



Lignes directrices pour la conservation de la connectivité par le biais de réseaux et de corridors écologiques

Jodi Hilty, Graeme L. Worboys, Annika Keeley, Stephen Woodley, Barbara Lausche, Harvey Locke, Mark Carr, Ian Pulsford, James Pittock, J. Wilson White, David M. Theobald, Jessica Levine, Melly Reuling, James E.M. Watson, Rob Ament et Gary M. Tabor

Craig Groves, éditeur de la série



Développement des capacités pour une planète protégée

Lignes Directrices des meilleures pratiques pour les aires protégées N° 30



COLLECTION DES LIGNES DIRECTRICES DES MEILLEURES PRATIQUES POUR LES AIRES PROTÉGÉES DE LA CMAP DE L'UICN

Les lignes directrices des meilleures pratiques pour les aires protégées de la CMAP de l'UICN sont la source de référence mondiale pour les gestionnaires d'aires protégées. Issues d'une collaboration entre des praticiens spécialisés qui se consacrent à améliorer la mise en œuvre des idées sur le terrain, les lignes directrices synthétisent les connaissances et les conseils provenant de l'ensemble de l'UICN. Leur application sur le terrain contribue à renforcer les capacités des institutions et des citoyens pour leur permettre de gérer les réseaux d'aires protégées de manière efficace, équitable et durable, et de relever les nombreux défis qui se posent dans la pratique. Les lignes directrices aident également les gouvernements nationaux, les organismes responsables des aires protégées, les organisations non gouvernementales, les communautés et les partenaires du secteur privé à respecter leurs engagements et leurs objectifs, et notamment ceux du Programme de travail sur les aires protégées de la Convention sur la diversité biologique.

Répertoire exhaustif de lignes directrices :

<https://www.iucn.org/fr/node/24496Ressources complémentaires> :

<https://www.cbd.int/protected/tools/>

Contribuez au renforcement des capacités de Protected Planet à : www.protectedplanet.net/

DÉFINITION, CATÉGORIES DE GESTION ET TYPES DE GOUVERNANCE DES AIRES PROTÉGÉES SELON L'UICN

L'UICN définit « aire protégée » comme suit :

Un espace géographique clairement défini, reconnu, consacré et géré, par tout moyen efficace, juridique ou autre, afin d'assurer à long terme la conservation de la nature ainsi que les services écosystémiques et les valeurs culturelles qui lui sont associés.

La définition est complétée par six catégories de gestion (dont une avec une sous-division), présentées ci-dessous.

Ia Réserve naturelle intégrale : Strictement protégées pour protéger la biodiversité et aussi, éventuellement, des caractéristiques géologiques/géomorphologiques, où les visites, l'utilisation et les impacts humains sont strictement contrôlés et limités pour garantir la protection des valeurs de conservation.

Ib Zone de nature sauvage : généralement de vastes aires intactes ou légèrement modifiées, qui ont conservé leur caractère et leur influence naturels, sans habitations humaines permanentes ou significatives, qui sont protégées et gérées aux fins de préserver leur état naturel.

II Parc national : De vastes aires naturelles ou quasi naturelles mises en réserve pour protéger des processus écologiques de grande échelle, ainsi que les espèces et les écosystèmes caractéristiques d'une région, qui fournissent aussi des opportunités de visites de nature spirituelle, scientifique, éducative et récréative, dans le respect de l'environnement et de la culture des communautés locales.

III Monument ou élément naturel : Aires mises en réserve pour protéger un monument naturel spécifique, qui peut être un élément topographique, une montagne ou une caverne sous-marine, une caractéristique géologique telle qu'une grotte ou même un élément vivant comme un îlot boisé ancien.

IV Aire de gestion des habitats ou des espèces : Aires visant à protéger des espèces ou des habitats particuliers, et leur gestion reflète cette priorité. De nombreuses aires protégées de cette catégorie ont besoin d'interventions régulières et actives pour répondre aux exigences d'espèces particulières ou pour maintenir des habitats, mais cela n'est pas une exigence de la catégorie.

V Paysage terrestre ou marin protégé : Une aire protégée où l'interaction des humains et de la nature a produit, au fil du temps, une aire qui possède un caractère distinct, avec des valeurs écologiques, biologiques, culturelles et panoramiques considérables, et où la sauvegarde de l'intégrité de cette interaction est vitale pour protéger et maintenir l'aire, la conservation de la nature associée ainsi que d'autres valeurs.

