dominée par deux espèces principales d'arbres, le gommier rouge (*Eucalyptus camaldulensis*) et le gommier noir (*Eucalyptus largiflorens*), avec des densités variant d'une forêt fermée à l'est à des bois ouverts à l'ouest, suivant un gradient de précipitations, ainsi que des sous-bois arbustifs, sédimentaires et herbeux. Sa dynamique est déterminée par les crues épisodiques des rivières, et son biote est adapté aux inondations. Cependant, la régulation des rivières et l'extraction d'eau ont considérablement réduit la fréquence, l'étendue et la durée des inondations. Par exemple, les inondations massives dans la forêt de Barmah ont été réduites de 46 % à 25 % des années, tandis que le débit d'eau a été réduit de 50 %. Cette situation a été aggravée par les changements climatiques, la sécheresse et autres menaces, telles que la récolte de bois, le défrichage, le surpâturage et les espèces envahissantes.

L'écosystème de plaine inondable étant menacé par le détournement d'eau et les changements climatiques, le débit des rivières a été choisi comme variable appropriée pour évaluer la gravité relative de la dégradation environnementale selon le critère C, avec un seuil d'effondrement compris entre 0 et 10 % du débit historique (donnant lieu à une incertitude dans la catégorie de risque du critère C, comme le montre le [Tableau 3](#)). Les variables clés de la dégradation biotique étaient le déclin télédéecté de la condition et de multiples mesures de l'assemblage d'oiseaux autochtones, y compris le nombre d'espèces, l'abondance et l'activité de reproduction. La distribution potentielle future sous différents scénarios climatiques a également été projetée à l'aide d'un modèle corrélatif (critère A2).

L'écosystème a été jugé « Vulnérable » selon trois sous-critères (voir le [Tableau 3](#) ci-dessous) : déclin prévu de la distribution future >30 % (critères A2), réduction du débit fluvial au cours des 50 dernières années (C1, avec une gravité relative de 30-60 % sur 79 % de l'étendue), et débit fluvial futur projeté (C2). Bien que les déclins de condition soient importants (79 %), la gravité relative du déclin de l'abondance, de la richesse et de l'activité de reproduction des oiseaux n'était pas assez élevée pour déclencher un statut de menace selon le critère D. Sa distribution restant vaste, l'écosystème est considéré comme de « Préoccupation mineure » (LC) selon le critère B. L'absence d'un modèle d'écosystème implique qu'il soit considéré comme « Données insuffisantes » (DD) selon le critère E.

L'analyse souligne la nécessité de restaurer les régimes d'inondation et le débit des cours d'eau pour rétablir cet écosystème. Localement, l'élimination des menaces de surpâturage (par le bétail domestique et les espèces envahissantes) réduirait la dégradation, en particulier dans les zones considérées comme les plus adaptées à l'écosystème dans un climat changeant, d'après le modèle de distribution future utilisé dans le critère A2.

Tableau 3 : Évaluation de la Liste rouge des écosystèmes pour l'écosystème de plaine inondable à gommiers rouges et gommiers noirs. L'écosystème a été classé comme Vulnérable sur la base de trois sous-critères.⁴⁶

Critères	A	B	C	D	E	Global
Sous-critère 1 • A, C, D : 50 dernières années • B : Zone d'occupation	LC	LC	VU (LC-VU)	LC	DD	VU
Sous-critère 2 • A, C, D : prochains 50 ans • B : Zone d'occurrence	VU	LC	VU	LC		
Sous-critère 3 • A, C, D : historique (~1750) • B : nombre d'emplacements	LC	LC	LC (LC-VU)	LC		

Source : Mac Nally et al. dans Keith et al. (2013)⁴⁶.

Pour plus d'informations : [Typologie mondiale des écosystèmes de l'UICN : TF1.2 Zones humides forestières subtropicales/tempérées](#)

Lectures complémentaires :

Le site web de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN, <https://iucnrle.org/>, contient de nombreuses ressources, notamment des lignes directrices, des évaluations et du matériel gratuit de formation en ligne.

Lignes directrices pour l'application des catégories et critères de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN.¹⁰ <https://iucnrle.org/resources/guidelines/>

Scientific foundations for an IUCN Red List of Ecosystems⁴⁶. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062111>

The IUCN Red List of Ecosystems: Motivations, challenges, and applications⁴⁵. <https://doi.org/10.1111/conl.12167>



Végétation de toundra à Sydkap, dans le Scoresby Sund intérieur. Est du Groenland. Photo : Hannes Grobe.

Chapitre 3 : Utiliser l'évaluation des risques écosystémiques pour guider la planification stratégique de la restauration

Andrés Etter, Pontificia Universidad Javeriana

James G. Hallett, Université du Montana et Société pour la restauration écologique

James McBreen, UICN

Cara Nelson, Université du Montana et Commission de la gestion des écosystèmes de l'UICN

Ce chapitre explore comment la gamme d'informations fournies par la Liste rouge des écosystèmes peut soutenir l'analyse des opportunités de gestion des risques écosystémiques par le biais de la restauration. Le risque d'effondrement des écosystèmes devrait être un facteur clé dans la définition des priorités de restauration à une échelle de planification nationale ou régionale. Cependant, les opportunités de restauration sont souvent évaluées sans tenir compte du risque d'effondrement des écosystèmes ou des causes sous-jacentes de ce risque.

Les informations provenant des évaluations de la Liste rouge des écosystèmes, couplées à une analyse multicritère, peuvent être utilisées pour identifier les priorités stratégiques de restauration, sur la base des bénéfices potentiels, de la faisabilité et de la valeur relative de la restauration pour réduire le risque d'effondrement d'un type d'écosystème donné. Une telle analyse de haut niveau du potentiel de restauration des écosystèmes dans les paysages terrestres et marins fournit des informations essentielles pour la planification stratégique de la restauration, y compris pour la définition d'objectifs en matière de restauration d'écosystèmes.



Projet de restauration post-catastrophe des mangroves, un écosystème « En danger » (EN) sur la Liste rouge. East Tortola, îles Vierges britanniques. Photo : Susan Zaluski.

Informations de la Liste rouge des écosystèmes permettant d'éclairer la planification stratégique de la restauration

La Liste rouge des écosystèmes est très utile pour évaluer les opportunités stratégiques et les priorités en matière de restauration d'écosystèmes. Elle permet d'identifier les types d'écosystèmes menacés d'effondrement et fournit un diagnostic des causes sous-jacentes de risque pour chaque écosystème. Elle est également utile pour identifier les parties d'un écosystème à risque ayant été défrichées ou ayant perdu leur intégrité suite à une dégradation. Il s'agit là de domaines potentiels sur lesquels concentrer la restauration afin d'accroître la superficie et l'intégrité des écosystèmes, une fois les coûts, la faisabilité et autres valeurs d'utilisation humaine pris en compte.

Son cadre structuré permettant d'évaluer l'impact des processus de menace sur le risque, ainsi que la description biophysique et les ensembles de données spatiales associés pour chaque type d'écosystème, constituent les points forts de la Liste rouge des écosystèmes pour guider la planification stratégique de la restauration. La quantité d'informations disponibles dans les évaluations de la Liste rouge des écosystèmes et leur applicabilité à la planification stratégique de la restauration dépendront du type d'évaluation (voir [Chapitre 2 : Portée et échelle](#)), ainsi que de l'échelle spatiale des données de soutien disponibles.

Informations descriptives : Chaque évaluation de la Liste rouge des écosystèmes commence par une description des types d'écosystème en termes de composition caractéristique, de structure et de fonction. Cette description des écosystèmes inclue des informations sur les espèces caractéristiques, l'environnement abiotique, les processus écologiques et la répartition spatiale (voir Chapitre 2 : [Définir et décrire les types d'écosystèmes](#)). La typologie mondiale des écosystèmes de l'UICN (voir [Encadré 6](#)) fournit des informations comparables sur les écosystèmes entre pays et régions, ce qui aidera à comparer la restauration dans des contextes écologiques similaires. Les informations provenant de la description des écosystèmes peuvent être utilisées pour identifier les espèces et processus abiotiques clés devant être remis en état pour restaurer un écosystème. La description de l'écosystème permettra également d'identifier les facteurs de stress importants, tels qu'une pénurie d'eau ou les conditions de fertilité du substrat. Ces données seront utiles pour aider à prendre en compte les éléments diagnostiques

principaux de l'écosystème et définir une stratégie de restauration privilégiée.

Modèles conceptuels : Un modèle conceptuel est inclus dans la description des écosystèmes pour chaque évaluation de la Liste rouge des écosystèmes (voir [Figure 6](#)). Les modèles conceptuels clarifient les processus de cause à effet responsables de l'effondrement des écosystèmes, ainsi que les composantes clés, les ressources limitantes et les rétroactions. Ils peuvent montrer comment le risque pour l'écosystème s'accumule via différentes menaces. Ces connaissances sont cruciales pour comprendre les options de restauration des écosystèmes, déterminer la faisabilité du succès de la restauration et identifier les meilleures stratégies pour le processus de restauration.

Informations spatiales : La carte des écosystèmes menacés est un résultat spatial crucial de la Liste rouge des écosystèmes et une information fondamentale pour guider l'évaluation des possibilités de restauration. Elle montre où se trouvent les types d'écosystèmes menacés dans le paysage terrestre ou marin, ainsi que leur étendue. Les cartes de répartition actuelle des écosystèmes peuvent servir de base à la planification de la connectivité. Les cartes et données spatiales supplémentaires utilisées dans les évaluations de la Liste rouge des écosystèmes peuvent également constituer des éléments précieux pour la restauration. Les cartes de distribution et d'étendue passées des différents types d'écosystèmes avant la dégradation anthropique peuvent permettre d'identifier les endroits présentant un potentiel de restauration. Les séries de cartes temporelles montrant la perte ou la dégradation des types d'écosystèmes sur différentes périodes peuvent aider à comprendre quand et comment les impacts se sont produits ([Figure 10](#)), et comment ils peuvent être corrigés. Les cartes montrant l'emplacement, l'étendue ou l'intensité relative des menaces associées aux risques écosystémiques peuvent montrer où, dans les parties restantes des écosystèmes, il sera nécessaire de réduire les menaces. Enfin, les cartes de distribution future potentielle d'un écosystème dans le cadre d'un climat futur anticipé peuvent permettre d'identifier les endroits où la restauration sera la plus appropriée dans le cadre d'une série de scénarios climatiques (voir [Encadré 8](#)), en particulier pour identifier les zones précédemment occupées par un type d'écosystème et susceptibles ne plus convenir à mesure que le climat change.

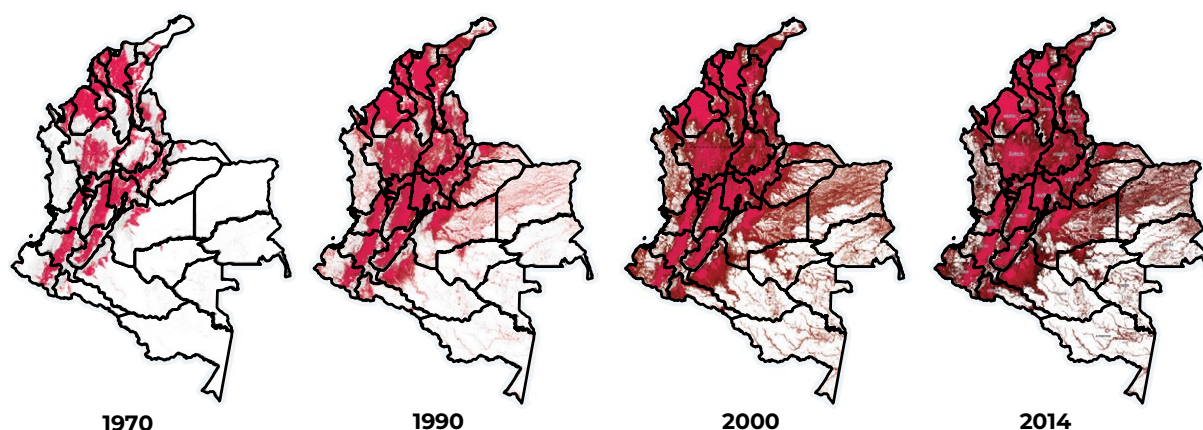


Figure 10 : Exemple d'une série de cartes multi-temporelles de transformation en Colombie.

L'évaluation systématique de la Liste rouge des écosystèmes de Colombie a permis de rassembler une série de cartes montrant comment la conversion des écosystèmes naturels à d'autres utilisations des terres s'est déroulée sur 45 ans, passant de 17 % du pays en 1970 à 34 % en 2014 (nuances de rouge).

Source : modifié de Etter et al. (2020b).²⁹

Informations sur les menaces : Au cœur des évaluation des risques écosystémiques de la Liste rouge des écosystèmes se trouvent des données décrivant les caractéristiques, l'occurrence et l'intensité des menaces. Chaque évaluation comprend des informations sur les liens entre menaces et processus écologiques conduisant à un risque d'effondrement des écosystèmes (Figure 11). Ces informations sont essentielles à la planification de la restauration, car elles peuvent aider à déterminer la stratégie de restauration appropriée en identifiant les menaces devant être abordées pour restaurer un

écosystème dans un endroit donné. Les menaces pesant sur les écosystèmes étant souvent dues à des effets cumulatifs à l'échelle des paysages terrestres ou marins, elles devront être prises en compte dans les processus d'aménagement du territoire de haut niveau. Les changements climatiques sont un aspect important des menaces pesant sur les écosystèmes, car ils sont susceptibles de déterminer le déplacement spatial futur des franges climatiques dans lesquelles les écosystèmes pourront se développer (Encadré 8).



Arbres Sang de dragon endommagés après le passage de cyclones. Archipel de Socotra, Yémen. Photo : Ismail Mohammed/UICN.

Menaces

Niveaux d'intensité de la menace écosystémique pour chaque secteur productif et sa relation avec les niveaux de risque

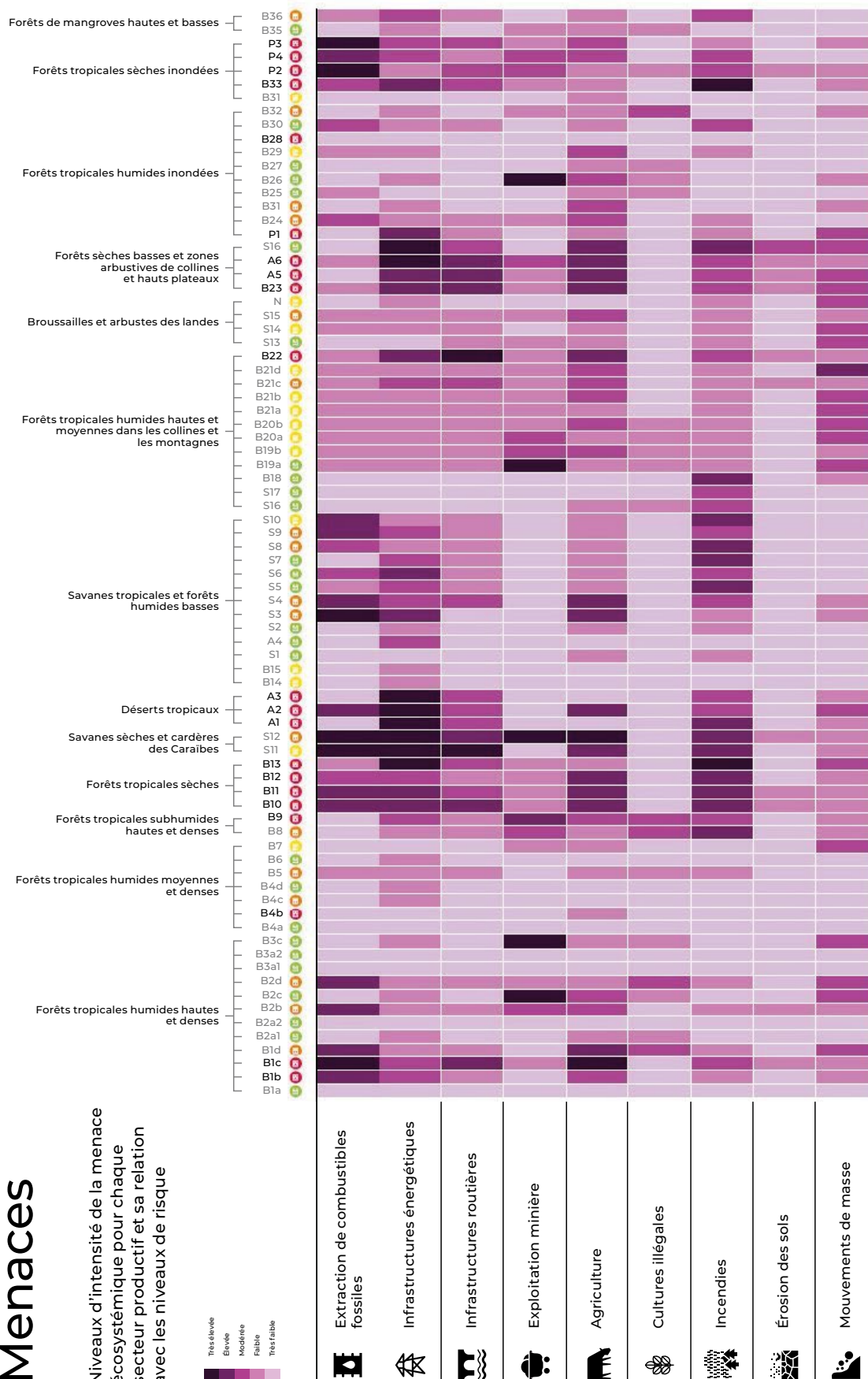
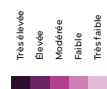


Figure 11 : Menaces provenant de différents secteurs productifs, leur occurrence et leur intensité dans différents types d'écosystèmes en Colombie. Chaque type d'écosystème est classé selon sa catégorie de risque. Par exemple, le type d'écosystème de la forêt tropicale des contreforts des Llanos (B1b), En danger critique, est fortement menacé par l'extraction de combustibles fossiles et modérément menacé par les infrastructures énergétiques et l'agriculture. *Source : modifié de Etter et al. (2020b).*²⁹

Encadré 8 : Tenir compte des changements climatiques dans la restauration des écosystèmes

La planification de la restauration devrait idéalement prendre en compte les effets prévisibles des changements climatiques (par exemple, changements dans les températures, les précipitations et les régimes de perturbation), susceptibles d'affecter la viabilité des sites et des mesures de restauration.

Une propriété inhérente aux écosystèmes est qu'ils changent au fil du temps en réponse à l'évolution du climat et des conditions environnementales. Même en l'absence de menaces localisées, la composition, la structure et la fonction des écosystèmes changent avec le temps. Pour cette raison, la restauration d'écosystèmes ne devrait pas viser à recréer des conditions passées, mais plutôt à éliminer la dégradation et à permettre à l'écosystème de revenir à l'état dans lequel il aurait été en l'absence de dégradation, en tenant compte des changements environnementaux.³⁴

Les changements climatiques anthropiques représentent un défi unique pour la pratique de la restauration, car il sont à la fois un moteur de dégradation, mais également le contexte de fond dans lequel la dynamique des écosystèmes se produit. Cela signifie que la restauration devra tenir compte de manière adéquate des changements environnementaux. Comprendre comment les changements climatiques détermineront les menaces futures, leurs impacts et les changements probables dans la distribution des espèces et l'assemblage des communautés, est fondamental pour décider où et comment restaurer un écosystème. Certains écosystèmes peuvent même s'effondrer en raison d'une hausse des températures, comme les écosystèmes de haute montagne, sous les tropiques, qui ne disposent d'aucune marge pour se déplacer. Dans d'autres cas, les espèces pourraient avoir besoin d'aide pour migrer hors de zones ne faisant plus partie de leur enveloppe environnementale, entraînant une désagrégation et réagrégation des écosystèmes à partir de nouvelles communautés.

Les changements climatiques sont un élément important du cadre de la Liste rouge des écosystèmes car les menaces futures (50 prochaines années) ont un impact sur le statut de risque des écosystèmes selon plusieurs critères (voir Figure 5). La Liste rouge des écosystèmes reconnaît le rôle que jouent les changements climatiques dans l'intégrité écologique future d'un écosystème, du fait de leur impact sur l'enveloppe environnementale, ainsi que les changements en matière d'espèces et processus écologiques connexes.

L'émergence de nouveaux écosystèmes est également probable, étant donné que la dégradation anthropique pourrait entraîner des changements irréversibles dans les assemblages d'espèces.³⁷ Apprendre à gérer les écosystèmes existants dans de nouveaux endroits et permettre aux emplacements actuels des écosystèmes d'évoluer vers de nouveaux types d'écosystèmes fonctionnels sera un apprentissage difficile et nécessitera probablement des approches expérimentales de gestion adaptative et de suivi.

Informations chronologiques sur les tendances écosystémiques et les menaces :

La Liste rouge des écosystèmes permet d'évaluer le risque sur différentes périodes (passé, présent et futur), fournissant ainsi des taux de changement et des tendances en matière d'intégrité, de menaces et de processus écosystémiques. Les informations chronologiques peuvent montrer les tendances en matière de dégradation des écosystèmes d'hier à aujourd'hui, et fournir des prévisions pour l'avenir (par exemple, déforestation ou invasions d'espèces). Elles

peuvent également montrer les tendances de dégradation des composants abiotiques ou des processus biotiques, ainsi que de leurs interactions (Figure 12), ou les tendances concernant les processus de menace (tels que la surexploitation de poissons ou de bois, la salinisation, l'élévation du niveau de la mer). Les séries chronologiques permettent de visualiser le moment et le taux de dégradation d'un écosystème, ou la dynamique temporelle de l'intensité des processus de menace.