VI Aire protégée avec utilisation durable des ressources naturelles : Aires préservant des écosystèmes et des habitats, ainsi que les valeurs culturelles et les systèmes de gestion des ressources naturelles traditionnelles qui y sont associés. Elles sont généralement vastes, et la plus grande partie de leur superficie présente des conditions naturelles; une certaine proportion y est soumise à une gestion durable des ressources naturelles; et une utilisation modérée des ressources naturelles, non industrielle et compatible avec la conservation de la nature, y est considérée comme l'un des objectifs principaux de l'aire.

La catégorie doit être fondée sur le(s) objectif(s) premier(s) de la gestion de l'aire protégée, qui doit s'appliquer à au moins trois quarts de l'aire protégée – la « règle des 75 pour cent ».

Les catégories de gestion sont appliquées à l'aide d'une typologie des types de gouvernance – à savoir une description des acteurs qui détiennent l'autorité et la responsabilité de la gestion de l'aire protégée. L'UICN établit quatre types de gouvernance.

Type A. Gouvernance par le gouvernement : gouvernance par un organisme/ministère fédéral ou national; par un organisme/ministère infranational (par ex. à l'échelon régional, provincial ou municipal); ou déléguée par le gouvernement (p. ex. à une ONG).

Type B. Gouvernance partagée : Gouvernance transfrontalière (ententes officielles et informelles entre deux ou plusieurs pays); gouvernance collaborative (par différents moyens permettant une collaboration entre une variété d'acteurs et d'institutions); gouvernance conjointe (conseil d'administration multipartite ou autre organe directeur multipartite).

Type C. Gouvernance privée : Établissement et gestion des aires de conservation assurés par des propriétaires fonciers individuels; des organisations à but non lucratif (par ex. les ONG et les universités); et des organisations à des fins lucratives (par ex. des entreprises propriétaires de terres).

Type D. Gouvernance par des populations autochtones et des communautés locales : les aires et les territoires des populations autochtones établis et gérés par des populations autochtones; et les zones de conservation communautaire créées et gérées par les communautés.

Pour plus d'informations sur la définition, les catégories et les types de gouvernance selon l'UICN, voir : Dudley (2008). *Lignes directrices pour l'application des catégories de gestion aux aires protégées*, disponible à l'adresse www.iucn.org/pa_categories

Pour plus d'information sur les types de gouvernance types, voir : Borrini-Feyerabend, et al., (2013). *Gouvernance des aires protégées : de la compréhension à l'action*, disponible à l'adresse <https://portals.iucn.org/library/node/44864>

Lignes directrices pour la
conservation de la connectivité
par le biais de réseaux et de
corridors écologiques



Union internationale pour la conservation de la nature (IUCN)

L'IUCN est une organisation dont les membres sont uniquement des organisations gouvernementales et de la société civile. Elle procure aux organisations publiques, privées et non gouvernementales les connaissances et les outils qui permettent de concilier le progrès humain, le développement économique et la conservation de la nature.

Créée en 1948, l'IUCN met à profit les connaissances, les ressources et les capacités de plus de 1 400 organisations membres et de quelque 15 000 experts, ce qui en fait le réseau de protection de l'environnement le plus vaste et le plus diversifié au monde. Elle est l'une des principales sources de données, d'évaluations et d'analyses dans le domaine de la conservation. Grâce à son vaste éventail de membres, l'IUCN peut jouer le rôle d'incubateur et de dépositaire fiable de pratiques exemplaires, d'outils et de normes internationales.

L'IUCN offre une tribune neutre dans laquelle les différents acteurs, notamment les gouvernements, les ONG, les scientifiques, les entreprises, les communautés locales et les organisations de peuples autochtones, peuvent collaborer en vue de proposer et de mettre en œuvre des solutions aux défis environnementaux et de promouvoir le développement durable.