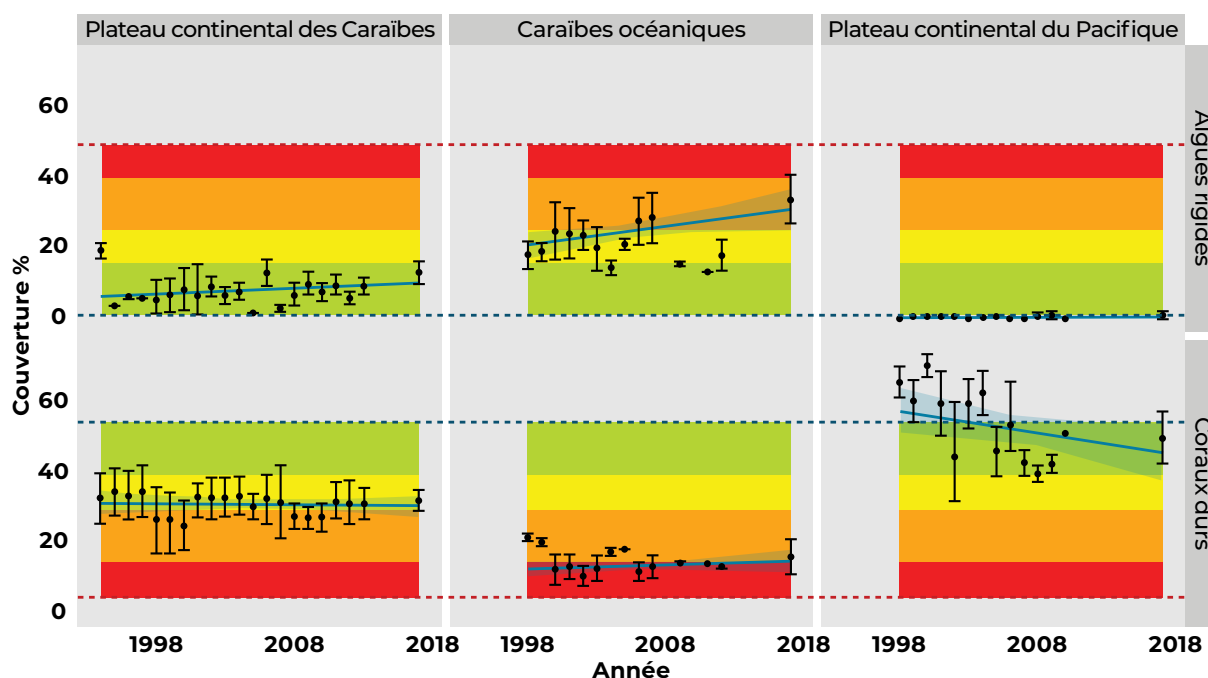


Figure 12 : Tendances en matière de couverture d'algues (en haut) et de coraux durs (en bas) dans les écosystèmes caribéens de Colombie, entre 1994 et 2018, et impact sur le risque écosystémique. Les couleurs font référence à la catégorie de risque imposée par la condition : Rouge = En danger critique; Orange = En danger; Jaune = Vulnérable; Vert = Préoccupation mineure. Source : modifié de Uribe et al. (2020).⁸⁹

Identifier les types et les emplacements des écosystèmes pour lesquels la restauration peut être la plus utile

Le point de départ fondamental de l'utilisation de la Liste rouge des écosystèmes dans la restauration est la catégorisation du risque d'effondrement des écosystèmes (par exemple, « En danger critique », voir Figure 9). Il s'agit d'un point de départ logique, car pour que toute activité de restauration d'écosystèmes soit considérée comme restauratrice, elle doit être mise en œuvre dans une zone ayant été dégradée. Ainsi, les catégories de risques croissantes informent de l'urgence de restauration des écosystèmes. Ces catégories de risque sont particulièrement pertinentes dans les pays disposant d'obligations légales de gestion et de restauration des écosystèmes menacés. En fonction des objectifs politiques de restauration, des décisions pourront être prises concernant les catégories de risques pour lesquelles la restauration sera la plus utile.

On pourrait penser que les écosystèmes les plus menacés (En danger critique, En danger ou Vulnérables) constituent les cibles les plus immédiates de la restauration car ils présentent un danger plus imminent d'effondrement. Cependant, il n'est pas toujours possible de

restaurer les écosystèmes les plus menacés. En outre, la restauration peut, dans certains cas, être importante pour des raisons autres que la réduction des risques, par exemple pour conserver la biodiversité et les services écosystémiques importants à l'échelle locale, comme dans le cas des mangroves pour la protection des côtes, ou des tourbières pour leur potentiel de stockage de carbone. Ainsi, il n'existe pas toujours une relation directe entre le degré de risque écosystémique et la priorité de restauration.

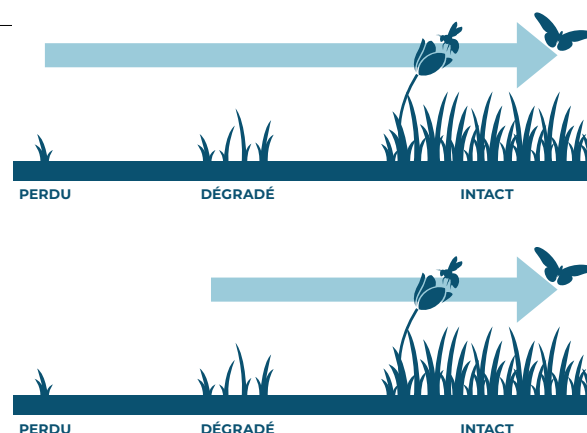
Il est essentiel de savoir quel critère a déclenché le statut de risque, car cela permettra de poser un « diagnostic » sur la raison pour laquelle le type d'écosystème est en danger et de cibler efficacement les efforts de restauration. Cela permettra de comprendre les causes profondes du risque et la manière dont celles-ci pourront être surmontées par la restauration pour inverser les tendances menaçant l'écosystème. Par exemple, un écosystème menacé est-il en danger en raison d'une perte de superficie ou d'une dégradation ? Quels changements dans les composants de l'écosystème produisent les

plus grands déclin de fonction ? Comment les activités de restauration peuvent-elles réduire ces risques le plus efficacement possible ? Des mesures réalisables peuvent-elles être prises pour aborder le risque sous-jacent ?

Il existe deux grands contextes d'application des évaluations de la Liste rouge des écosystèmes à l'identification de sites où une restauration sera nécessaire, comme indiqué ci-après (voir également la [Figure 13](#)) :

1. Zones où un écosystème a été perdu ou a disparu et a été remplacé par un autre type d'écosystème, dans lesquelles une restauration sera nécessaire pour récupérer l'écosystème initial.

2. Zones dégradées d'écosystèmes reliques, qui nécessiteront une restauration pour améliorer l'intégrité de l'écosystème et prévenir toute perte future de distribution.



Le choix de l'une ou l'autre dépendra en partie de la rentabilité et de la faisabilité relatives. En règle générale, la récupération de zones perdues nécessitera plus d'efforts et de ressources que la réduction des menaces. En outre, le résultat est généralement beaucoup moins sûr, car il est toujours difficile de restaurer toutes les valeurs écologiques d'un système intact et le succès ne peut être garanti.

Toutefois, dans certains cas, il peut être plus efficace de restaurer les zones perdues, par exemple lorsqu'il s'agit de la seule option disponible ou qu'il existe des raisons sociales impérieuses de tenter une restauration complète. Idéalement, la restauration d'un écosystème menacé s'attaquera à la fois à la dégradation des zones résiduelles et à la restauration des zones perdues d'un écosystème.



Vieille ville de Quito. Volcan Guagua Pichincha, Équateur. Photo : Ricardo Jaramillo.

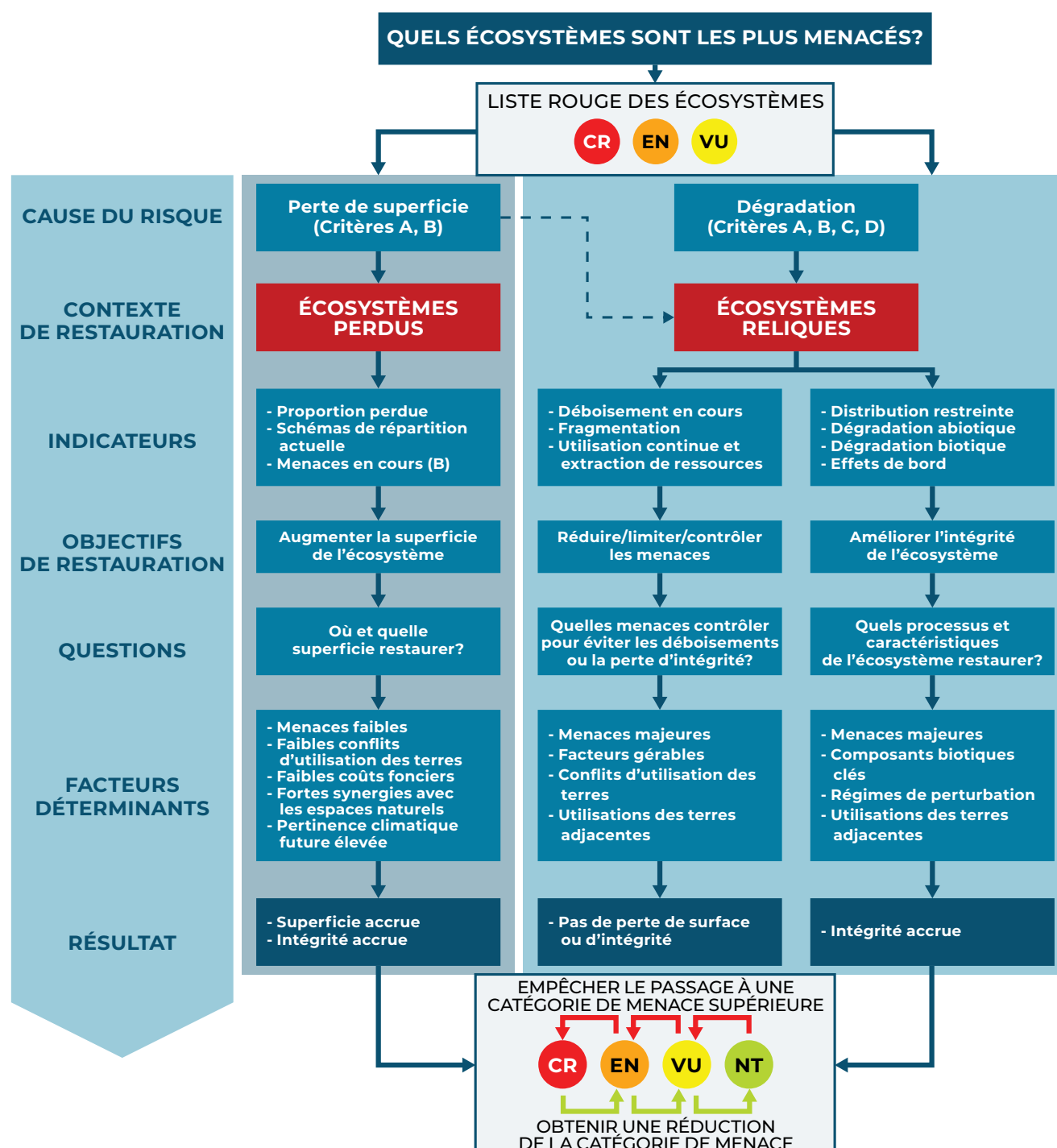


Figure 13 : Application de la Liste rouge des écosystèmes à la restauration écologique dans les contextes de perte de superficie écosystémique et d'écosystèmes résiduels dégradés. Source : compilé par les auteurs du rapport.

Restaurer les écosystèmes là où ils ont été perdus

L'un des objectifs de la restauration est de rétablir des types d'écosystèmes là où ils ont disparu. La Liste rouge des écosystèmes, et en particulier le

critère A, mesurent la réduction de la répartition géographique d'un type d'écosystème sur diverses périodes (voir la [Figure 5](#)). Cela permet d'identifier les zones où ce type d'écosystème était présent par le passé, en vue d'une éventuelle restauration ([Figure 14](#)).

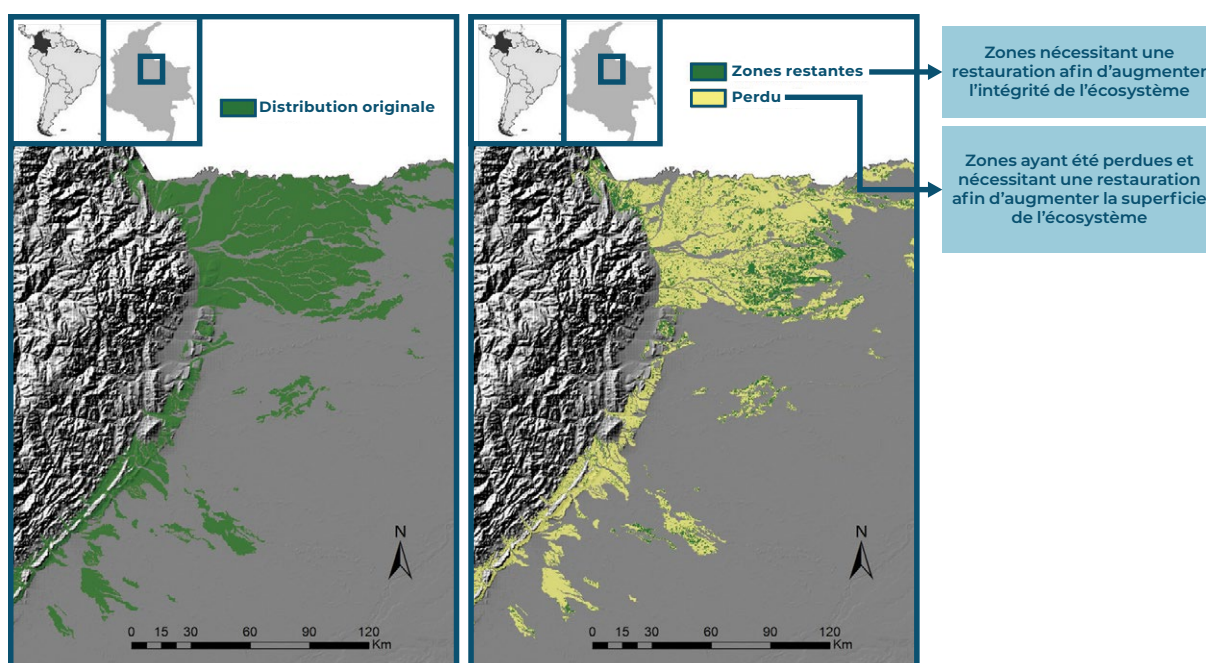


Figure 14 : Informations spatiales montrant (a) l'étendue originale d'un type d'écosystème en danger critique, les forêts tropicales de contreforts des Llanos en Colombie, et (b) les zones où ce type d'écosystème a été perdu ainsi que les zones résiduelles. Source : modifié de Etter et al. (2020a).²⁸

Des informations pertinentes peuvent être tirées de la Liste rouge des écosystèmes afin d'orienter les priorités de restauration dans les zones où des écosystèmes ont été perdus, telles que :

- La catégorie de risque et les critères évalués pour le type d'écosystème.
- La distribution passée du type d'écosystème, car comprendre la distribution originale de l'écosystème est une considération essentielle à l'heure de sélectionner les sites où rétablir les parties de l'écosystème ayant été perdues.
- La perte de superficie de l'écosystème sur différentes périodes, ou plus précisément depuis le défrichement ou la conversion, qui peut permettre de déterminer l'aptitude d'un site à la restauration, car elle peut affecter la fertilité du sol et la disponibilité en propagules.
- Les taux et tendances historiques et prévus de pertes, indiquant où les risques de pertes futures sont les plus élevés.
- Les zones où les changements climatiques pourraient imposer de graves menaces à l'aire de répartition actuelle de l'écosystème à l'avenir (voir [Encadré 8](#)).
- La structure spatiale et les mesures de la distribution restante (par exemple, fragmentation, connectivité, tailles des parcelles).

- Les menaces permanentes affectant la régénération de l'écosystème.
- Les autres écosystèmes spatialement ou fonctionnellement liés de manière critique.

Restaurer l'intégrité des zones dégradées d'écosystèmes résiduels

L'autre application de la Liste rouge des écosystèmes est d'identifier les zones prioritaires pour une restauration d'écosystèmes réduisant les menaces et améliorant l'intégrité des écosystèmes dans les zones reliques de types d'écosystèmes menacés ([Figure 13](#)). Les informations de la Liste rouge des écosystèmes pouvant aider à sélectionner les sites de restauration potentiels où des écosystèmes reliques ont été dégradés comprennent :

- La relation entre menaces et composition, structure et fonction des écosystèmes, fournie par les modèles conceptuels synthétisant les connaissances sur les écosystèmes en question (voir [Figure 6](#)).
- Les caractéristiques des menaces, telles que leur type, leur temporalité et leurs emplacements.
- Les synergies connues ou potentielles entre différentes menaces.
- Les valeurs des composants et processus caractéristiques de niveaux élevés d'intégrité

- de l'écosystème et leurs relations avec les menaces décrites.
- Les zones où les changements climatiques pourraient imposer de graves menaces à l'avenir à l'aire de répartition de l'écosystème (voir [Encadré 8](#)).
- La structure spatiale et les mesures de la distribution restante (par exemple, fragmentation, connectivité, tailles des parcelles).
- Les menaces affectant la capacité de l'écosystème à se rétablir.

Approches multicritères pour évaluer les opportunités de restauration

Une évaluation de la Liste rouge des écosystèmes fournit des informations sur le degré de risque, le taux de perte et la dégradation des écosystèmes. Toutefois, afin d'identifier les emplacements où une restauration sera la plus utile, les informations sur les risques écosystémiques devront être combinées avec plusieurs autres sources d'informations supplémentaires (voir « Facteurs déterminants », [Figure 13](#)) dans le but de déterminer où la restauration sera la plus susceptible de générer un gain net maximum. Déterminer où il sera plus judicieux de procéder à une restauration nécessite également des données supplémentaires sur les conditions socioéconomiques et les éventuels obstacles à la restauration susceptibles d'affecter la probabilité de succès.²⁸ Celles-ci comprennent :

- La répartition actuelle des utilisations et de la gestion des terres, ainsi que leur productivité et les conflits possibles avec la restauration. Cette information est importante parce que chercher à changer l'utilisation des terres (par exemple, réduire la pollution ou améliorer le drainage) ou les activités anthropiques (par exemple, la chasse ou les invasions d'espèces), peut s'avérer socialement difficile.
- Le coût des terres, la propriété foncière et les limites administratives dans les sites de restauration potentiels.
- Le degré de dégradation des conditions biophysiques (sols et eau), car cela peut déterminer le type d'activité de restauration nécessaire et entraîner des coûts supplémentaires si la dégradation est sévère.
- La capacité technique d'atteindre différents degrés de restauration (récupération partielle à complète) à différentes échelles.
- La distance par rapport aux zones naturelles ou aires protégées susceptibles d'agir comme sources de régénération et offrir une sécurité supplémentaire aux zones restaurées.
- La distribution spatiale des biens et services écosystémiques valorisés par les parties prenantes, tels que le stockage du carbone, la réduction des risques naturels ou la qualité et la quantité d'eau.
- Les informations sur la manière dont la restauration des écosystèmes pourra également profiter aux espèces menacées ([Encadré 9](#)).



Élimination de *Salvinia molesta* du lac Ranupani. Java orientale, Indonésie. Photo : Titik Kartitiani.

- La disponibilité de financements et les coûts relatifs des activités de restauration proposées, y compris des comparaisons entre le retour sur investissement des activités de restauration alternatives et le risque d'échec de la restauration (aucun changement dans le risque écosystémique).
- Les considérations sociales et institutionnelles, y compris l'emploi et les revenus, les valeurs culturelles et la disposition des personnes de déplacer leur foyer ou leurs activités économiques.

L'intégration de cette multiplicité d'informations nécessite la mise en place de cadres de décision multicritères (Figure 16). De tels cadres permettent d'inclure un grand nombre de facteurs dans l'évaluation des priorités spatiales, chacun ayant un niveau d'influence différent sur l'analyse en fonction du poids qui lui est attribué (Figure 17). L'analyse décisionnelle multicritère commence par une articulation claire du problème, qui pourra inclure, par exemple, la hiérarchisation des zones à restaurer ou la réduction des menaces.

Encadré 9 : Réduction des menaces et restauration des espèces (STAR, selon ses sigles en anglais)

STAR fournit une analyse spatiale de l'impact que les activités de restauration pourraient avoir sur les espèces menacées. STAR analyse les données de la Liste rouge de l'UICN des espèces menacées™ pour évaluer la contribution potentielle d'actions spécifiques dans des endroits donnés à la réduction du risque d'extinction des espèces.⁵⁴ STAR estime la contribution de deux types de mesures visant à réduire le risque d'extinction des espèces : la réduction des menaces et la restauration des habitats.

Les valeurs STAR sont cartographiées sur des pixels de 5 x 5 km à travers le monde. L'addition des valeurs des pixels individuels contenus sur un site permet de calculer les contributions potentielles d'une restauration d'habitats et d'une réduction des menaces sur le site. La valeur de chaque pixel est obtenue à partir des catégories de menace de l'UICN des différentes espèces présentes dans ce pixel, et de la proportion de l'aire de répartition de ces espèces couverte par celui-ci (Figure 15). Cela permet d'évaluer l'impact potentiel d'un portefeuille de projets dans son ensemble ou de comparer des options spatiales.

Les informations de STAR peuvent être intégrées dans une analyse multicritère pour la restauration d'écosystèmes.

Pour plus d'informations, consultez le [site web STAR-UICN](#) et la page [STAR sur le site web de la Liste rouge](#)

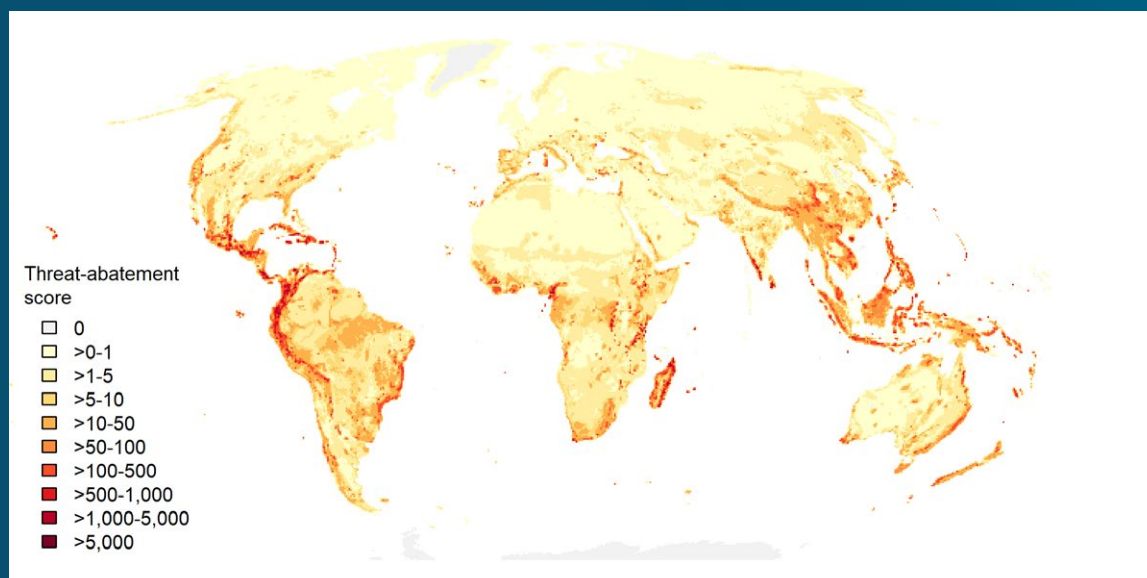


Figure 15 : Scores mondiaux de réduction des menaces et restauration des espèces (STAR, selon ses sigles en anglais) pour les amphibiens, les oiseaux et les mammifères (à une résolution de grille de 50 km). Source : Mair et al. (2021).⁵⁴

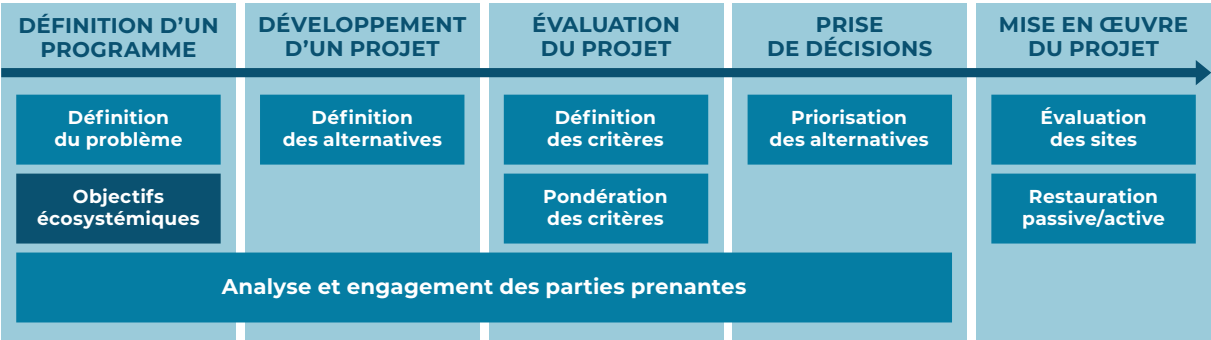


Figure 16 : Cadre décisionnel multicritère idéalisé. Source : modifié de Langemeyer et al. (2016).⁵⁰



Des déchets recouvrent la rivière à Bandung, Java occidentale, Indonésie. Photo : Rony Ariyanto Nugroho.

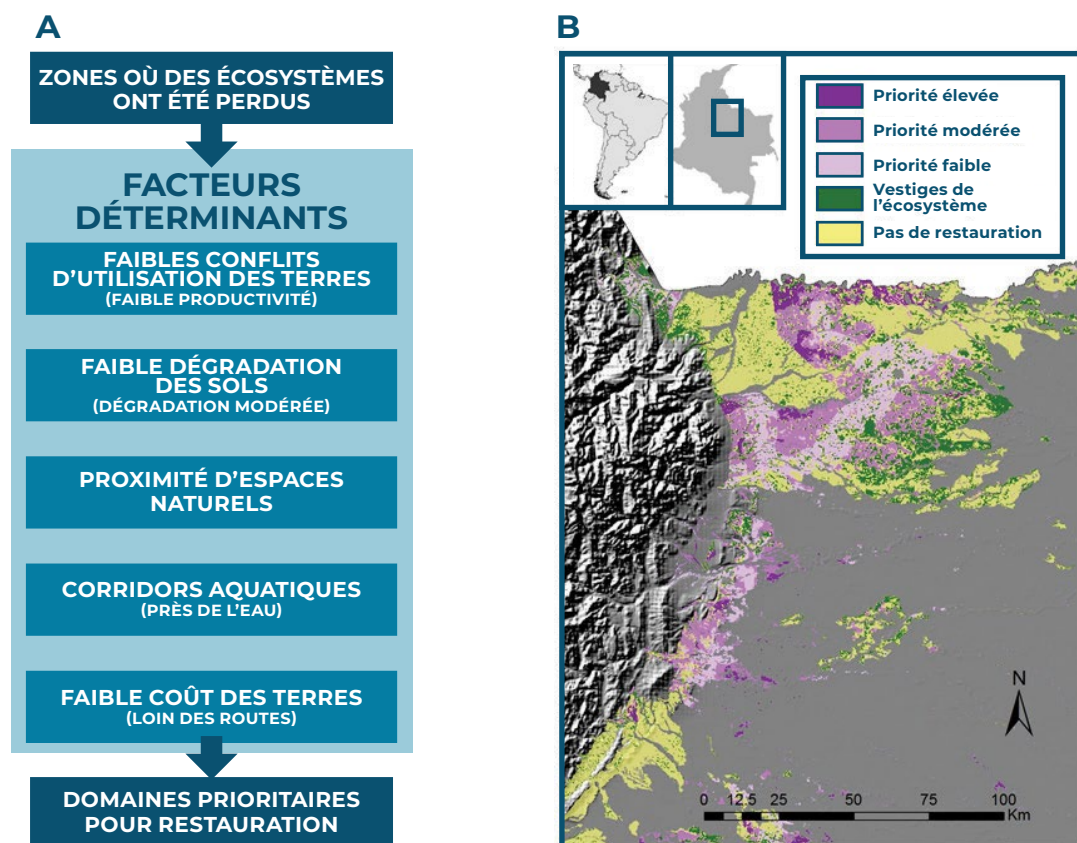


Figure 17 : Identification des zones où une restauration des écosystèmes menacés sera plus adaptée, sur la base d'une approche multicritère. Dans ce cas, montrant l'emplacement des zones d'intervention pour la restauration des forêts tropicales des contreforts des Llanos, « En danger critique » en Colombie, sur la base d'une série de facteurs déterminants utilisés pour sélectionner les zones prioritaires. Source : modifié de Etter et al. (2020a).²⁸

Planification participative

Les priorités générales identifiées devront ensuite être ajustées au projet de restauration spécifique en incorporant une approche de filtrage fin (« ascendante ») permettant de refléter, par exemple, les désirs des parties prenantes, la capacité actuelle de mise en œuvre ou les conséquences prévues à l'intérieur et à l'extérieur de la zone de restauration. Tout comme le paysage terrestre ou marin, la capacité locale de mise en œuvre de la restauration devra également être évaluée. Cela devra inclure les connaissances traditionnelles et locales des écosystèmes, importantes pour comprendre les processus naturels. La capacité des utilisateurs des terres ou des professionnels locaux à modifier potentiellement leurs pratiques d'utilisation des terres, à mener des activités de restauration et à protéger les zones restaurées affectera également les résultats. Équilibrer les besoins des parties prenantes en termes de moyens de subsistance ou de services écosystémiques déterminera, au moins partiellement, les activités de restauration nécessaires.

Le soutien et la coopération des parties prenantes peuvent souvent déterminer si une restauration atteindra ses objectifs. Une analyse approfondie des intérêts des parties prenantes dans les résultats de la restauration doit donc être entreprise. L'engagement des parties prenantes devra être maintenu de la définition initiale du problème de restauration (voir Figure 16), jusqu'à la hiérarchisation des alternatives et finalement la mise en œuvre de la restauration. La définition et la hiérarchisation des alternatives possibles devront refléter les points de vue et les opinions des parties prenantes. Ces alternatives pourraient être conflictuelles et leur résolution nécessitera la transparence totale offerte par ce processus. Ces informations seront prises en compte dans le cadre multicritère afin d'attribuer des valeurs prioritaires à chaque groupe de parties prenantes. Les résultats devront indiquer les domaines d'accord ou de désaccord et les alternatives privilégiées. La Méthodologie d'évaluation des opportunités de restauration constitue l'un de ces cadres permettant de mener une analyse multicritère avec les parties prenantes. (MEOR, Encadré 10).

Il est important de noter que, bien qu'elles décident en fin de compte des objectifs de restauration et du degré de rétablissement, les parties prenantes ne seront pas en mesure de prendre une décision réellement éclairée, à moins que le processus de planification n'inclue toutes les informations nécessaires pour évaluer la gamme d'alternatives en fonction des résultats écologiques et socioéconomiques.

Cela implique que quels que soient les objectifs des parties prenantes (du rétablissement complet des écosystèmes autochtones à la maximisation des biens et services), le processus de planification de la restauration devra être similaire et inclure des données sur les risques écosystémiques, ainsi que sur la faisabilité de la restauration et les facteurs socioéconomiques.

Encadré 10 : Méthodologie d'évaluation des opportunités de restauration (MEOR)

MEOR est un outil de planification de la Restauration des forêts et des paysages (RFP) intégrant les besoins des parties prenantes dans une compréhension du contexte paysager.⁴³ MEOR identifie des opportunités de restauration des paysages fondées sur la science, inclusives, axées sur la demande et dirigées par les pays. MEOR fournit aux décideurs et aux parties prenantes des connaissances et des données probantes essentielles sur où et comment mettre en œuvre des mesures de restauration et de gestion durable des terres. Les professionnels de la restauration, des gouvernements au secteur privé, en passant par les communautés, les agriculteurs individuels, les organisations non gouvernementales et les organisations internationales, utilisent MEOR pour rendre la restauration possible à grande échelle. À ce jour, les opportunités de RFP de plus d'un demi-milliard d'hectares de terres à travers le monde ont déjà été évalués à l'aide de MEOR, et plus de 170 millions d'hectares sont prêts à être restaurés dans 65 juridictions.

MEOR analyse et priorise les zones déboisées et dégradées à restaurer, répondant aux bénéfices identifiés (tels que la biodiversité, l'eau, la sécurité alimentaire, la sécurité énergétique) au moyen de dialogues entre parties prenantes et décideurs. Les activités de restauration sont ensuite sélectionnées sur la base d'une cartographie multicritère participative, en utilisant les meilleures données scientifiques et connaissances contextualisées à la situation locale (du point de vue des objectifs de dégradation et de restauration du paysage), combinées à une analyse économique.

La restauration des paysages peut être entreprise à différentes échelles, y compris des unités de planification nationales, infranationales, des bassins versants, des communautés ou des districts. MEOR combine une analyse de situation de la dégradation avec une analyse spatiale et une modélisation biophysique et économique, dans un cadre évaluant la préparation sociale, politique et institutionnelle à mettre en œuvre la restauration. Un processus MEOR est conçu pour répondre à plusieurs questions importantes relatives à la restauration, notamment :

1. Où la restauration est-elle socialement, économiquement et écologiquement faisable ?
2. Quelle est l'étendue totale des opportunités de restauration dans le pays/la région ?
3. Quels types de restauration sont réalisables dans différentes parties du pays/de la région ?
4. Quels sont les coûts et avantages, y compris en termes de stockage de carbone et de services écosystémiques, associés aux différentes stratégies de restauration ?
5. Quelles politiques, incitations financières et sociales existent ou seront nécessaires pour soutenir la restauration ?
6. Quelles sont les parties prenantes à impliquer ?
7. Quelles options existent pour débloquer des financements pour la restauration ?
8. Comment la restauration peut-elle être étendue à plus grande échelle ?

Le cas échéant, les risques écosystémiques pourront être intégrés dans les processus MEOR. Cela améliorera une prise de décision fondée sur des données probantes pour les activités de restauration et facilitera la capacité d'utiliser la restauration comme un outil visant à réduire la perte de superficie et d'intégrité des écosystèmes. Cela permettra aux professionnels de mesurer et d'informer des changements dans les risques écosystémiques résultant de la restauration. À son tour, la Liste rouge des écosystèmes pourra grandement bénéficier de son intégration à une approche multipartite.

Toute une gamme de ressources d'information, des lignes directrices et des outils sur MEOR sont disponibles à l'adresse : www.iucn.org/MEOR.

Définir des objectifs écosystémiques pour une restauration stratégique

Les objectifs de restauration sont importants pour guider la planification et la prise de décisions, ainsi que pour éclairer le suivi et l'évaluation à un stade ultérieur (voir [Chapitre 5](#)). Idéalement, ces objectifs devront rester aussi simples que possible, afin de s'assurer qu'ils soient facilement interprétés par les décideurs et les gestionnaires. Des objectifs stratégiques devront être fixés en termes de types d'écosystèmes et devront également inclure la réduction des menaces et des impacts associés sur les écosystèmes. De tels objectifs devront tenir compte des processus menaçant les écosystèmes et être liés à l'inversion ou à la prévention de l'effondrement. Du point de vue des risques écosystémiques, la restauration vise deux résultats principaux : obtenir le reclassement d'un écosystème dans une catégorie de moindre risque ou empêcher que les écosystèmes ne soient reclassés dans des catégories de risque plus élevé ([Figure 13](#)). Ces résultats peuvent guider la définition des objectifs et impliquent trois types généraux d'objectifs en ce qui concerne la restauration ([Figure 18](#)) :

- 1.** Augmenter la superficie en récupérant des portions de l'écosystème ayant été perdues.
- 2.** Améliorer l'intégrité des portions restantes de l'écosystème.
- 3.** Réduire les menaces et les impacts associés (sociaux et liés à la production) susceptibles d'affecter la superficie ou l'intégrité de l'écosystème afin de minimiser toute dégradation supplémentaire dans les endroits où l'écosystème existe encore.

Les objectifs devront correspondre à des tendances observables dans l'amélioration de l'intégrité et de la superficie des types d'écosystèmes. Par exemple, un objectif quantitatif de zone devant être restaurée à un état de référence donné sur une période définie, ou le degré de réparation d'un processus particulier dans une partie restante d'un type d'écosystème. Les indicateurs définis au cours d'un processus de Liste rouge des écosystèmes (voir [Tableau 1](#)) peuvent fournir des objectifs quantitatifs directement liés aux catégories de risques ([Tableau 4](#)).



Une barge de construction décharge des rochers pour la restauration de récifs (voir [Encadré 11](#) pour plus de détails). Australie
Photo : Adam Bolton.

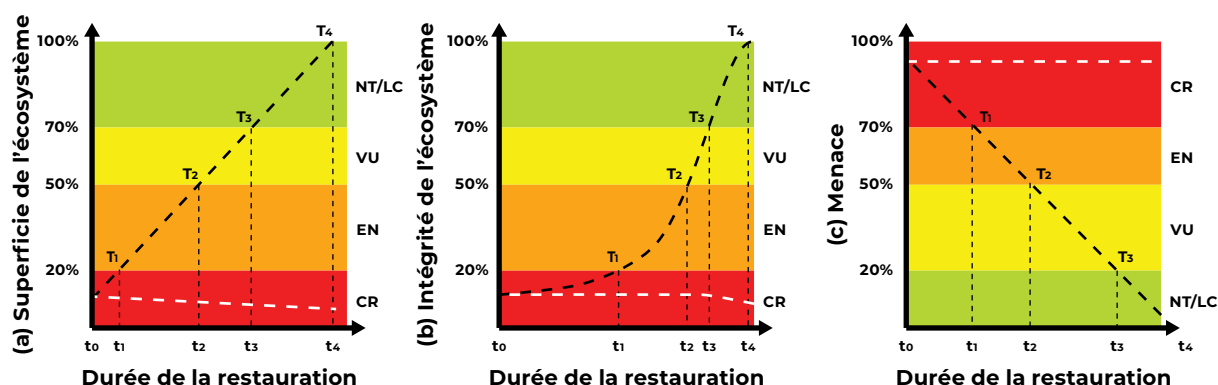


Figure 18 : Types d'objectifs à atteindre en matière de restauration pour obtenir un reclassement des écosystèmes menacés dans une catégorie de moindre menace : (a) augmentation de la superficie de l'écosystème, (b) amélioration de l'intégrité de l'écosystème, et (c) réduction de la ou des menaces. Objectifs (Tn) et délais (tn) pour atteindre le reclassement progressif d'un écosystème en améliorant l'indicateur. Les lignes blanches indiquent une tendance sans action de restauration. *Source : compilé par les auteurs du rapport.*

Du fait des longues périodes nécessaires pour atteindre les résultats ultimes du reclassement d'un écosystème dans une catégorie de moindre menace, les objectifs devront être progressifs, sur différents intervalles de temps. Par exemple, un processus de restauration pourrait atteindre des niveaux progressifs d'augmentation du nombre d'espèces, de la biomasse, de la qualité des sols, de la productivité et de la superficie totale restaurée (Figure 18). L'utilisation d'une modélisation prédictive, basée sur la fonction de l'écosystème, peut permettre de rendre compte

de comportements non linéaire de récupération afin d'établir des délais plus réalistes pour atteindre les objectifs de rétablissement.⁷³

Les objectifs écosystémiques peuvent ensuite être utilisés pour définir des objectifs pour les projets locaux où cet écosystème est présent. Les objectifs locaux pour des programmes de restauration spécifiques pourront dépendre de ce qui est faisable dans le cadre du budget disponible, ou d'un alignement sur les autres objectifs du programme de restauration.

Tableau 4 : Exemple montrant la superficie du type d'écosystème en danger critique « Forêts humides tropicales de plaine des contreforts des Llanos », en Colombie, devant être restaurée pour atteindre chaque objectif et obtenir un changement du risque écosystémique (voir également Figure 14 et Figure 17).

Écosystème	Catégorie de risque	Superficie originelle (ha)	Zones restantes (%)	Objectif 1 : Atteindre EN		Objectif 2 : Atteindre VU		Objectif 3 : Atteindre NT/LC	
				(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Forêts humides tropicales de plaine des contreforts des Llanos	CR	1,413,163	19.5	148 382	30	431 015	50	713 645	70

Encadré 11 : Étude de cas : Définir des objectifs de restauration d'écosystèmes pour les récifs coquilliers en Australie

Contribution d'Ashley Whitt (The Nature Conservancy)

Des initiatives internationales récentes, telles que la Décennie des Nations Unies pour la restauration des écosystèmes, ont mis en évidence les opportunités d'étendre la restauration des écosystèmes d'une échelle de sites à des systèmes entiers, revitalisant les services écosystémiques et les avantages publics et rétablissant des écosystèmes entiers. Les récifs coquilliers, en cours de restauration sur des dizaines de sites à travers l'Europe, l'Asie, l'Australie, la Nouvelle-Zélande et les Amériques, sont un exemple de type d'écosystème d'importance mondiale en cours de restauration à grande échelle.

Afin de soutenir la prise de décision locale sur la conservation des récifs coquilliers en Australie, The Nature Conservancy a réalisé une évaluation des risques selon la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN sur les récifs coquilliers de l'Australie méridionale et orientale, se concentrant sur deux sous-types de communautés définies principalement par l'huître creuse de Sydney (*Saccostrea glomerata*) et l'huître plate australienne (*Ostrea angasi*).³⁶ Ces récifs coquilliers ont été classés comme « En danger critique », en grande partie en raison d'un grave déclin historique de l'étendue de l'écosystème (critère A) et d'une altération des processus biologiques (critère D) au cours des 200 dernières années, ainsi que du fait de leur zone d'occupation actuelle restreinte (critère B).