En collaboration avec de nombreux partenaires et sympathisants, l'IUCN met en œuvre un portefeuille vaste et diversifié de projets de conservation dans le monde entier. Ces projets allient les dernières avancées scientifiques aux connaissances traditionnelles des communautés locales pour inverser la perte d'habitat, restaurer les écosystèmes et améliorer le bien-être des populations.

www.iucn.org/fr
<https://twitter.com/IUCN>



Commission mondiale des aires protégées (CMAP) de l'IUCN

La Commission mondiale des aires protégées (CMAP) de l'IUCN est le plus grand réseau mondial d'experts sur les aires protégées. Elle est administrée par le Programme des aires protégées de l'IUCN et compte plus de 2 500 membres répartis dans 140 pays. La CMAP est l'une des six commissions volontaires de l'IUCN et sa mission est de promouvoir la création et la gestion efficace d'un réseau mondial représentatif d'aires protégées terrestres et marines de manière à contribuer pleinement à la mission de l'IUCN. La CMAP aide les gouvernements et d'autres acteurs à concevoir des plans sur les aires protégées et à les intégrer dans tous les secteurs, prodigue des conseils stratégiques aux décideurs politiques et aux praticiens pour les aider à renforcer les capacités et les investissements dans les aires protégées, et mobilise les multiples parties prenantes intéressées par les aires protégées pour aborder les grands enjeux. Depuis plus de 60 ans, l'IUCN et la CMAP sont au premier plan des efforts mondiaux dans le domaine des aires protégées.

www.iucn.org/wcpa



Convention sur la diversité biologique

Convention sur la diversité biologique (CDB)

Ouverte à la signature lors du Sommet de la Terre de Rio de Janeiro en 1992 et entrée en vigueur en décembre 1993, la Convention sur la diversité biologique est un traité international qui a pour objectifs la conservation de la biodiversité, l'utilisation durable de ses éléments et le partage équitable des avantages tirés de l'utilisation des ressources génétiques. Comptant 196 signataires à ce jour, la Convention bénéficie d'une adhésion quasi universelle à l'échelle mondiale.

www.cbd.int



Connectivity Conservation Specialist Group (CCSG) de la CMAP

Le Connectivity Conservation Specialist Group (CCSG) [Groupe de spécialistes de la conservation de la connectivité] a été créé en 2016 sous l'égide de la Commission mondiale des aires protégées (CMAP) de l'UICN afin de favoriser l'échange d'informations, la participation active, la sensibilisation mondiale et la prise de mesures visant à maintenir, à améliorer et à rétablir la conservation de la connectivité écologique dans le monde entier. Le CCSG a pour objectif de faire progresser la science, les stratégies et la pratique sur les plans international, national et infranational de manière à répondre à la demande croissante de solutions qui permettent de recenser, de reconnaître et de mettre en œuvre des mesures cohérentes en matière de conservation de la connectivité.

www.iucn.org/wcpa-connectivity
www.conservationcorridor.org/ccsg



Yellowstone to Yukon Conservation Initiative (Y2Y)

L'initiative Y2Y a pour mission de relier et de protéger les habitats d'Amérique du Nord depuis les écosystèmes de Yellowstone jusqu'à ceux du Yukon, afin de favoriser l'épanouissement des gens et de la nature. L'initiative met l'accent sur les problématiques locales qui ont des répercussions sur l'ensemble de la région, et s'efforce de poser les bases des efforts de conservation régionaux par le biais d'une vision préconisant la santé des écosystèmes de Yellowstone au Yukon. Œuvrant sur une superficie de plus de 3 200 kilomètres carrés, l'initiative Y2Y mobilise des partenaires de toutes les instances pour mettre en place un réseau interconnecté de terres et d'eaux sauvages qui concilie les besoins des humains et de la nature.

www.y2y.net



Center for Large Landscape Conservation (CLLC)

Le CLLC propose des solutions, exécute des projets et contribue aux efforts mondiaux visant à relier et à protéger des habitats essentiels dans les écosystèmes terrestres, marins et d'eau douce. Son travail s'articule autour de quatre domaines principaux : science et recherche; mentorat et réseautage; résilience des communautés; et politiques. Fort de ses connaissances et de son expérience sur les questions de conservation de la connectivité dans le monde entier, le Centre collabore avec les communautés, les gouvernements et autres intervenants pour freiner la fragmentation et préserver l'héritage des aires protégées et de conservation en les intégrant dans des réseaux écologiques de conservation à grande échelle.

www.largelandscapes.org

Lignes directrices pour la conservation de la connectivité par le biais de réseaux et de corridors écologiques

Jodi Hilty, Graeme L. Worboys, Annika Keeley, Stephen Woodley, Barbara Lausche, Harvey Locke, Mark Carr, Ian Pulsford, James Pittock, J. Wilson White, David M. Theobald, Jessica Levine, Melly Reuling, James E.M. Watson, Rob Ament et Gary M. Tabor

Craig Groves, éditeur de la série

La désignation des entités géographiques dans cet ouvrage, de même que la présentation de son contenu, ne sont en aucune manière l'expression d'une opinion quelconque de la part de l'UICN, ou des autres organisations concernées, 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 concernées.