Les enseignements de l'évaluation des risques écosystémiques ont été utilisés pour éclairer des objectifs nationaux de restauration, dans le but ultime de reclasser les écosystèmes de « En danger critique » à « Vulnérables » et, en fin de compte, de réduire la menace d'effondrement total de ces écosystèmes. Par exemple, la détermination du nombre et de l'étendue des sites de restauration a été guidée par les critères A et B. L'analyse des données historiques a indiqué que les récifs étaient auparavant présents dans au moins 200 sites à travers l'Australie, alors que seulement sept subsistent aujourd'hui (une catégorie de menace correspondant à « En danger critique »). La catégorie « Vulnérable » pourrait être atteinte en restaurant 30 % de la distribution historique, soit un objectif national de 60 sites à restaurer. Les principes du critère B et une connaissance de la connectivité des récifs ont guidé la définition des sites et leur séparation spatiale. Un site correctement restauré devait comprendre plusieurs parcelles de récifs sur une superficie d'au moins 5 ha (afin de pouvoir définir plusieurs parcelles au sein d'un même site). Une distance théorique de 10 km (alignée sur la grille de mesure de la zone d'occupation) entre les sites a été utilisée pour distinguer les sites indépendants. Le concept de zone d'étendue et de susceptibilité aux menaces spatialement explicites a été utilisé pour analyser le besoin de sites dans toute la distribution historique de l'écosystème, plutôt qu'une concentration de sites de projet dans une seule juridiction (logistiquement plus simple). Le critère C, dégradation environnementale, a été utilisé pour guider la sélection des sites, y compris le développement de modèles d'aptitude à la restauration. Enfin, le modèle écosystémique, en plus des méthodes de restauration connues,³² a permis d'identifier le type de restauration requis pour chaque site (par exemple, réduction des menaces, restauration partielle ou complète).

Le cadre de la Liste rouge des écosystèmes a fourni un processus logique et reproductible, qui a aidé The Nature Conservancy à concevoir des objectifs nationaux et un programme de restauration fondés sur la science. Le cadre clair et la justification logique de sélection des sites et de définition des objectifs étaient faciles à transmettre aux décideurs et au public. Disposer d'un objectif numérique était essentiel pour développer des estimations des avantages sociaux et économiques de la restauration (par exemple, nombre d'emplois et de postes de bénévoles créés, tonnes de poissons produits, litres d'eau filtrée), ainsi que le coût de restauration de 5 ha de récifs sur chaque site. Ces informations ont été utilisées pour aider à obtenir un investissement de 20 millions de dollars australiens du gouvernement du Commonwealth australien en 2020 dans 13 nouveaux sites, en plus d'un investissement supplémentaire des gouvernements des États et de la communauté philanthropique australienne. À ce jour, 20 sites sont en cours de restauration ou ont été restaurés (Figure 19), l'initiative Reef Builder étant désormais considérée comme le plus grand programme de restauration sous-marine d'Australie.

Encadré 11 (suite)



Figure 19 : Schéma conceptuel du processus de restauration d'un récif coquillier. Source : Schéma de Katie Shriner, avec l'aimable autorisation de The Nature Conservancy.



Récif d'huîtres, un écosystème « En danger critique » (CR) de la Liste rouge. Australie méridionale et orientale. Photo : Chris Gilles.

Lectures complémentaires :

Assessing restoration priorities for high-risk ecosystems: An application of the IUCN Red List of Ecosystems. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104874>

Les lignes directrices et les outils relatifs à MEOR sont disponibles sur : www.iucn.org/ROAM

De plus amples informations sur la méthodologie STAR sont disponibles sur : <https://www.iucnredlist.org/assessment/star>



Plantation multi-espèces (café d'ombre), Chikmagalur, Inde. Photo : Prashantby.

Chapitre 4 : Application de l'évaluation des risques écosystémiques à la restauration à l'échelle de sites

James G. Hallett, Université du Montana et Société pour la restauration écologique
Cara Nelson, Université du Montana et Commission de la gestion des écosystèmes de l'UICN
Josie Carwardine, CSIRO Australie

Ce chapitre explique comment passer de l'identification des types d'écosystèmes et des emplacements prioritaires pour la restauration à l'opérationnalisation d'un programme de travail de restauration à l'échelle locale. Une hiérarchisation spatiale peut être utilisée pour identifier les opportunités de restauration à l'échelle d'un bassin versant, régionale ou nationale. Après cela, des analyses centrées sur le contexte local seront nécessaires pour déterminer le type d'intervention de

restauration approprié à déployer sur un site particulier. La restauration d'écosystèmes comprend un large éventail d'approches, de la réduction des pressions humaines causant la dégradation au rétablissement complet d'écosystèmes autochtones (voir la [Figure 3](#)). À l'échelle locale, les activités de restauration devraient être conçues pour réduire les menaces et améliorer l'intégrité écologique, soit dans les zones où les écosystèmes ont disparu, soit dans les vestiges dégradés.

Des paysages terrestres et marins à la planification de la restauration à l'échelle locale

Entreprendre une évaluation des priorités de restauration à l'échelle d'un paysage terrestre ou marin, comme décrit au [Chapitre 3](#), est essentiel avant de planifier la restauration à l'échelle locale, car les écosystèmes sont affectés et ont des effets sur le contexte plus large dans lequel ils sont intégrés.²⁵ Par conséquent, leur gestion ne saurait se faire de façon isolée, mais nécessite plutôt une prise en compte explicite des types et proportions des écosystèmes dans le paysage terrestre ou marin, de l'organisation spatiale des unités et des liens entre composition, structure et fonction (voir la [Figure 2](#)). Par exemple, parce qu'elles provoquent une dégradation à l'échelle locale, les activités de restauration locales pourraient échouer si les menaces provenant du paysage terrestre ou marin plus vaste n'ont pas été identifiées et atténuées. Par ailleurs, les services écosystémiques vitaux, tels que la régulation de l'eau et l'atténuation des

changements climatiques, s'accumulent souvent à l'échelle des paysages terrestres ou marins. Ainsi, pour que les activités de restauration sur le terrain apportent des avantages à l'intégrité de l'écosystème ou au bien-être humain, elles devront être déployées stratégiquement sur l'ensemble du paysage terrestre ou marin plus vaste ([Figure 20](#)). En fait, la gestion des fonctions, des flux d'énergie, des éléments nutritifs et autres apports écologiques à travers le paysage terrestre ou marin peut être aussi ou plus importante que la gestion de la composition et de la structure au sein d'unités écosystémiques individuelles, en particulier en ce qui concerne la prestation de services écosystémiques. Par conséquent, les activités destinées à avoir un impact sur les services écosystémiques profitant à la société nécessiteront des approches à l'échelle des paysages terrestres ou marins intégrées à des activités spécifiques au site.

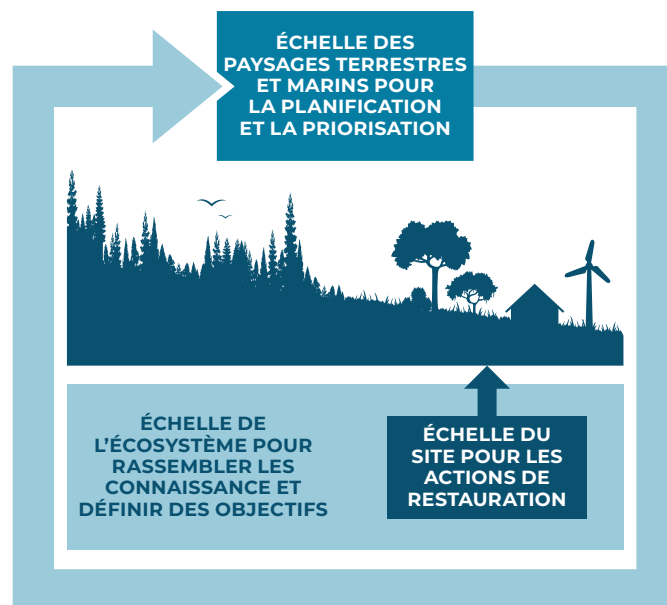


Figure 20 : Les activités de restauration sont mise en œuvre sur des sites, mais doivent s'inscrire dans le contexte plus large des écosystèmes et des paysages terrestres ou marins. *Source : compilé par les auteurs du rapport.*

Activités de restauration à l'échelle locale visant à réduire les risques écosystémiques

Le chapitre précédent a exploré les deux types de zones dans lesquelles entreprendre une restauration d'écosystèmes (c'est-à-dire les zones où un écosystème a été perdu et les zones dégradées d'écosystèmes résiduels). Une fois ces zones identifiées, il existe deux manières complémentaires pour les activités de restauration de réduire les risques pour les types d'écosystèmes :

- 1. Réduire les menaces existantes ou potentielles futures,** y compris celles causant la perte de l'écosystème (une menace pour l'étendue de l'écosystème) et les menaces dégradant l'écosystème, telles que les plantes adventices envahissantes, les ravageurs, les incendies ou les régimes de pâturage inappropriés.
- 2. Améliorer l'intégrité de l'écosystème,** en mettant en œuvre des activités de restauration telles que la réintroduction d'espèces autochtones disparues et la restauration des processus écosystémiques.

Il est essentiel d'éliminer les causes profondes de la dégradation avant que la récupération puisse être initiée. Améliorer l'intégrité et l'étendue de l'écosystème par la restauration est essentiel pour accroître la résilience de l'écosystème aux menaces futures.

Actions visant à réduire les menaces pour une restauration à l'échelle d'un site

Le cadre de la Liste rouge des écosystèmes comprend une évaluation des menaces affectant la catégorie de risque de l'écosystème sur la base du système de classification des menaces de l'UICN.⁴² Des actions peuvent ensuite être ciblées pour surmonter ces menaces et restaurer les processus dégradés afin de réduire les risques pour l'écosystème. Par exemple, les indicateurs du critère D d'altérations biotiques pourraient être affectés par les plantes adventices envahissantes. Comprendre le lien entre le processus de menace et le risque global d'effondrement de l'écosystème est une étape clé pour déterminer le type d'activité de restauration nécessaire.

Des informations supplémentaires devront être combinées avec les données de la Liste rouge des écosystèmes, telles que des informations sur les coûts et avantages, et la faisabilité sociale et technique d'une réduction de chaque menace, y compris en tenant compte des moteurs de chaque menace et des parties prenantes impliquées.¹⁴ Les étapes et considérations pour décider comment faire face aux menaces pour améliorer l'intégrité écologique et empêcher les écosystèmes de dégénérer vers l'effondrement sont illustrées à la [Figure 21](#).

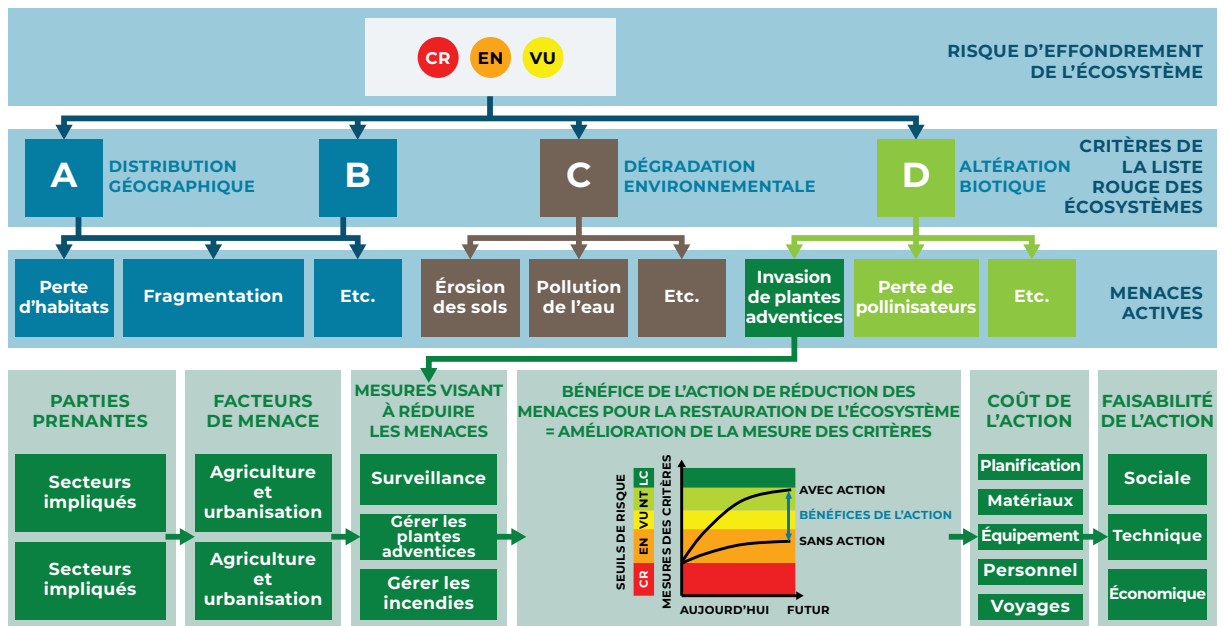


Figure 21 : Processus d'identification des activités prioritaires de réduction des menaces afin de réduire les risques écosystémiques. Exemple montrant comment l'invasion de plantes adventices affecte le critère D, et comment la réduction de celles-ci par des activités de réduction des menaces pourrait améliorer le score de l'écosystème selon ce critère. *Source : compilé par les auteurs du rapport.*

Les activités de réduction des menaces doivent être conçues par des experts connaissant à la fois les dimensions écologiques et sociales de la gestion des menaces. Cela permettra de prendre en compte les préférences sociales, les coûts, les financements et la disponibilité de pratiques

de gestion fiables dans la mise en œuvre de mesures de réduction des menaces. Lors de leur définition, il est utile de décomposer les mesures de réduction des menaces en activités spécifiques nécessaires à la mise en œuvre d'une mesure donnée, permettant



Feux de brousse sous Stacks Bluff, Tasmanie, Australie. Photo : [Matt Palmer](#).

ainsi à chacune d'être planifiée, y compris par l'identification des étapes clés, la collecte d'informations et la planification, l'engagement des parties prenantes, les changements politiques, la gestion de la menace sur le terrain et les efforts de suivi. Les coûts de chaque étape devront être estimés.

Il est essentiel de prendre en compte les facteurs déterminants de chaque processus de menace lors de la détermination des meilleures activités visant à les surmonter, ce qui impliquera souvent de regarder à une échelle plus large que le site de restauration. En Australie, par exemple, l'introduction et la propagation de plantes adventices peuvent survenir à la suite de certaines activités agricoles et d'urbanisation, ou de régimes d'incendie modifiés.³¹ Dans certains cas, permettre une action sur le terrain telle que la gestion des plantes adventices nécessitera une coopération et un accord entre les principales parties prenantes, telles que les propriétaires fonciers ou les gestionnaires de haut niveau de secteurs particuliers, impliqués dans les processus de menace ou dans leur gestion. Si ces obstacles ne sont pas surmontés, les activités sur le terrain pourraient être inefficaces, voire impossibles.



Désert épineux. Cataviña, Mexique. Photo : David Keith.

Les informations peuvent être regroupées dans un cadre de priorisation qui aidera à choisir les activités à entreprendre pour restaurer l'intégrité d'un écosystème sur un site. Le processus de Gestion des menaces prioritaires (PTM, selon ses sigles en anglais) a été conçu à l'origine pour donner la priorité à la gestion des menaces pour la biodiversité, mais peut également être appliqué à la gestion des risques d'effondrement des écosystèmes.¹⁴ Lors de l'application du PTM, un objectif est défini pour chaque problème. Par exemple, cet objectif pourra être d'identifier les stratégies de gestion les plus rentables pour réduire le risque d'effondrement d'un écosystème sur un site, en aidant l'écosystème à passer de la catégorie « En danger critique » à « En danger ». Pour ce faire, il sera nécessaire d'identifier toutes les activités susceptibles de contribuer à améliorer le risque écosystémique à l'échelle du site. Dans certains cas, plusieurs actions seront possibles pour réduire une menace ou restaurer un processus écologique. Une mesure simple de la priorité relative des activités pour atteindre cet objectif sera estimée par le bénéfice probable de l'activité (comme l'amélioration de la mesure du risque ou la réduction de la menace) divisé par son coût. L'approche peut également être utilisée pour identifier l'ensemble des stratégies de réduction des menaces répondant le plus efficacement à l'objectif prédéfini pour la réduction des risques à l'échelle du site.

Mesures de restauration visant à améliorer l'intégrité des écosystèmes

En plus d'éliminer les menaces, la restauration vise à améliorer l'intégrité des écosystèmes. Il existe un continuum d'approches de restauration, d'entièrement passives (dans lesquelles, après la réduction des menaces, les processus naturels sont responsables du rétablissement) à une extrémité du continuum, à entièrement actives (dans lesquelles le rétablissement est initié par la réintroduction d'organismes ou la modification de l'environnement abiotique) à l'autre extrême. Le choix d'une approche dépendra largement du degré de dégradation (Figure 22). Par exemple, permettre la régénération naturelle spontanée est une approche rentable pour restaurer les écosystèmes, lorsque la dégradation n'est pas importante et que des sources de propagules sont disponibles sur place ou par dispersion dans le paysage terrestre ou marin plus vaste. Une intervention plus active (telle que la déviation d'eau, le retour de perturbations appropriées, l'installation d'attractifs pour la faune et la gestion de la concurrence) est également largement utilisée à travers le monde pour aider

à la régénération naturelle lorsque celle-ci a été stoppée. Une approche hybride, combinant des traitements de régénération avec certaines réintroductions de plantes et d'animaux, peut-être appliquée lorsque la régénération naturelle est insuffisante, et une réintroduction extensive sera utilisée pour reconstruire les écosystèmes lorsque le potentiel de régénération est trop faible.

Les informations des évaluations de la Liste rouge des écosystèmes, et en particulier les indicateurs des critères C et D, peuvent aider à déterminer si les seuils biotiques ou abiotiques ont été franchis (voir la [Figure 22](#)). Les analyses spatiales décrites au [Chapitre 3](#) peuvent également fournir des informations sur la mesure dans laquelle une régénération naturelle sera possible à partir d'autres éléments du paysage terrestre ou marin. Lorsque l'objectif est l'intégrité de l'écosystème, la restauration devra promouvoir les processus naturels de rétablissement et les aider activement si nécessaire. Cette aide pourra prendre de nombreuses formes, selon l'écosystème, et pourra inclure l'amendement



Évaluations de la santé des pâturages et des prairies (voir l'[Encadré 12](#) pour plus de détails). Nord du Kenya. Photo : Pauline Kiamba.

des sols, des changements hydrologiques, le contrôle des plantes et des animaux envahissants et des réintroductions d'espèces. Différents types d'activités de restauration présenteront également des coûts et des avantages différents.

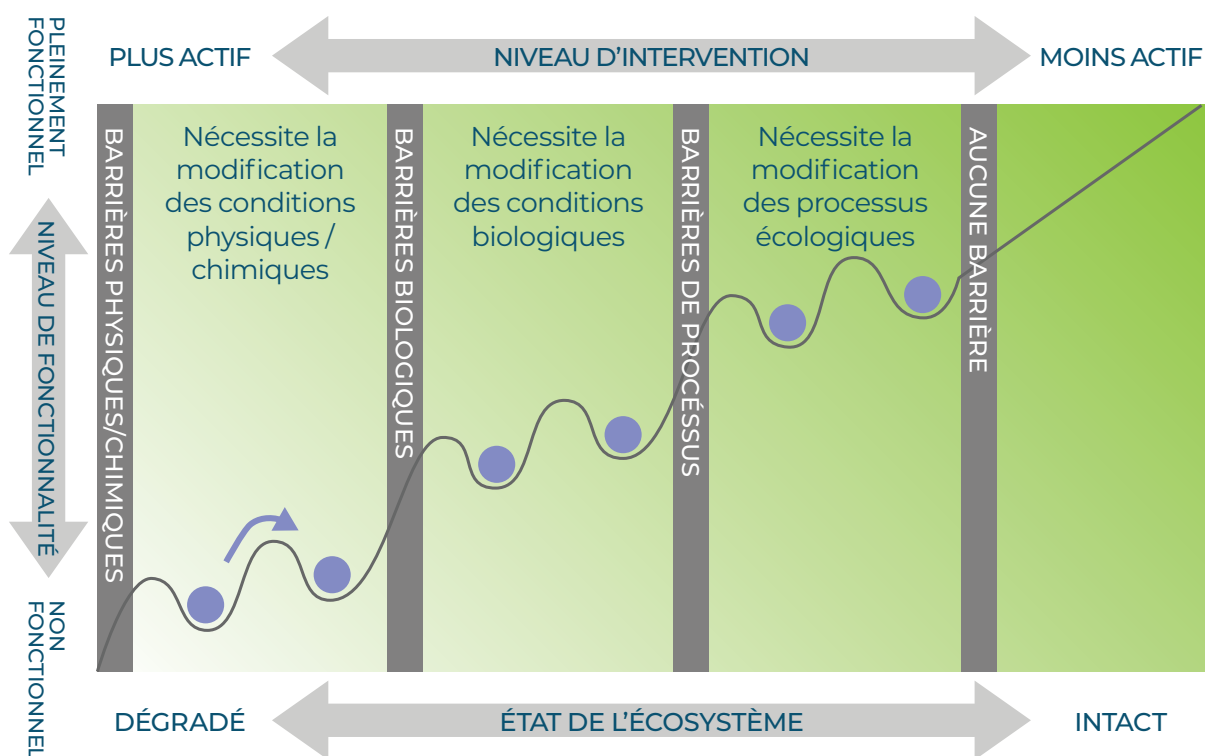


Figure 22 : Approches de restauration basées sur la condition de l'écosystème et tenant compte des barrières biotiques et abiotiques. Cette représentation n'implique pas un parcours linéaire, mais illustre l'une des dimensions possibles de la restauration, en fonction de l'écosystème, du paysage terrestre ou marin et du contexte socio-écologique. Remarque : L'exigence de modifications abiotiques, de réintroductions biotiques ou d'amélioration de la gestion ne se présente pas forcément dans cet ordre et ne s'appliquera pas nécessairement à toutes les espèces d'un site. Source : Reference Group SERA (2021) modifié de Whisenant (1999).^{71,94}

Encadré 12 : Étude de cas : Évaluer la santé des pâturages et des prairies pour guider la restauration au Kenya

Contribution de Bora Masumbuko et Jonathan Davies (UICN)

Les pâturages sont des terres sur lesquelles la végétation autochtone est principalement constituée d'herbes, de plantes herbacées, d'herbes non-graminacées ou d'arbustes présentant le potentiel d'être pâturés. Ce sont des écosystèmes naturels utilisés pour l'alimentation du bétail et des animaux sauvages.² Les pâturages couvrent plus de la moitié de la surface terrestre libre de la planète,⁴¹ et fournissent des services écosystémiques vitaux soutenant les communautés locales, comme la régulation du climat, la production animale et la conservation de la biodiversité. Les pâturages contribuent à la réalisation des Objectifs de développement durable et de neutralité en matière de dégradation des terres. Malgré leur importance, les pâturages ne reçoivent que peu d'investissements et d'attention. En conséquence, ils se dégradent de façon continue, avec pour conséquence des impacts environnementaux, sociaux et économiques négatifs.

L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'UICN ont développé une méthodologie, connue sous le nom de Méthodologie d'évaluation participative des pâturages et des prairies (PRAGA, selon ses sigles en anglais), permettant d'évaluer la santé des pâturages et des prairies sur la base d'une combinaison de connaissances scientifiques et locales. La méthodologie vise à combler les lacunes existantes dans l'évaluation des pâturages en augmentant la sensibilisation aux processus de dégradation, en utilisant une évaluation des écosystèmes à grande échelle et en renforçant la capacité des parties prenantes à évaluer la dégradation des terres et à prendre des décisions fondées sur des données probantes. La participation des parties prenantes concernées est une composante essentielle de la méthodologie.

Au Kenya, plus de 75 % de la superficie totale des terres est classée comme aride et semi-aride. Dans ces zones, la dégradation des terres est plus prononcée. Le coût direct de la dégradation des terres dans le pays était d'environ 1,3 milliard de dollars américains par an entre 2001 et 2009.⁶² La méthodologie a été testée dans le nord du Kenya, dont la plupart des terres sont arides ou semi-arides, et où de grandes populations pastorales dépendent des ressources des pâturages pour leur subsistance. Un exercice de cartographie communautaire participative a identifié une zone d'évaluation de 7 253 km². Les paysages ont été sélectionnés en fonction de la pression exercée sur les pâturages, de la présence de défis de gouvernance concernant ces écosystèmes et de l'hétérogénéité du paysage. Les communautés ont classé leurs paysages à l'échelle macro et micro. À l'échelle macro, le paysage a été divisé en écosystèmes, généralement des forêts ou des plaines. Les données de télédétection ont fourni des preuves factuelles de dégradation. Les pasteurs locaux ont ensuite complété ces données en décrivant l'état de dégradation des paysages.

Les résultats de l'évaluation des pâturages ont révélé que la santé des paysages évalués était relativement bonne. L'évaluation a permis de mieux comprendre les pressions exercées sur les pâturages ainsi que les facteurs de dégradation. Elle a également souligné l'importance du suivi de la santé des pâturages afin de détecter toute dégradation des terres et guider les activités de restauration. Une évaluation de la Liste rouge des écosystèmes n'a pas été réalisée. Cependant, une telle évaluation compléterait cette méthodologie en identifiant plus avant les principaux risques et impacts sur les écosystèmes de pâturages. En outre, une Liste rouge des écosystèmes pourrait, à l'avenir, aider à éclairer la hiérarchisation des activités de restauration sur la base de données scientifiques, de gestion des pâturages et de planification des paysages.

Pour plus d'informations voir :

- [Note d'orientation pour le Kenya.](#)
- [Projet PRAGA.](#)



Évaluations des pâturages et des prairies au Kenya (voir [Encadré 12](#) pour plus de détails). Kenya. Photo : Bora Masumbuko.

Normes de pratique pour la mise en œuvre de la restauration

Une fois les activités de restauration sélectionnées, les meilleures pratiques devront être suivies afin d'augmenter la probabilité d'une mise en œuvre réussie de la restauration. Des normes de pratique détaillées sont disponibles en matière de restauration écologique,³⁴ et un inventaire des normes concernant des secteurs et biomes spécifiques est en cours. Ces normes de pratique devront être suivies pour toute activité de restauration, en particulier en ce qui concerne les éléments suivants :

Atteindre le plus haut niveau de rétablissement possible : Un principe sous-jacent de la restauration des écosystèmes est qu'elle vise à atteindre le plus haut niveau de rétablissement possible. Cela signifie qu'au moment d'analyser le type d'activité de restauration à déployer, les professionnels devront considérer à quel degré la restauration écologique (récupération partielle ou totale des écosystèmes autochtones) sera possible. La restauration d'écosystèmes est censée se traduire par une nette amélioration à la fois de l'état écologique et du bien-être humain. En pratique, cependant, il y existe souvent des compromis entre l'ampleur des avantages écologiques et la fourniture de biens et services écosystémiques pour les personnes. Afin de gérer ces compromis, les parties prenantes devront s'engager dans un processus décisionnel délibéré (voir [Approches](#)

[multicritères pour l'évaluation des opportunités de restauration](#)). De tels compromis sont souvent une caractéristique inévitable des interventions de restauration et nécessiteront donc que leurs conséquences probables soient correctement évaluées, pleinement divulguées et acceptées par les parties prenantes les plus affectées.

Évaluation du site : L'évaluation du site de restauration se concentre d'abord sur la détermination des facteurs responsables de la dégradation actuelle ou passée (par exemple, couverture élevée de plantes adventives, surpâturage, perturbation des sols). Ensuite, la probabilité présumée de régénération naturelle devra être évaluée en examinant la composition et la structure des écosystèmes. La présence d'écosystèmes autochtones présentant une diversité d'espèces et de structures ou des preuves de régénération naturelle suggéreront toutes deux une bonne probabilité de rétablissement. Par ailleurs, l'utilisation antérieure des terres ou une perturbation des sols pourra réduire la disponibilité en propagules en vue d'une régénération naturelle. Ces deux facteurs guideront la planification et la hiérarchisation de la restauration. Lorsque les fonds sont limités, par exemple, l'accent pourra être mis initialement sur les sites les plus susceptibles de se rétablir naturellement si les menaces sont éliminées.

Encadré 13 : Gestion adaptative de la restauration

La gestion adaptative est le processus d'incorporation de nouvelles informations dans la mise en œuvre d'un projet ou d'un plan, afin de s'assurer que les objectifs de l'activité soient atteints de manière efficace. Elle favorise une prise de décision flexible, permettant de modifier les mesures existantes ou de créer de nouvelles mesures si de nouvelles circonstances apparaissent (par exemple, de nouvelles informations scientifiques) ou si les projets n'atteignent pas leurs objectifs.

La gestion adaptative est une approche systématique permettant d'améliorer la restauration par un apprentissage à partir des résultats de gestion et autres informations disponibles.⁹⁶ L'application d'une gestion adaptative reconnaît l'existence d'incertitude dans notre compréhension du comportement des écosystèmes en réponse aux activités de restauration et aux changements dans les conditions environnementales (par exemple, variabilité des précipitations, changements d'utilisation des terres adjacentes).

Intrinsèque à l'ensemble du processus de prise de décision en matière de restauration (Principe 9, Encadré 2), la gestion adaptative commence dès les processus initiaux d'engagement des parties prenantes et de planification, et se poursuit tout au long de la mise en œuvre du projet (Figure 23). À mesure que notre compréhension de la dynamique des écosystèmes s'améliorera grâce au suivi, à la recherche scientifique et autres informations susceptibles de devenir disponibles, des changements pourront être apportés aux activités de restauration ou aux buts et objectifs de gestion.

La gestion adaptative n'est pas unique à la restauration des écosystèmes et a également contribué à atteindre des objectifs internationaux de conservation et de développement. Les Normes ouvertes pour la pratique de la conservation fournissent une terminologie normalisée et une description des étapes du cycle d'un projet de gestion adaptative.¹⁶

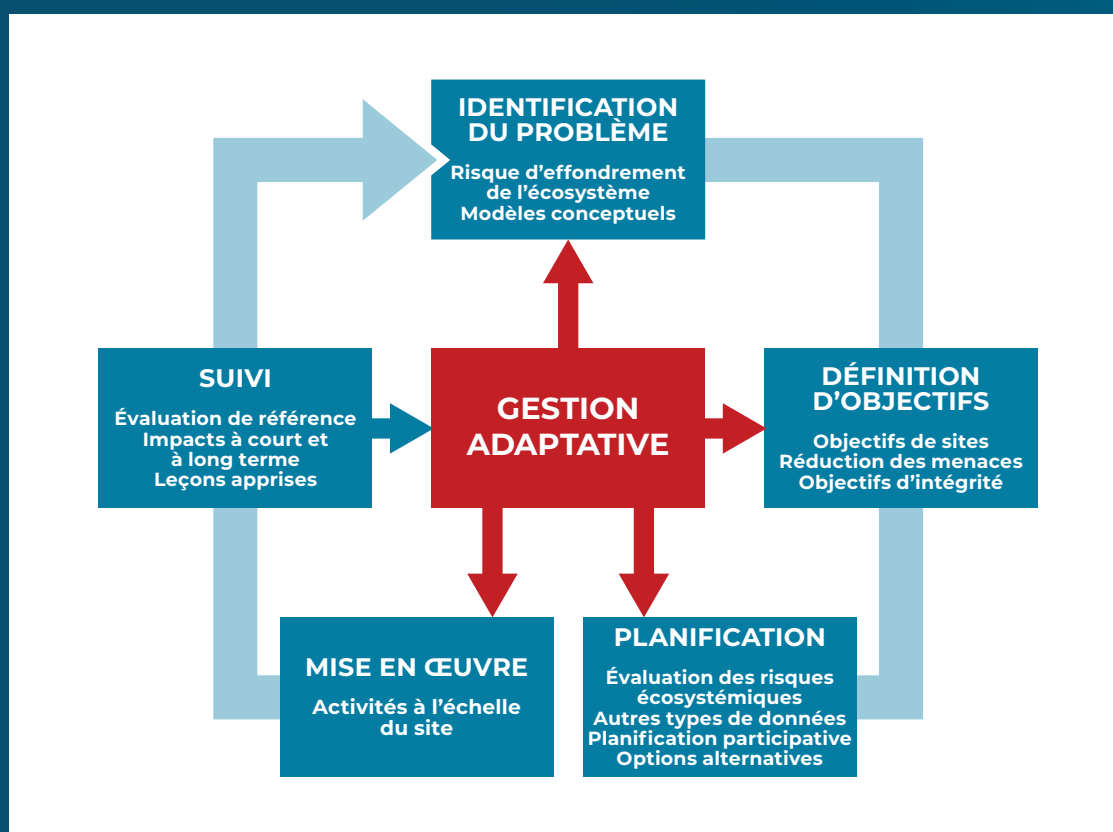


Figure 23 : La gestion adaptative doit intervenir tout au long du processus de prise de décision en matière de restauration. Source : compilé par les auteurs du rapport.

Mise en œuvre : Les activités de restauration sont initiées conformément au plan de travail élaboré après la recherche d'options de gestion écologiquement appropriées, la consultation des parties prenantes et la détermination de la disponibilité des ressources requises (par exemple, financières et matérielles) et de la main-d'œuvre disponible. Le cas échéant, les parties prenantes locales devront être encouragées à participer à la restauration. Une formation adéquate devra être fournie afin de garantir que tous les professionnels effectuent leur travail avec compétence et sans nuire durablement aux zones situées à l'intérieur ou à l'extérieur du site de projet. Bien que toutes les activités ne soient pas conçues pour améliorer la composition, la structure et la fonction des écosystèmes (par exemple, agroforesterie), elles devront éviter la dégradation de l'une d'entre elles (par exemple, propagation d'organismes envahissants ou de contaminants chimiques).

Suivi, évaluation et rapport : La mise en œuvre, l'efficacité et les impacts des activités de restauration devront être suivis à l'aide d'approches fiables (voir [Chapitre 5](#)). Une évaluation régulière des changements résultant de la restauration indiquera dans quelle mesure un changement écosystémique donné est ou

n'est pas souhaité ou anticipé. La participation des parties prenantes au suivi, y compris à l'élaboration des questions de suivi, la collecte et l'analyse des données, pourra améliorer la compréhension et l'engagement dans le processus de restauration. Étant donné que la restauration se poursuivra sur de longues périodes, toutes les informations sur la planification et la prise de décision, les détails de mise en œuvre, le suivi et les rapports devront être conservés. Ces archives informeront à la fois la gestion adaptative ([Encadré 13](#)) et les autres programmes de restauration dans des écosystèmes similaires (voir [Encadré 14](#)).

Post-mise en œuvre : Les cycles de vie d'un projet dépassent rarement quelques années, ce qui est généralement insuffisant pour atteindre les objectifs des grandes initiatives de restauration. De nombreux projets apparemment réussis à court terme ont finalement échoué parce que les zones en cours de restauration ont été converties à d'autres usages.³⁸ Par conséquent, un investissement continu dans le suivi et l'évaluation, ainsi que l'engagement des parties prenantes, sera aussi essentiel que tout entretien ultérieur pouvant être nécessaire pour empêcher une nouvelle dégradation.

Lectures complémentaires :

International principles and standards for the practice of ecological restoration.³⁴ <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/rec.13035>

Priority Threat Management for biodiversity conservation: A handbook.¹⁴ <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13268>

Normes ouvertes pour la pratique de la conservation.¹⁶ <https://conservationstandards.org/>



Projet d'eau souterraine dans la grotte de Jomblang. Java, Indonésie. Photo : Muhammad Sidik/Projet CIFOR-

Chapitre 5 : Suivi des impacts des activités de restauration sur la superficie, l'intégrité et le risque d'effondrement des écosystèmes

Cara Nelson, Université du Montana et Commission de la gestion des écosystèmes de l'UICN

Ce chapitre explore les méthodologies d'évaluation du succès de la restauration d'écosystèmes du point de vue des types d'écosystèmes et de leur risque d'effondrement. Malgré une compréhension répandue de l'importance du suivi, de nombreux projets et programmes de restauration n'incluent pas une évaluation adéquate des progrès réalisés.⁹ Ce chapitre vise à améliorer le suivi et l'évaluation des impacts de la restauration sur la superficie des écosystèmes, leur intégrité et, en fin de compte, leur risque d'effondrement, en décrivant clairement les principales approches de suivi. Celles-ci vont de l'évaluation de la mise en œuvre du processus de hiérarchisation spatiale à l'évaluation de l'efficacité et des impacts des activités de restauration à l'échelle locale, écosystémique et paysagère terrestre ou marine. Ce chapitre explore également comment la Liste rouge des écosystèmes peut être utile pour réaliser un suivi de l'état et des tendances

concernant l'intégrité des écosystèmes et l'efficacité des activités de restauration. Le chapitre se termine par un appel à rendre compte des résultats du suivi aux initiatives mondiales, afin que les leçons puissent être partagées et que la contribution de la restauration aux initiatives mondiales, telles que le Cadre mondial pour la biodiversité et les Objectifs de développement durable, puisse être démontrée.

Il convient de noter que ce chapitre se concentre sur le suivi de la superficie, de l'intégrité et du risque d'effondrement des écosystèmes. Étant donné cet objectif spécifique, il ne couvre pas le suivi des impacts de la restauration sur la santé ou le bien-être humains, ni ceux sur les mesures de variables socioéconomiques ou culturelles, malgré le fait que, par définition, les activités de restauration d'écosystèmes devraient aboutir à un gain net pour les personnes.

Éléments d'un programme de suivi efficace

Afin que le suivi permette de générer les connaissances sur les impacts de la restauration d'un écosystème sur sa superficie, son intégrité et son risque d'effondrement, il devra être entrepris dans le contexte d'un programme de suivi complet (Figure 24).⁵³ Ce programme de suivi devra comprendre un plan détaillé articulant les questions à aborder, ainsi que des instructions pour la collecte, la gestion, l'archivage et l'analyse des données, l'interprétation des résultats, le

partage des conclusions et l'application des leçons apprises à d'autres efforts de restauration en cours ou futurs, ainsi que l'évaluation de l'efficacité du programme de suivi lui-même. Il sera essentiel de planifier le programme de suivi au moment de la conception du projet ou programme de restauration, plutôt qu'après sa mise en œuvre. Cela permettra aux gestionnaires de développer des budgets de projet permettant de finaliser toutes les phases du programme



Parcelle de suivi dans un écosystème d'eucalyptus saumon *Eucalyptus salmonophloia* (wurak ou weerluk). Grande forêt de l'ouest, Australie occidentale. Photo : Suzanne Prober/CSIRO.

de suivi. Tout aussi important, cela permettra de relier directement les questions de suivi aux objectifs de restauration. Le succès des objectifs de restauration ne pourra être suivi que si ceux-ci sont clairement décrits dans les documents de planification, y compris à l'aide d'indicateurs spécifiques et mesurables incluant la quantité de changement souhaité et un calendrier spécifié (voir le Chapitre 3, [Définir des objectifs écosystémiques pour une restauration stratégique](#)). Par exemple, un indicateur mesurable pourrait être « d'augmenter le nombre de couples reproducteurs d'une espèce clé de 40 % par rapport aux niveaux de 2020 sur une période de 10 ans », ou de « réduire de 20 % d'ici cinq ans la charge d'azote dans un système de zones humides par rapport aux conditions antérieures au projet ».

Un programme de suivi efficace inclura plus qu'un simple plan de collecte de données. Les programmes de suivi réussis devront également inclure : la gestion des données (nettoyage, documentation et archivage des métadonnées), la réalisation d'analyses statistiques et l'utilisation des données pour établir un récit sur les impacts

du projet, le partage des leçons apprises avec les parties prenantes concernées, l'application des leçons apprises pour la gestion adaptative au sein et entre les programmes, et l'évaluation de l'efficacité du programme de suivi lui-même. Si l'un de ces éléments est absent, les ressources investies dans le suivi et l'évaluation seront gaspillées. Par exemple, si les questions ne sont pas détaillées avant la collecte des données, il existera une forte probabilité de collecter des informations non nécessaires et de ne pas collecter des données essentielles pour l'analyse. Si les données ne sont pas archivées de manière appropriée avec une documentation adéquates des métadonnées, il pourrait être impossible d'accéder aux données collectées au cours des années précédentes pour évaluer les tendances observées dans les années à venir. C'est pour cela qu'il est fortement recommandé d'archiver les données dans une base de données publique. Inclure des détails spécifiques sur chaque composante de suivi dans le plan de projet, y compris le montant du financement nécessaire pour chacune, constitue la meilleure pratique pour s'assurer que chaque élément requis du programme de suivi sera mis en œuvre.

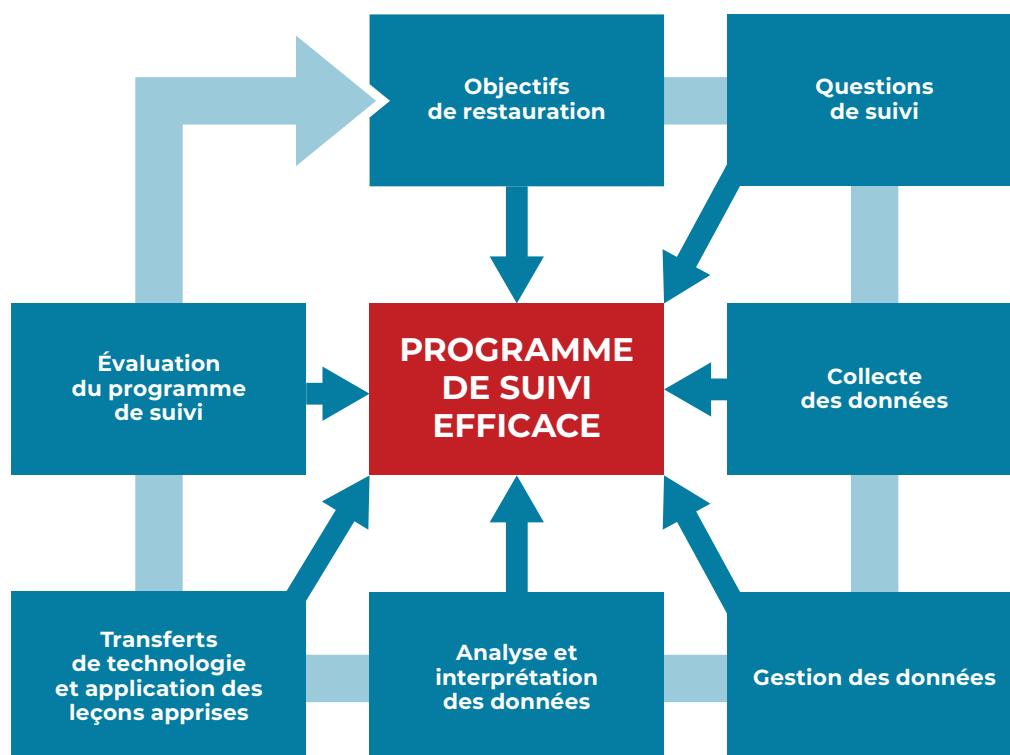


Figure 24 : Éléments d'un programme de suivi écologique efficace. Source : compilé par les auteurs du rapport.

Types de questions et de modèles de suivi

Il existe trois grands types de suivi,^{34,51} chacun abordant un type différent de question de suivi et nécessitant un plan d'échantillonnage spécifique.

Le **sui**vi de la mise en œuvre aborde la question de savoir si les activités de restauration ont été réalisées comme prévu. Cela impliquera de disposer d'informations détaillées sur les mesures mise en place dans les plans de projet, et de comparer les documents de planification avec les données collectées pendant et immédiatement après le déploiement des mesures. Un suivi de la mise en œuvre peut également être envisagé pour évaluer si les mesures ont été déployées dans les zones les plus prioritaires en matière de restauration (voir [Chapitre 3](#)),⁷⁷ à quel degré les mesures ont été mis en œuvre conformément à la prescription (par exemple, nombre de plantules plantées par hectare), ainsi que pour évaluer les variables liées aux mesures elles-mêmes (par exemple, longueur de flamme pour les brûlages dirigés) ou les conditions environnementales après que les mesures aient été appliquées (par exemple, conditions de température et d'humidité). Des informations

sur les mesures appliquées sont souvent nécessaires pour interpréter les données de suivi. Par exemple, pour comprendre les effets de mesures de brûlages dirigés, il est essentiel de connaître le nombre de parcelles de suivi ayant subi un incendie et, sur celles-ci, l'intensité ou la gravité du feu. Ces informations peuvent être faciles à collecter immédiatement après la mise en œuvre des mesures, mais seront de plus en plus difficiles à réunir avec le temps, après la mise en œuvre des mesures.

Afin de réaliser un suivi de la mise en œuvre, les gestionnaires devront documenter de manière appropriée les informations sur les mesures ayant été appliquées. Les types spécifiques d'informations qui devront être documentés varieront selon le type de mesures et le projet, mais généralement les détails suivants devront être inclus dans les rapports concernant les mesures appliquées :

- Les types spécifiques d'activités de gestion mises en œuvre, y compris les matériaux utilisés et l'intensité des mesures (par exemple, surface de terre prélevée, densité



Clôture contre l'érosion du sable dans les Outer Banks. Caroline du Nord, États-Unis. Photo : Cvandyke/Shutterstock.

des semis plantés, longueur de la flamme dans les feux dirigés ou évaluation de la gravité du feu, ingrédients actifs et force d'application des herbicides).

- La provenance de tout biote utilisé pour le projet.
- La zone géographique où les mesures ont été appliquées, y compris la limite de ces mesures et, à l'intérieur de cette limite, les zones où les mesures ont été, ou non, mises en œuvre.
- Les dates auxquelles les mesures ont été mises en œuvre.
- Les variables environnementales associées à l'application des mesures, le cas échéant (par exemple, température, vitesse du vent).

Un **suivi de l'efficacité** sera effectué pour évaluer si les objectifs de restauration ont été atteints. Il existe deux approches principales pour le suivi de l'efficacité, et l'approche choisie dépendra des questions spécifiques que les professionnels se poseront quant à la réussite d'un projet :

1. Si la question est de savoir si un objectif particulier du projet a été atteint (par exemple, un nombre spécifique de couples reproducteurs d'une espèce cible), il ne sera généralement nécessaire de collecter les données des sites concernés qu'après la mise en œuvre des mesures. Dans ce cas, la comparaison se fera entre l'état après

application des mesures et l'objectif déclaré du projet.

2. Si la question porte sur la mesure dans laquelle l'intégrité écologique a été restaurée, la meilleure pratique consistera à échantillonner et à comparer les indicateurs d'intégrité (voir [Sélection des variables indicatrices](#)) dans les zones où les mesures auront été appliquées, après leur application, par rapport à un modèle de référence (voir [Encadré 5](#)).^{34,60}

Un suivi de l'efficacité est important pour suivre les progrès réalisés vers un objectif, mais ne permettra *pas* de déterminer si, ou dans quelle mesure, les activités de restauration ont été directement responsables de la réalisation de cet objectif. En d'autres termes, ce type de suivi ne pourra pas être utilisé pour déterminer si les mesures mises en œuvre ont provoqué le résultat observé.⁶⁸ Cela est dû au fait que les indicateurs évalués peuvent avoir changé au cours de la période d'évaluation en raison de facteurs autres que les mesures de restauration mises en œuvre (par exemple, variation annuelle des précipitations pouvant affecter le couvert végétal, ou variation spatiale entre les sites quels que soient les impacts des mesures). Si les parties prenantes veulent savoir à quel degré les mesures mise en œuvre sont responsables des changements observés, il sera

nécessaire d'utiliser une approche permettant spécifiquement de détecter des relations causales (suivi des impacts).

Le **suivi des impacts** évalue les effets directs des activités de restauration sur les indicateurs d'intégrité écologique. Pour ce faire, il sera nécessaire de comparer l'ampleur des changements avant et après les mesures mises en œuvre dans les zones concernées avec des zones témoins où aucune mesure n'a été mise en œuvre (zones similaires à celles prévues pour les mesures en termes d'environnement abiotique, de conditions biotiques et de dégradation, mais où aucune mesure ne sera appliquée).⁶⁸ Ce type de suivi implique un échantillonnage à la fois avant et après la mise en œuvre des mesures

dans les zones prévues ainsi que dans les zones de contrôle. Bien que le suivi des impacts soit plus intensif en termes de temps et d'effort d'échantillonnage, il évitera toute confusion entre les effets des mesures appliquées et toute variation temporelle (par exemple, variations annuelles des températures et des précipitations susceptibles d'influencer la survie ou la croissance) ou variation spatiale (par exemple, variations dans la composition des espèces ou les taux de croissance des populations d'un site à l'autre). Un suivi des impacts peut être utilisé pour évaluer les conséquences prévues et imprévues des mesures mises en œuvre (impacts positifs et négatifs) et, par conséquent, peut être utilisé même si les projets ne comprenaient pas d'objectifs mesurables.



Des scientifiques citoyens réalisent un suivi de l'abondance des herbes adventices dans une prairie. Ouest du Montana, États-Unis. Photo : Cara Nelson.

Évaluer l'efficacité et les impacts de la restauration sur la superficie et l'intégrité des écosystèmes

Compte tenu de la contribution potentielle de la restauration à l'augmentation de l'intégrité et la superficie des types d'écosystèmes, il sera essentiel de savoir si les activités de restauration ont les effets escomptés, et en particulier l'impact de la restauration sur l'amélioration de la catégorie de risque des écosystèmes. Le cadre de la Liste rouge des écosystèmes contribue à

ce type de suivi en fournissant un cadre pour la sélection de variables et de repères de suivi à partir desquels mesurer les progrès, et permet aux gestionnaires de comprendre dans quelle mesure les activités de restauration conduisent à un reclassement des écosystèmes menacés dans une catégorie de moindre menace.



Un ancien pêcheur plante des coraux. Indonésie Photo : Martin Colognoli/Ocean Image Bank.

Choix des variables indicatrices

La contribution de la restauration d'un site à l'état de risque d'un écosystème peut être évaluée en réalisant un suivi de l'efficacité et des impacts des interventions de restauration sur l'intégrité et la superficie de l'écosystème. Pour ce faire, il sera essentiel de sélectionner des indicateurs utilisés dans les évaluations de la Liste rouge des écosystèmes, pour lesquelles deux catégories d'indicateurs d'intégrité écologique sont spécifiées (voir [Tableau 1](#)) :

- Conditions physiques (abiotiques) de l'écosystème (critère C).
- Éléments et interactions biotiques, y compris la composition, la structure et les fonctions écologiques du biote (critère D).

Au sein de ces attributs généraux, la sélection d'un ensemble approprié d'indicateurs d'intégrité écologique propres à l'écosystème sera la clé de l'évaluation du rendement. Les indicateurs spécifiques varieront selon le type d'écosystème. Pour pouvoir réaliser un suivi de l'impact de la restauration sur le risque d'effondrement d'un écosystème pour un type d'écosystème donné, les mêmes indicateurs utilisés pour déterminer la catégorie de risque de l'écosystème (ceux utilisés dans l'évaluation de la Liste rouge des écosystèmes) pourront être

envisagés. Cependant, il se peut qu'il ne soit pas possible de collecter des données pour tous les indicateurs utilisés dans l'évaluation initiale. La meilleure pratique consistera alors à inclure au moins plusieurs mesures de l'état physique, de la composition, de la structure et de la fonction à la fois à l'échelle de l'écosystème et à celle du paysage terrestre ou marin.^{34,35,48}

Pour chaque indicateur d'intégrité de l'écosystème suivi, le succès de la restauration (ou le degré de récupération) pourra être mesuré par le degré de similitude avec l'état de référence ([Figure 25](#)), également communément appelé « rapport de réponse ».^{7,60} Il s'agit d'une approche univariée, dans laquelle chaque variable indicatrice est évaluée indépendamment, et la récupération globale est déterminée par l'évaluation de la série complète d'indicateurs. Pour chaque variable, il existe une valeur seuil d'effondrement de l'écosystème incluse dans l'évaluation de la Liste rouge des écosystèmes. Le suivi du rétablissement de chaque variable par rapport à ce seuil permettra de déterminer à quel moment la restauration aura atteint un niveau d'intégrité écologique suffisant pour que l'écosystème puisse être considéré comme partiellement ou entièrement restauré (et ainsi contribuer à une augmentation de la superficie de ce type d'écosystème).

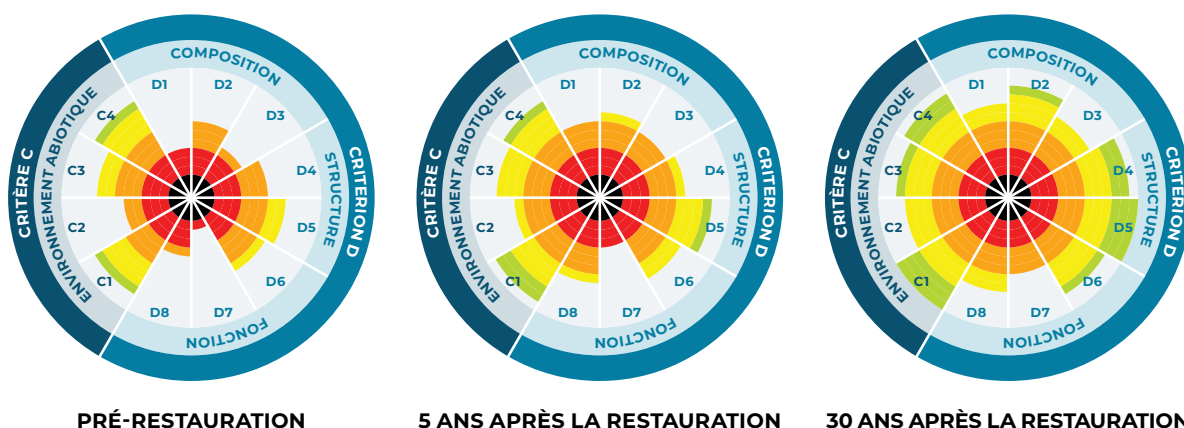


Figure 25 : Résultats hypothétiques de changement dans l'intégrité écologique avant la restauration (à gauche), 5 ans (au centre) et 30 ans (à droite) après la restauration, pour les aspects physiques (critère C) et les attributs de composition, structurels et fonctionnels (critère D). Les variables indicatrices spécifiques (triangles séparés étiquetés avec des lettres et des chiffres) varieront selon le type d'écosystème et le projet ou programme. Les ombrages indiquent le degré de dégradation (pré-restauration) et de récupération (post-restauration) pour chaque variable indicatrice. Les couleurs correspondent aux catégories de risque de la Liste rouge des écosystèmes : Noir = Effondré ; Rouge = En danger critique ; Orange = En danger ; Jaune = Vulnérable ; Vert = Quasi-menacé. Dans cet exemple, l'écosystème est dégradé à un point tel que même cinq ans après la restauration, il reste classé dans la catégorie « En danger critique ». Après 30 ans, les attributs d'intégrité ont dépassé le seuil de la catégorie « En danger ». *Source : modifié de la « roue de la récupération » pour la restauration écologique, Gann et al. (2019).³⁴*

En plus des approches univariées, les procédures multivariées peuvent offrir des outils puissants pour évaluer une similarité globale avec l'état de référence ou les impacts des activités de restauration. Par exemple, si des données sont collectées sur plusieurs espèces, il sera possible de mesurer le « pourcentage de dissemblance » global par rapport à toutes les espèces mesurées (par exemple, le coefficient de communauté de Sorenson⁶¹). De même, plusieurs mesures des attributs structurels de l'écosystème pourront être combinées à l'aide d'une ordination multivariée.⁹⁵ Les approches multivariées, comme l'ordination, ne sont pas seulement utiles pour déterminer les changements dans plusieurs indicateurs d'un attribut (par exemple, la composition, la structure ou la fonction), mais pourront également être utilisées pour évaluer les changements dans l'intégrité globale de l'écosystème (en tenant compte de toutes les variables indicatrices de tous les attributs). Si une approche multidimensionnelle est souhaitée, il sera essentiel d'utiliser des techniques multivariées statistiquement valides plutôt que de créer des indices à partir de mesures univariées.

En règle générale, le suivi et l'évaluation sont axés sur des indicateurs à l'échelle des sites. Cependant, il est tout aussi important de suivre les variables à l'échelle des paysages terrestres ou marins, au-delà des limites du projet ou

du programme. Si les menaces dans les paysages plus vastes ne sont pas abordées, les investissements dans la restauration au niveau d'un site ne sauraient être justifiés.

De plus, certaines variables liées à l'intégrité des écosystèmes ne peuvent être évaluées qu'à l'échelle des paysages terrestres ou marin, car les impacts sont cumulatifs à l'échelle des paysages et ne se limitent pas aux impacts sur un seul site. Par exemple, si des activités de restauration sont mises en œuvre pour réduire la sédimentation dans des écosystèmes de cours d'eau, le suivi des apports de sédiments devra se faire à l'échelle du bassin hydrographique et non à l'échelle du site.

Estimation de la taille de l'échantillon

Quel que soit le type de suivi, il sera essentiel de déterminer les tailles d'échantillon requises pour estimer chaque mesure ou variable de suivi avant d'initier toute activité de suivi. Étant donné que l'objectif du suivi est de déterminer les tendances au fil du temps, il sera crucial que les estimations pour chaque variable soient faites avec une précision suffisante pour que les changements au fil du temps et en réponse aux mesures mises en œuvre puissent être détectés. Par exemple, si la couverture de la végétation autochtone change de 20 % en réponse aux mesures mises en œuvre sur deux périodes

d'échantillonnage, alors la marge d'erreur autour de la moyenne doit être inférieure à 20 %. Une façon de réduire la marge d'erreur est d'augmenter le nombre de répétitions. Le sous-échantillonnage est souvent une erreur fatale dans les programmes de suivi car il empêche toute inférence significative dans le suivi des données. Le suréchantillonnage de certaines variables est également un problème courant. Bien qu'il n'affecte pas la capacité à réaliser des inférences, il fera perdre du temps et de l'argent.

Bien que l'estimation de la taille des échantillons puisse sembler une tâche intimidante, avec seulement quelques données pilotes (ou des données de projets antérieurs sur des sites similaires), celle-ci peut être déterminée à l'aide de calculs mathématiques simples.²⁶ Les mêmes calculs utilisés pour déterminer les tailles d'échantillon peuvent être utilisés pour déterminer la précision de l'estimation (erreur autour de la moyenne), ce qui permettra aux gestionnaires de détecter si des données supplémentaires sont nécessaires pour certaines variables, et si les tailles d'échantillon pourraient être réduites. Étant donné que le succès d'un programme de suivi dépend de tailles d'échantillon adéquates, l'analyse de la taille de l'échantillon devra être intégrée au plan de suivi au moment de la conception du projet.

Détermination de la fréquence et de la durée du suivi

Il sera également important de prendre en compte la fréquence et la durée du suivi des changements dans l'intégrité et la superficie des écosystèmes, ainsi que leur impact sur le risque d'effondrement. La plupart des activités

de restauration créent des perturbations pouvant initialement entraîner des déclinés à court terme de l'intégrité écologique. En revanche, d'autres effets indésirables des mesures appliquées pourraient ne pas être détectés avant des années ou des décennies après leur mise en œuvre. De même, de complexes dynamiques temporelles sont impliquées dans le rétablissement des écosystèmes. Certaines composantes de l'intégrité écologique nécessiteront de longues périodes pour se rétablir (par exemple, abondance et valeur adaptative des populations de poissons autochtones), tandis que d'autres réagiront rapidement aux changements environnementaux (par exemple, densité des macroinvertébrés).⁸¹ Pour tout cela, le suivi devra se poursuivre sur des échelles de temps pertinentes pour comprendre tous les impacts (voulus et imprévus) sur l'écosystème. Cela signifie que, compte tenu des budgets limités, une plus grande importance pourrait être accordée au suivi à long terme qu'au suivi dans les 2 à 3 années après l'application des mesures. Cependant, un suivi à court terme, immédiatement après la mise en œuvre des mesures, pourrait s'avérer nécessaire pour une gestion adaptative ou pour déterminer si des mesures d'entretien ou supplémentaires seront nécessaires (voir [Chapitre 4](#)).

Le délai requis pour observer des changements dans le risque d'effondrement d'un écosystème peut être considérable. Pour cette raison, malgré le rétablissement de plusieurs indicateurs d'intégrité de l'écosystème, l'état de celui-ci peut ne pas dépasser les seuils de risque d'effondrement (voir [Figure 25](#)) avant des décennies, n'entraînant aucune amélioration observable de la catégorie de risque. Les parties prenantes devront être informées de manière



Paysages de Dauria. Mongolie et Russie. Photo : UICN/Maja Vasiljević.

appropriée du calendrier prévu de rétablissement des risques écosystémiques afin que les attentes soient réalistes et que le succès puisse être mesuré sur une échelle de temps appropriée.

Étant donné qu'il peut s'écouler des décennies avant d'observer des changements dans le risque d'effondrement d'un écosystème et dans sa superficie, il pourra être utile d'utiliser des modèles prédictifs pour évaluer dans quelle mesure les changements observés dans

l'intégrité écologique au cours de la période de suivi pourraient entraîner des changements dans la superficie de l'écosystème et sa catégorie de risque sur des périodes plus longues. Des modèles prédictifs sont couramment utilisés dans la planification de la conservation, par exemple pour comprendre les changements potentiels dans les aires de répartition des espèces dus aux changements anticipés du climat.⁵²

Transmettre les enseignements tirés aux initiatives de restauration nationales et mondiales

Suivi de l'efficacité et des impacts des activités de restauration

Les récentes initiatives de restauration nationales et mondiales (voir [Encadré 1](#)) offrent une opportunité sans précédent d'améliorer la superficie et l'intégrité des écosystèmes et de réduire leur risque d'effondrement, grâce à des investissements dans la restauration. Cependant, la restauration d'écosystèmes est une entreprise expérimentale, et son succès sera probablement directement liée à la mesure dans laquelle les

données probantes de projets passés seront appliquées aux projets en cours et futurs.

À moins qu'il n'existe un plan pour partager les leçons apprises et alimenter les efforts de restauration futurs, le travail acharné et les investissements dans le suivi et l'évaluation n'auront aucun impact sur le succès de la restauration. Si les activités de restauration ne sont pas efficaces pour réparer les écosystèmes dégradés, ou pire, si elles augmentent la dégradation, la promesse de la Décennie



Glacier Perito Moreno. Parc national Los Glaciares, Argentine. Photo : NOAA.



Bassin versant du Laojunshan. Hubei Shennongjia, Chine. Photo : UICN/Bruce Jefferies.

des Nations Unies pour la restauration des écosystèmes ne sera pas tenue.

Le développement des données probantes nécessaires pour améliorer la mise en œuvre de la restauration dépend de la synthèse des enseignements tirés d'autant de projets ou programmes que possible. Bien entendu, les résultats de suivi et d'évaluation sont essentiels à une gestion adaptative des projets et programmes individuels (voir [Encadré 13](#)). Cependant, un partage entre projets au sein d'une région peut également conduire à une inférence plus forte sur l'efficacité et les impacts des mesures mises en œuvre, et permettre d'élargir la base de connaissances. Tout aussi important, les rapports aux initiatives mondiales permettront d'étendre les meilleures pratiques à travers les écosystèmes et les biomes. À ce jour, une grande partie des rapports aux initiatives mondiales est entièrement basée sur un suivi de mise en œuvre, dans les zones dans lesquelles des mesures de restauration ont été mises en place. Même si les statistiques sur la mise en œuvre sont importantes pour comprendre l'investissement total dans la restauration, ces données ne fournissent pas d'informations sur les impacts de la restauration des écosystèmes, comme par exemple, si les objectifs de restauration ont été atteints ou si des avantages nets positifs pour l'intégrité des écosystèmes ont été obtenus.

Le développement récent de plateformes internet permettant de partager les leçons apprises et les meilleures pratiques offre une opportunité unique de faire progresser la compréhension

des méthodologies de restauration ([Encadré 14](#)). Cependant, ces bases de données ne seront utiles que si la communauté mondiale de la restauration s'engage activement à communiquer les données de ses projets et programmes. Obtenir des données dans le format approprié et les télécharger nécessitera des efforts supplémentaires. Avec une masse critique de participation, cependant, ces efforts supplémentaires feront la différence entre un avenir où le risque d'effondrement des écosystèmes a été évité, et un autre dans lequel les investissements dans la restauration n'auront pas donné le maximum d'avantages possible en matière de réparation des écosystèmes.

Rendre compte dans le cadre des objectifs et accords mondiaux

Enfin, les objectifs et accords mondiaux multilatéraux sont de plus en plus axés sur la biodiversité à l'échelle des écosystèmes, en plus des espèces et de la diversité génétique, et reconnaissent toujours plus l'importance de ceux-ci pour le bien-être humain.⁹³ Par exemple, le Cadre mondial pour la biodiversité pour l'après-2020 et les Objectifs de développement durable font tous deux référence à la nécessité d'augmenter la superficie et l'intégrité des écosystèmes. La restauration sera vitale pour y parvenir.⁶⁷ Le cadre du Système des Nations Unies pour une comptabilité économique et environnementale (SCEE) – Comptabilité des écosystèmes (CE) offre une opportunité d'intégrer les écosystèmes dans la comptabilité

Encadré 14 : Plateformes de connaissances pour la restauration

Les professionnels et parties prenantes souhaitant partager les résultats de leurs projets, programmes et initiatives de restauration ont le choix entre un large éventail de plateformes et de bases de données conçues pour rendre compte de l'efficacité et des impacts de la restauration des écosystèmes et identifier les bonnes pratiques. Le Groupe de travail sur les meilleures pratiques de la Décennie des Nations Unies pour la restauration des écosystèmes compile actuellement une liste exhaustive de ces plateformes et bases de données, qui sera disponible sur le [site web](#) de la Décennie des Nations Unies pour la restauration des écosystèmes. Quelques exemples de bases de données mondiales sont présentés ici.

Le **Centre de ressources pour la restauration** (RRC, selon ses sigles en anglais) est hébergé par la Société pour la restauration écologique (SER, selon ses sigles en anglais). Il s'agit d'une base de données consultable sur les projets et programmes de restauration écologique à travers le monde. La base de données comprend un ensemble cohérent d'informations pour chaque soumission, couvrant les aspects d'emplacement, type d'écosystème, conception et résultats du projet, ainsi qu'une personne de contact. Les informations sont publiées par les utilisateurs et ne sont pas soumises à un comité de relecture. Le RRC se concentre spécifiquement sur la restauration écologique, bien qu'il puisse également inclure d'autres types d'activités de restauration.

La **Base de données mondiale sur la gestion durable des terres** est hébergée par l'Aperçu mondial des approches et technologies de conservation (WOCAT, selon ses sigles en anglais). Elle définit la Gestion durable des terres comme « l'utilisation des ressources terrestres, y compris les sols, l'eau, la végétation et les animaux, pour produire des biens et fournir des services répondant aux besoins humains, tout en conservant le potentiel productif à long terme de ces ressources et en soutenant leurs fonctions environnementales ». La base de données comprend un large éventail de technologies et d'approches de gestion durable des terres et ne se limite pas à la restauration. Les entrées de la base de données comprennent une gamme d'informations allant des descriptions générales à la gestion des connaissances, en passant par l'analyse d'impact, etc. Les soumissions sont éditées et révisées afin d'assurer la qualité des données avant publication.

PANORAMA – Solutions pour une planète saine est une initiative collaborative centrée sur le partage de pratiques réussies dans le monde entier. Elle couvre un large éventail de sujets liés à la conservation et au développement durable, de l'adaptation basée sur les écosystèmes à la restauration des forêts et des paysages. Chaque sujet dispose de son propre portail web, sur lequel des informations sur les pratiques réussies sont publiées. Chaque entrée concernant un projet ou un programme est appelée une « solution » et comprend des « blocs de construction reproductibles », définis comme des facteurs clés de succès. Les solutions sont publiées par les utilisateurs, puis soumises à un comité de relecture et à une révision avant publication. Après publication, les collaborateurs de PANORAMA intègrent les informations sur les solutions dans des activités et ateliers de renforcement des capacités.

Restor est une plateforme exploitée par la Fondation Restor. Son objectif est de rendre disponibles des informations de sources diverses, de l'imagerie satellitaire aux données de terrain, pour les professionnels travaillant dans la conservation et la restauration d'écosystèmes. Elle combine l'apprentissage automatique avec d'autres sources de données pour créer des cartes décrivant les écosystèmes mondiaux, afin d'aider les professionnels à planifier, gérer et réaliser un suivi des projets de restauration. Restor se concentre sur les données et méthodologies ayant été publiées dans des revues scientifiques à comité de relecture ou validées par des experts, et le contenu de la plateforme est approuvé par un conseil consultatif scientifique. Un abonnement est nécessaire pour accéder à la version bêta.

du capital naturel à l'échelle nationale ([Encadré 15](#)). Les données de la Liste rouge des écosystèmes fournissent un moyen de suivre les changements dans les écosystèmes grâce à des indicateurs regroupant et résumant les changements de superficie, d'intégrité et de

risque d'effondrement au fil du temps.⁷⁴ Cela permettra de quantifier les contributions d'une restauration à l'échelle locale aux objectifs nationaux et mondiaux et, en fin de compte, de démontrer si le monde réalise ses aspirations à inverser la perte de biodiversité.⁶⁷



Groupe de requins pélagiques. Hawaï'i, États-Unis. Photo : Kimberly Jeffries/Ocean Image Bank.

Encadré 15 : Le Système des Nations Unies pour une comptabilité économique et environnementale – Comptabilité des écosystèmes

Le Système des Nations Unies pour une comptabilité économique et environnementale (SCEE) est la norme mondiale pour la comptabilité du capital naturel, développée par la Division des statistiques des Nations Unies. Il vise à inclure les contributions de l'environnement à l'économie, d'une manière similaire au Système de comptabilité nationale utilisé à l'échelle mondiale pour consigner les informations économiques importantes (telles que le produit intérieur brut – PIB). Le cadre de comptabilité des écosystèmes du SCEE (SCEE-EE) a été révisé en 2021 et se concentre spécifiquement sur les écosystèmes, y compris les tendances concernant leur étendue et condition, ainsi que les avantages qu'ils procurent. Pour plus de détails, voir les lignes directrices⁸⁷ et le [site web](#) du SCEE.

Malgré des finalités différentes (comptabilité/évaluation des risques écosystémiques), il existe plusieurs similitudes entre la Liste rouge des écosystèmes et le SCEE-EE. En particulier, des informations et des données peuvent être partagées entre ces deux cadres. Le SCEE-EE a également adopté la Typologie mondiale des écosystèmes de l'UICN comme classification de référence pour les écosystèmes (voir Encadré 6). Les deux cadres possèdent des conceptualisations et des définitions similaires des écosystèmes, bien que le SCEE-EE ait tendance à se concentrer davantage sur les écosystèmes anthropiques intensifs (tels que les zones urbaines et les terres agricoles) en comparaison avec la Liste rouge des écosystèmes. Les mesures d'étendue du SCEE-EE évaluent les changements dans la superficie des écosystèmes d'une manière très similaire au critère A de la Liste rouge des écosystèmes, même si pas nécessairement sur les mêmes périodes, ce qui permet aux données d'être facilement partagées. Les mesures de condition du SCEE-EE présentent de nombreuses caractéristiques communes avec les critères C et D de la Liste rouge des écosystèmes (mesure de la dégradation des processus abiotiques et biotiques), en particulier les types d'indicateurs utilisés, les critères de sélection et les idées d'états de référence ou de lignes de base.

Les divergences proviennent en grande partie des objectifs différents de la Liste rouge des écosystèmes et du SCEE-EE, la première visant à évaluer le risque d'effondrement des écosystèmes, tandis que le second se concentre sur le suivi des changements des contributions de la nature à l'économie et aux personnes, et au rapport des impacts des activités économiques et humaines sur l'environnement. Par conséquent, pour évaluer la dégradation des écosystèmes (critères C et D), des seuils d'effondrement doivent être spécifiés pour les indicateurs de la Liste rouge des écosystèmes, en se concentrant sur les indicateurs de dégradation les plus importants. En revanche, les mesures de condition du SCEE-EE utilisent souvent un plus grand nombre d'indicateurs, car ils visent à mesurer plusieurs éléments des écosystèmes pouvant être pertinents pour leur capacité de fournir des services.

Lectures complémentaires :

Making monitoring count: Project design for active adaptive management.⁵¹ <https://doi.org/10.5849/jof.13-021>

Effective ecological monitoring.⁵³ <https://www.publish.csiro.au/book/7812/>

Statistical issues and study design in ecological restorations: Lessons learned from marine reserves.⁶⁸ <https://islandpress.org/books/foundations-restoration-ecology>



Le lac Burullus, un écosystème En danger critique (CR) de la Liste rouge. Lac Burullus, Égypte. Photo : Myousry6666/Wikimedia Commons.

Conclusions

Le déclin continu des écosystèmes dans le monde est déjà considéré comme un problème de perte de biodiversité. Cependant, au fur et à mesure que notre compréhension de la relation entre l'Homme et la nature s'améliore et que l'ampleur de la dégradation s'intensifie, il est également de plus en plus reconnu comme un problème de société. La dégradation et l'effondrement des écosystèmes entraînent non seulement une perte de biodiversité irremplaçable, mais également celle de contributions que la nature fournit aux personnes.

La reconnaissance croissante de la nécessité vitale de restauration des écosystèmes s'est traduite par des initiatives mondiales ambitieuses, notamment la Décennie des Nations Unies pour la restauration des écosystèmes. L'importance d'inclure la restauration dans les plans visant à façonner un avenir durable orientera probablement les priorités pour les années à venir. Ces initiatives mondiales ambitieuses ne visent pas à lutter contre la dégradation spécifique d'un site, mais

à restaurer des écosystèmes et des paysages terrestres ou marins entiers.

Définir des objectifs à l'échelle des écosystèmes, qui reflètent les changements voulus par la restauration, est indispensable pour répondre à ce niveau d'ambition. Les objectifs écosystémiques soutiennent à la fois la planification initiale des interventions de restauration, mais aussi, plus tard, le suivi et l'évaluation des impacts de cette restauration.

Des progrès considérables ont été réalisés ces dernières années dans la définition d'une science de l'évaluation des risques écosystémiques, visant à quantifier le risque d'effondrement des écosystèmes. La Liste rouge des écosystèmes de l'UICN est désormais la norme mondiale pour l'évaluation des risques écosystémiques. Elle fournit une multitude d'informations utiles pour la restauration, grâce à des informations sur la dynamique, la gestion et les interventions efficaces en matière de restauration d'écosystèmes.



Plage de l'Espiguette. Sud de la France. Photo : PRILL/Shutterstock.

La Liste rouge des écosystèmes peut être utile tout au long du cycle d'un projet ou d'un programme de restauration, de l'acquisition de connaissances à la planification et à la prise de décision, en passant par la mise en œuvre sur le terrain, le suivi et l'apprentissage, ainsi qu'en matière de politiques mondiales, nationales et régionales. La réponse au succès de la restauration des écosystèmes peut nécessiter l'intégration de la science de l'évaluation des risques écosystémiques à plusieurs étapes :

A . Au stade de l'acquisition des connaissances :

- 1.** La définition des écosystèmes est essentielle à la réussite de leur restauration. La Liste rouge des écosystèmes fournit une description détaillée des écosystèmes, un modèle conceptuel de leurs caractéristiques biotiques et abiotiques et processus de menace, ainsi que des informations spatiales sur leur distribution.
- 2.** La Liste rouge des écosystèmes peut fournir des informations sur l'évolution de la superficie, de l'intégrité et des menaces pesant sur les écosystèmes au fil du temps, ainsi que sur les changements futurs anticipés.
- 3.** Les changements climatiques pourraient générer un besoin d'objectifs dynamiques de restauration des écosystèmes dans les zones où le climat actuel ou futur prévu est susceptible d'altérer les écosystèmes en réponse à des conditions environnementales modifiées.

B. Au stade de la planification :

- 1.** La Liste rouge des écosystèmes peut être utilisée pour guider les décisions concernant où mettre en œuvre la restauration afin d'améliorer la superficie ou l'intégrité des écosystèmes.
- 2.** Même si les activités de restauration se déroulent à l'échelle locale, des objectifs doivent être définis pour les types d'écosystèmes et la planification spatiale doit tenir compte du contexte plus vaste des paysages terrestres ou marins.
- 3.** Prioriser la restauration peut impliquer plusieurs parties prenantes présentant des intérêts contradictoires. La participation de toutes les parties prenantes concernées, ainsi qu'une gouvernance équitable, sont l'une des clés du succès.
- 4.** Les priorités et objectifs de restauration d'écosystèmes doivent tenir compte des facteurs clés du processus décisionnel, tels

que les avantages, les coûts et la faisabilité des activités de restauration, y compris la gestion des menaces, afin d'aider à identifier le retour sur investissement probable de la gestion d'un écosystème, d'une menace ou d'un processus particulier.

- 5.** La Méthodologie d'évaluation des opportunités de restauration (MEOR) peut fournir un cadre aux parties prenantes afin d'identifier les zones prioritaires pour la restauration.
- 6.** Les informations fournies par la Liste rouge des écosystèmes peuvent aider à définir des objectifs de restauration d'écosystèmes à l'échelle des types d'écosystèmes.

C. Au stade de la mise en œuvre :

- 1.** Il sera nécessaire de comprendre le contexte local afin de déterminer les activités de restauration appropriées, y compris une réduction des menaces.
- 2.** Les activités de restauration devront suivre les normes de bonnes pratiques afin d'améliorer leurs chances de succès.
- 3.** Un cadre complet de gestion adaptative contribuera à guider les décisions de gestion dans les systèmes complexes, et la science de l'évaluation des risques écosystémiques fournira des informations fondées sur les connaissances permettant d'adapter les options et de modifier les objectifs.

D. Au stade du suivi et de l'apprentissage :

- 1.** Le suivi des résultats, une réflexion sur les facteurs de réussite, d'échec ou les surprises, et une gestion adaptative des projets et programmes sont des éléments essentiels du processus de restauration.
- 2.** Il sera important de réaliser un suivi des changements dans l'intégrité des écosystèmes à l'échelle des sites, des écosystèmes et des paysages terrestres ou marins.
- 3.** Les critères du cadre de la Liste rouge des écosystèmes reflètent différentes voies d'effondrement des écosystèmes. Ainsi, même si une amélioration de plusieurs indicateurs peut améliorer l'intégrité écologique, il est possible qu'elle n'entraîne pas de changement dans la catégorie de risque globale.
- 4.** Du fait des décalages entre les activités de restauration et leurs impacts, il est possible que l'amélioration de la catégorie de risque ne se produise que sur de longues périodes.
- 5.** Le partage des résultats de projets et programmes individuels dans des bases de

données d'apprentissage mondiales peut permettre d'améliorer la compréhension et aider à maximiser les investissements dans les activités de restauration.

6. La typologie des écosystèmes mondiaux de l'UICN fournit un mécanisme pour partager des informations sur des écosystèmes similaires dans le monde, renforcer les capacités et accroître une compréhension mondiale partagée.
7. La Liste rouge des écosystèmes fournit des indicateurs appropriés pour mesurer l'impact de la restauration et permet aux succès locaux de restauration de contribuer aux objectifs nationaux et mondiaux en matière d'écosystèmes.

E : Au niveau politique :

1. À l'échelle mondiale, l'évaluation des risques écosystémiques à l'aide de la Liste rouge des écosystèmes peut soutenir les efforts de restauration des écosystèmes en fournissant des connaissances scientifiques permettant de définir des objectifs et de soutenir la planification et le suivi.
2. Investir dans l'évaluation des risques écosystémiques est bénéfique pour les initiatives de restauration d'écosystèmes à grande échelle, lorsque ces informations sont intégrées aux processus de planification, au financement de projets et à la prise de décision.
3. À l'échelle nationale et régionale, les informations de la Liste rouge des écosystèmes peuvent être utilisées pour soutenir la planification et le suivi de la restauration, en particulier lorsque elles sont intégrées aux données relatives aux espèces et aux sites.



La Coral Restoration Foundation™ organise une formation pour le public lors de son événement Coralpalooza™. Key Largo, Floride, États-Unis. Photo : Coral Restoration Foundation™.



Un manchot Adélie part chercher de la nourriture en mer. Îles aux poissons, Antarctique. *Photo : Hui Shuk Kwan.*

Références

1. Alaniz, A.J., Pérez-Quezada, J.F., Galleguillos, M., Vásquez, A.E. et Keith, D.A. (2019). 'Operationalizing the IUCN Red List of Ecosystems in public policy'. *Conservation Letters* 12(5): e12665. <https://doi.org/10.1111/conl.12665>
2. Allen, V.G., Batello, C., Beretta, E.J., Hodgson, J., Kothmann, M., Li, X., McIvor, J., Milne, J., Morris, C., Peeters, A. et Sanderson, M. (2011). 'An international terminology for grazing lands and grazing animals (The Forage and Grazing Terminology Committee)'. *Grass and Forage Science* 66: 2–28. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2010.00780.x>
3. UICN (2020). *Standard mondial pour les solutions fondées sur la nature : Cadre accessible pour la vérification, la conception et la mise à l'échelle de SfN*. Première édition. Gland, Suisse : UICN. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.08.fr>
4. Artsdatabanken (2014). *Natural or man made?* [site web] (18 mars 2014, actualisé le 21 février 2018). https://artsdatabanken.no/Pages/135550/Natural_or_man_made_
5. Auld, T.D. et Leishman, M.R. (2015). 'Ecosystem risk assessment for Gnarled Mossy Cloud Forest, Lord Howe Island, Australia'. *Austral Ecology* 40: 364–372. <https://doi.org/10.1111/aec.12202>
6. Barrett, S. et Yates, C.J. (2015). 'Risks to a mountain summit ecosystem with endemic biota in southwestern Australia'. *Austral Ecology* 40: 423–432. <https://doi.org/10.1111/aec.12199>
7. Benayas, J.M.R., Newton, A.C., Diaz, A. et Bullock, J.M. (2009). 'Enhancement of biodiversity and ecosystem services by ecological restoration: a meta-analysis'. *Science* 325(5944): 1121–1124. <https://doi.org/10.1126/science.1172460>
8. Bergstrom, D.M., Wienecke, B.C., van den Hoff, J. et al. (2021). 'Combating ecosystem collapse from the tropics to the Antarctic'. *Global Change Biology* 27(9): 1692–1703. <https://doi.org/10.1111/gcb.15539>
9. Bernhardt, E.S., Palmer, M.A., Allan, J.D. et al. (2005). 'Synthesizing U.S. river restoration efforts'. *Science* 29: 308(5722), 636–637. <https://doi.org/10.1126/science.1109769>
10. Bland, L.M., Keith, D.A., Miller, R.M., Murray, N.J. and Rodríguez, J.P. (éd.) (2016). *Lignes directrices pour l'application des critères et catégories de la Liste Rouge des Écosystèmes de l'UICN*: Version 1.0. Gland, Suisse: UICN. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.RLE.1.fr>
11. Bland, L.M. et al. (2019). 'Impacts of the IUCN Red List of Ecosystems on conservation policy and practice'. *Conservation Letters* 12(5): e12666. <https://doi.org/10.1111/conl.12666>
12. Bland, L.M., Regan, T.J., Dinh, M.N., Ferrari, R., Keith, D.A., Lester, R., Mouillot, D., Murray, N.J., Nguyen, H.A. et Nicholson, E. (2017). 'Using multiple lines of evidence to assess the risk of ecosystem collapse'. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 284(1863): 20170660. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.0660>
13. Burns, E.L., Lindenmayer, D.B., Stein, J., Blanchard, W., McBurney, L., Blair, D. et Banks, S.C. (2015). 'Ecosystem assessment of mountain ash forest in the Central Highlands of Victoria, south-eastern Australia'. *Austral Ecology* 40(4): 386–399. <https://doi.org/10.1111/aec.12200>
14. Carwardine, J., Martin, T.G., Firn, J., Reyes, R.P., Nicol, S., Reeson, A., Grantham, H.S., Stratford, D., Kehoe, L. et Chadès, I. (2019). 'Priority Threat Management for biodiversity conservation: A handbook'. *Journal of Applied Ecology* 56(2): 481–490. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13268>
15. Cohen-Shacham E., Walters C., Janzen C. et Maginnis S. (éd.) (2016). *Nature-based Solutions to address global societal challenges*. Gland, Suisse: UICN. <https://doi.org/10.2305/iucn.ch.2016.13.en>
16. Conservation Measures Partnership (CMP) (s.d.). *Normes ouvertes pour la pratique de la conservation* [site web]. Version 4.0. Conservation Measures Partnership. <https://conservationstandards.org/about/>
17. Convention sur la diversité biologique (CDB) (1992). *Article 2 Emploi des termes*. Convention sur la diversité biologique.
18. Convention sur la diversité biologique (CDB) (2019). *Décision XIII/5. Restauration des écosystèmes : plan d'action à court terme*. Convention sur la diversité biologique. <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-13/cop-13-dec-05-fr.pdf>
19. Convention on Biological Diversity (CBD) (2020). *Update of the zero draft of the post-2020 Global Biodiversity Framework*. Convention on Biological Diversity. <https://www.cbd.int/conferences/post2020/post2020-prep-01/documents>
20. Convention sur la diversité biologique (CDB) (2021). *Restauration des écosystèmes* [site web] (18 mai 2021). <https://www.cbd.int/restoration/>

21. Convention on Biological Diversity Secretariat (CBD) and Society for Ecological Restoration (SER) (2019). *A Companion to the Short-Term Action Plan on Ecosystem Restoration – Resources, cases studies, and biodiversity considerations in the context of restoration science and practice*. Montréal, Canada. https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/ser_publications/staper_companion.pdf
22. Dale, V.H. et Beyeler, S.C. (2001). 'Challenges in the development and use of ecological indicators'. *Ecological Indicators* 1(1): 3–10. [https://doi.org/10.1016/S1470-160X\(01\)00003-6](https://doi.org/10.1016/S1470-160X(01)00003-6)
23. Dave, R., Saint-Laurent, C., Moraes, M., Simonit, S., Raes, L. et Karangwa, C. (2017). *Bonn Challenge Barometer of Progress: Spotlight Report 2017*. Gland, Suisse: UICN. <https://portals.iucn.org/library/node/47852>
24. Dayaram, A., Skowno, A.L., Driver, A., Sink, K., Van Deventer, H., Smith-Adao, L., Van Niekerk, L., Harris, L.R., Job, N. et Nel, J. (2021). *The South African National Ecosystem Classification System handbook*. First Edition. Pretoria, Afrique du Sud: South African National Biodiversity Institute. <http://hdl.handle.net/20.500.12143/7150>
25. Diefenderfer, H.L. et al. (2021). 'Applying cumulative effects to strategically advance large-scale ecosystem restoration'. *Frontiers in Ecology and the Environment* 19: 108–117. <https://doi.org/10.1002/fee.2274>
26. Elzinga, C.L., Salzer, D.W. et Willoughby, J.W. (1998). *Measuring and Monitoring Plant Populations*. Bureau of Land Management Technical Reference 1730–1. Denver, États-Unis: BLM National Business Center.
27. English, V. et Keith, D.A. (2015). 'Assessing risks to ecosystems within biodiversity hotspots: a case study from southwestern Australia'. *Austral Ecology* 40: 411–422. <https://doi.org/10.1111/aec.12177>
28. Etter, A., Andrade, A., Nelson, C.R., Cortés, J. et Saavedra, K. (2020a). 'Assessing restoration priorities for high-risk ecosystems: An application of the IUCN red list of ecosystems'. *Land Use Policy* 99: 104874. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104874>
29. Etter, A., Andrade, A., Saavedra, K., Amaya, P., Cortés, J. et Arévalo, P. (2020b). *Colombian ecosystems: threats and risks. Application of the Red List of Ecosystems to the continental terrestrial ecosystems*. Bogota, Colombie: Pontificia Universidad Javeriana et Conservación Internacional-Colombia.
30. Ferrer-Paris, J.R., Zager, I., Keith, D.A., Oliveira-Miranda, M.A., Rodríguez, J.P., Josse, C., González-Gil, M., Miller, R.M., Zambrana-Torrel, C. et Barrow, E. (2019). 'An ecosystem risk assessment of temperate and tropical forests of the Americas with an outlook on future conservation strategies'. *Conservation Letters* 12(2): e12623. <https://doi.org/10.1111/conl.12623>
31. Firn, J., Martin, T.G., Chadès, I., Walters, B., Hayes, J., Nicol, S. et Carwardine, J. (2015). 'Priority threat management of non-native plants to maintain ecosystem integrity across heterogeneous landscapes'. *Journal of Applied Ecology* 52(5): 1135–1144. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12500>
32. Fitzsimons, J.A. et al. (2020). 'Restoring shellfish reefs: Global guidelines for practitioners and scientists'. *Conservation Science and Practice* 2(6): e198. <https://doi.org/10.1111/csp2.198>
33. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), International Union for Conservation of Nature (IUCN) Commission on Ecosystem Management (CEM) et Society for Ecological Restoration (SER) (2021). *Principles for ecosystem restoration to guide the United Nations Decade 2021–2030*. Rome, Italie: FAO. <https://www.fao.org/3/cb6591en/cb6591en.pdf>
34. Gann, G.D. et al. (2019). 'International principles and standards for the practice of ecological restoration'. Second edition. *Restoration Ecology* 27(S1): S1–S46. <https://doi.org/10.1111/rec.13035>
35. Gatica-Saavedra, P., Echeverría, C. et Nelson, C.R. (2017). 'Ecological indicators for assessing ecological success of forest restoration: a world review'. *Restoration Ecology* 25(6): 850–857. <https://doi.org/10.1111/rec.12586>
36. Gillies, C.L., Castine, S.A., Alleway, H.K., Crawford, C., Fitzsimons, J.A., Hancock, B., Koch, P., McAfee, D., McLeod, I.M. et zu Ermgassen, P.S. (2020). 'Conservation status of the Oyster Reef Ecosystem of Southern and Eastern Australia'. *Global Ecology and Conservation* 22: e00988. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e00988>
37. Hobbs, R.J. et al. (2015). 'Managing the whole landscape: historical, hybrid and novel ecosystems'. *Frontiers in Ecology and the Environment* 12(10): 557–564. <https://doi.org/10.1890/130300>
38. Höhl, M., Ahimbisibwe, V., Stanturf, J.A., Elsasser, P., Kleine, M. et Bolte, A. (2020). 'Forest Landscape Restoration—What Generates Failure and Success?'. *Forests* 11: 938. <https://doi.org/10.3390/f11090938>
39. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) (2018). *The IPBES assessment report on land degradation and restoration*. Montanarella, L., Scholes, R. et Brainich, A. (éd.). Bonn, Allemagne: Secrétariat de l'IPBES. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3237392>
40. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Brondizio, E.S., Settele, J., Díaz, S. et Ngo, H. (éd.). Bonn, Allemagne: Secrétariat de l'IPBES. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>
41. International Livestock Research Institute (ILRI), International Union for Conservation of Nature (IUCN), Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO), World Wide Fund for Nature (WWF), United Nations Environment Programme (UNEP) et International Land Coalition (ILC) (2021). *Rangelands Atlas*. Nairobi Kenya: ILRI. <https://www.rangelandsdata.org/atlas/>

42. Union internationale pour la conservation de la nature (IUCN) (s.d.) *Système de classification des menaces (version 3.2)* [site web] . <https://www.iucnredlist.org/fr/resources/threat-classification-scheme>
43. Union internationale pour la conservation de la nature (IUCN) et World Resources Institute (WRI) (2014). *Guide de la méthodologie d'évaluation des opportunités de restauration des paysages forestiers (MEOR) : évaluer les opportunités de restauration des paysages forestiers à l'échelon national ou local* Document de travail (édition de test). Gland, Suisse: IUCN. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.08.fr>
44. Keith, D.A., Ferrer-Paris, J.R., Nicholson, E. et Kingsford, R. (2020). *IUCN Global Ecosystem Typology 2.0: descriptive profiles for biomes and ecosystem functional groups*. Gland, Suisse: IUCN. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.13.en>
45. Keith, D.A., et al. (2015). 'The IUCN Red list of Ecosystems: Motivations, Challenges, and Applications'. *Conservation Letters* 8(3): 214–226. <https://doi.org/10.1111/cons.12167>
46. Keith, D.A. et al. (2013). 'Scientific Foundations for an IUCN Red List of Ecosystems'. *PLoS One* 8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062111>
47. Kimmins, J.P. (2004). *Forest ecology: a foundation for sustainable forest management and environmental ethics in forestry*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.
48. Kimmins, J.P., Blanco, J.A., Seely, B., Welham, C. et Scoullar, K. (2008). 'Complexity in modelling forest ecosystems: How much is enough?'. *Forest Ecology and Management* 256 (10): 1646–1658. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.03.011>
49. Kontula, T. et Raunio, A. (éd.) (2019). *Threatened Habitat Types in Finland 2018. Red List of Habitats – Results and basis for assessment*. Helsinki, Finlande: Institut finlandais de l'environnement et ministère de l'Environnement. <http://hdl.handle.net/10138/308426>
50. Langemeyer, J., Gómez-Baggethun, E., Haase, D., Scheuer, S. et Elmqvist, T. (2016). 'Bridging the gap between ecosystem service assessments and land-use planning through Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA)'. *Environmental Science and Policy* 62: 45–56. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.02.013>
51. Larson, A.J., Belote, R.T., Williamson, M.A. et Aplet, G.H. (2013). 'Making monitoring count: Project design for active adaptive management'. *Journal of Forestry* 111(5): 348–356. <https://doi.org/10.5849/jof.13-021>
52. Lawler, J.J., Wiersma, Y.F. et Huettmann, F. (2011). 'Using species distribution models for conservation planning and ecological forecasting'. Dans: C. Drew, Y. Wiersma et F. Huettmann (éd.), *Predictive Species and Habitat Modeling in Landscape Ecology*. New York, États-Unis: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7390-0_14
53. Likens, G. et Lindenmayer, D. (2008). *Effective ecological monitoring*. Clayton South, Australie: CSIRO publishing.
54. Mair, L. et al. (2021). 'A metric for spatially explicit contributions to science-based species targets'. *Nature Ecology and Evolution* 5: 836–844. <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01432-0>
55. Marshall, A., to Bühne, H.S., Bland, L. et Pettorelli, N. (2018). 'Assessing ecosystem collapse risk in ecosystems dominated by foundation species: the case of fringe mangroves'. *Ecological Indicators* 91: 128–137. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.03.076>
56. McDonald, T., Jonson, J. et Dixon, K. (2016). 'National standards for the practice of ecological restoration in Australia'. *Restoration Ecology* 24(5): 705–705. <http://doi.org/10.1111/rec.12431>
57. McNellie, M.J., Oliver, I., Dorrough, J., Ferrier, S., Newell, G. et Gibbons, P. (2020). 'Reference state and benchmark concepts for better biodiversity conservation in contemporary ecosystems'. *Global Change Biology* 26: 6702–6714. <https://doi.org/10.1111/gcb.15383>
58. Meng, X., Huang, H., Guo, L., Wang, D., Han, R. et Zhou, K. (2020). 'Threatened status assessment of multiple grassland ecosystems and conservation strategies in the Xilin River Basin, NE China'. *Sustainability* 12(3): 1084. <https://doi.org/10.3390/su12031084>
59. Climate Change and Paleoecology: New Contexts for Restoration Ecology'. En: M.A. Palmer, D. Falk et J.B. Zedler, *Foundations of Restoration Ecology*, pp. 315–340. Washington, DC, États-Unis: Island Press. <https://www.fs.usda.gov/treesearch/pubs/31789>
60. Moreno-Mateos, D., Power, M.E., Comín, F.A. et Yockteng, R. (2012). 'Structural and functional loss in restored wetland ecosystems'. *PLoS Biology* 10(1): e1001247. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001247>
61. Mueller-Dombois, D., Ellenberg, H. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. New York, États-Unis: John Wiley and Sons. <https://doi.org/10.2307/213332>
62. Mulinge, W., Gicher, P., Murithi, F., Maingi, P., Kihui, E., Kirui, O.K. et Mirzabaev, A. (2016). 'Economics of land degradation and improvement in Kenya'. Dans: E. Nkonya, A. Mirzabaev et J. von Braun (éd.), *Economics of land degradation and improvement – A global assessment for sustainable development*. Cham, Suisse: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-19168-3_16
63. Murray, N.J., Keith, D.A., Tizard, R., Duncan, A., Htut, W.T., Hlaing, N., Oo, A.H., Ya, K.Z. et Grantham, H. (2020). *Threatened ecosystems of Myanmar. An IUCN Red List of Ecosystems Assessment*. Version 1.0. Wildlife Conservation Society. <https://doi.org/10.19121/2019.report.37457>

64. Murray, N.J., Ma, Z. et Fuller, R.A. (2015). 'Tidal flats of the Yellow Sea: A review of ecosystem status and anthropogenic threats'. *Austral Ecology* 40: 472–481. <https://doi.org/10.1111/aec.12211>
65. Murti, R. et Buyck, C. (éd.) (2014). *Safe Havens: Protected Areas for Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation*. Gland, Suisse: UICN. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2014-038.pdf>
66. Nicholson, E., Keith, D.A. et Wilcove, D.S. (2009). 'Assessing the threat status of ecological communities'. *Conservation Biology* 23: 259–274. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.01158.x>
67. Nicholson, E. et al. (2020). 'Scientific foundations for an ecosystem goal, milestones and indicators for the post-2020 Global Biodiversity Framework'. *Nature Ecology & Evolution* 5: 1338–1349. <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01538-5>
68. Osenberg, C.W., Bolker, B.M., White, J.S., St. Mary, C.M. et Shima, J.S. (2006). 'Statistical issues and study design in ecological restorations: Lessons learned from marine reserves'. Dans: D. Falk, M.A. Palmer et J.B. Zedler, *Foundations of Restoration Ecology*, pp. 280–302. Washington, DC, États-Unis: Island Press. <http://osenberglab.ecology.uga.edu/wp-content/uploads/2012/08/2006Osenberg-RestorEcology.pdf>
69. Pörtner, H.O. et al. (2021). *IPBES-IPCC co-sponsored workshop report on biodiversity and climate change*. Bonn, Allemagne: IPBES et IPCC. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4782538>
70. Possingham, H.P., Bode, M. et Klein, C.J. (2015). 'Optimal conservation outcomes require both restoration and protection'. *PLoS Biology* 13(1): 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002052>
71. Reference Group Society for Ecological Restoration Australasia (SERA) (2021). *National Standards for the Practice of Ecological Restoration in Australia*. Edition 2.2. Society for Ecological Restoration Australasia. https://www.seraustralasia.com/standards/NationalStandards2_2.pdf
72. Renaud, F. et Murti, R. (eds.) (2013). *Ecosystems and disaster risk reduction in the context of the Great East Japan Earthquake and Tsunami – a scoping study*. UNU-EHS Publication Series No. 10. Bonn, Allemagne: Institut universitaire des Nations Unies pour l'environnement et la sécurité humaine (UNU-EHS) et UICN. <https://portals.iucn.org/library/node/10373>
73. Robson, B., Mitchells, B.D. et Chester, E.T. (2011). 'An outcome-based model for predicting recovery pathways in restored ecosystems: The Recovery Cascade Model'. *Ecological Engineering* 37: 1379–1386. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2011.03.015>
74. Rowland, J.A., Bland, L.M., Keith, D.A., Juffe -Bignoli, D., Burgman, M.A., Etter, A., Ferrer-Paris, J.R., Miller, R.M., Skowno, A.L. et Nicholson, E. (2020). 'Ecosystem indices to support global biodiversity conservation'. *Conservation Letters* 13(1): e12680. <https://doi.org/10.1111/conl.12680>
75. Rowland, J.A., Nicholson, E., Murray, N.J., Keith, D.A., Lester, R.E. et Bland, L.M. (2018). 'Selecting and applying indicators of ecosystem collapse for risk assessments'. *Conservation Biology* 32: 1233–1245. <https://doi.org/10.1111/cobi.13107>
76. Scherer, M. et al. (2020). *Sand dunes system of southern South America. Red List of Ecosystems assessment*. <https://cm.iucnrl.org/assets/89ba67bf-c18f-4ed4-b0a6-c4656c393356>
77. Schoennagel, T. et Nelson, C.R. (2011). 'Restoration relevance of recent National Fire Plan treatments in forests of the Western US'. *Frontiers in Ecology and the Environment* 9(5): 271–277. <https://doi.org/10.1890/090199>
78. Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique (CDB) (2014). *Approche par écosystème* (Lignes directrices de la CDB). Montréal, Canada: Secrétariat de la CDB. <https://www.cbd.int/doc/publications/ea-text-fr.pdf>
79. Seddon, N., Chausson, A., Berry, P., Girardin, C.A.J., Smith, A. et Turner, B. (2020). 'Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges'. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 375: 20190120. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0120>
80. Sievers, M. et al. (2020). 'Indian Sundarbans mangrove forest considered endangered under Red List of Ecosystems, but there is cause for optimism'. *Biological Conservation* 251: 108751. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108751>
81. Suding, K.N. et Gross, K.L. (2006). 'The dynamic nature of ecological systems: multiple states and restoration trajectories'. Dans: D. Falk, M.A. Palmer et J.B. Zedler, *Foundations of Restoration Ecology*, pp. 190–209. Washington, DC, États-Unis: Island Press.
82. Tozer, M.G., Leishman, M.R. et Auld, T.D. (2015). 'Ecosystem risk assessment for Cumberland Plain Woodland, New South Wales, Australia'. *Austral Ecology* 40(4): 400–410. <https://doi.org/10.1111/aec.12201>
83. UN Global Compact et International Union for Conservation of Nature (IUCN) (2012). *A framework for corporate action on biodiversity and ecosystem services*. UN Global Compact et UICN. <https://portals.iucn.org/library/node/10174>
84. Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) (2019). *New UN Decade on Ecosystem Restoration offers unparalleled opportunity for job creation, food security and addressing climate change opportunity* [communiqué de presse web, en anglais] (1er mars 2019). <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/new-un-decade-ecosystem-restoration-offers-unparalleled-opportunity>

85. Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) (2019). *Décennie des Nations Unies pour la restauration des écosystèmes : Stratégie*. PNUE. <https://www.decadeonrestoration.org/fr/strategie>
86. Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) (2021). *Devenons la #GénérationRestauration : la restauration des écosystèmes pour les personnes, la nature et le climat*. Nairobi, Kenya: PNUE: <https://www.unep.org/fr/resources/ecosystem-restoration-people-nature-climate>
87. United Nations et al. (2021). *System of Environmental-Economic Accounting— Ecosystem Accounting (SEEA EA)*. White cover publication, pre-edited text subject to official editing. UN DESA. Disponible à : <https://seea.un.org/ecosystem-accounting>.
88. Urgenson, L.S., Nelson, C.R., Haugo, R.D., Halpern, C.B., Bakker, J.D., Ryan, C.M., Waltz, A.E.M., Belote, R.T. et Alvarado, E. (2018). 'Social perspectives on the use of reference conditions in restoration of fire-adapted forest landscapes'. *Restoration Ecology* 26(5): 987–996. <https://doi.org/10.1111/rec.12640>
89. Uribe, E. et al. (2020). *Lista Roja de los Ecosistemas Marinos y Costeros de Colombia* (versión 1). Documento técnico. Bogota D.C., Colombie: Conservación Internacional, Pontificia Universidad Javeriana et INVEMAR. https://iucnrle.org/static/media/uploads/references/published-assessments/uribe_etal_2020_rle_colombia-marine.pdf
90. Uribe, E.S., Luna-Acosta, A. et Etter, A. (2021). 'Red List of Ecosystems: Risk assessment of coral ecosystems in the Colombian Caribbean'. *Ocean and Coastal Management* 199: 105416. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105416>
91. Vetter, S. (2020). 'With power comes responsibility – A rangelands perspective on Forest Landscape Restoration'. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 4: 549483. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.549483>
92. Wardle, G.M., Greenville, A.C., Frank, A.S.K., Tischler, M., Emery, N.J. et Dickman, C.R. (2015). 'Ecosystem risk assessment of Georgina gidgee woodlands in central Australia'. *Austral Ecology* 40: 444–459. <https://doi.org/10.1111/aec.12265>
93. Watson, J.E., Keith, D.A., Strassburg, B.B., Venter, O., Williams, B. et Nicholson, E. (2020). 'Set a global target for ecosystems'. *Nature* 578: 360–362. <https://doi.org/10.1038/d41586-020-00446-1>
94. Whisenant, S. G. 1999. *Repairing damaged wildlands: a process-oriented, landscape-scale approach*. Cambridge University Press, New York. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511612565>
95. Wiggins, H.L., Nelson, C.R., Larson, A. et Stafford, H. (2019). 'Using LiDAR to develop high-resolution reference models of forest structure and spatial pattern'. *Forest Ecology and Management* 434: 318–330. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.12.012>
96. Williams, B.K., Szaro, R.C. et Shapiro, C.D. (2009). *Adaptive Management: The U.S. Department of the Interior Technical Guide*. Adaptive Management Working Group. Washington, DC, États-Unis: Département de l'intérieur des États-Unis. <https://www.doi.gov/sites/doi.gov/files/migrated/ppa/upload/TechGuide.pdf>
97. Williams, R.J. et al. (2015). 'An International Union for the Conservation of Nature Red List ecosystems risk assessment for alpine snow patch herbfields, South-Eastern Australia'. *Austral Ecology* 40(4): 433–443. <https://doi.org/10.1111/aec.12266>
98. Wu, J. (2013). 'Landscape sustainability science: ecosystem services and human well-being in changing landscapes'. *Landscape ecology* 28(6): 999–1023. <https://doi.org/10.1007/s10980-013-9894-9>



**UNION INTERNATIONALE
POUR LA CONSERVATION DE LA NATURE**

SIÈGE MONDIAL
Rue Mauverney 28
1196 Gland
Suisse
mail@iucn.org
Tel : +41 22 999 0000
Fax : +41 22 999 0002
www.iucn.org/fr
www.iucn.org/resources/publications