L'UICN a le plaisir de souligner le soutien de ses partenaires-cadres qui fournissent un financement sans restriction : Ministère des Affaires étrangères de la Finlande; gouvernement de France et Agence française de développement (AFD); ministère de l'Environnement de la République de Corée; Agence norvégienne pour la coopération et le développement (Norad) ; Agence suédoise de coopération internationale au développement (ASDI); Agence suisse pour le développement et la coopération; et Département d'État des États-Unis.

Les opinions exprimées dans cette publication reposent sur la définition, les catégories de gestion et les types de gouvernance des aires protégées selon l'UICN.

L'UICN et les autres organisations concernées rejettent 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 : *Guidelines for conserving connectivity through ecological networks and corridors*. Best Protected Area Guidelines Series , No. 30 (2020). Gland, Suisse : UICN. DOI : <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.PAG.30.en>.

Cette publication a été rendue possible grâce au financement de la Leonardo DiCaprio Foundation (qui fait maintenant partie de la Global Wildlife Conservation), du New York Community Trust et du Fonds international pour la protection des animaux, en soutien au programme international de connectivité du Center for Large Landscape Conservation. Cette publication a également bénéficié d'une subvention de la Gordon and Betty Moore Foundation à la Yellowstone to Yukon Conservation Initiative, qui parraine le Groupe de travail Au-delà des objectifs d'Aichi de la Commission mondiale des aires protégées de l'UICN. Un soutien supplémentaire a été apporté par les amis du Center for Large Landscape Conservation et de la Yellowstone to Yukon Conservation Initiative.

Publié par : UICN, Gland, Suisse

Droits d'auteur : © 2020 UICN, Union internationale pour la conservation de la nature et des ressources naturelles

La reproduction de cette publication à des fins non commerciales, notamment éducatives, est permise sans autorisation écrite préalable du détenteur des droits d'auteur à condition que la source soit dûment citée.

La reproduction de cette publication pour la revente ou à d'autres fins commerciales est interdite sans autorisation écrite préalable du détenteur des droits d'auteur.

Citation : Hilty, J.*, Worboys, G.L., Keeley, A.*, Woodley, S.*, Lausche, B., Locke, H., Carr, M., Pulsford I., Pittock, J., White, J.W., Theobald, D.M., Levine, J., Reuling, M., Watson, J.E.M., Ament, R., et Tabor, G.M.* (2020). *Lignes directrices pour la conservation de la connectivité par le biais de réseaux et de corridors écologiques*. Lignes directrices des meilleures pratiques pour les aires protégées N° 30. Gland, Suisse : UICN. *Auteurs-ressources : Hilty (jodi@y2y.net), Keeley (annika.keeley@yahoo.com), Woodley (woodleysj@gmail.com), Tabor (gary@largelandscapes.org)

ISBN : 978-2-8317-2082-1 (PDF)

DOI : <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.PAG.30.fr>

Photo de couverture : Adobe Stock, BG Smith / Shutterstock, Marie Read; graphisme par Kendra Hoff / CLLC

Photo couverture arrière : La connectivité est importante pour toutes les espèces, mais en particulier pour les carnivores nécessitant de grandes aires de répartition comme le léopard (*Panthera pardus*). © Alison Woodley

Mise en page : David Harmon editorial + creative

Traduit par : Gil Fontenele

Disponible à : Union internationale pour la conservation de la nature (UICN)
Programme mondial des aires protégées
Rue Mauverney 28
1196 Gland
Suisse
Tél. : +41 22 999 0000
Télec. : +41 22 999 0002
wcpa@iucn.org <https://www.iucn.org/fr/ressources/publications>

Table des matières

Avant-propos	ix
Remerciements	x
Sommaire	xii
Acronymes	xiii
1 Introduction : Le besoin de connectivité	1
2 Le fondement scientifique de la connectivité	5
Les fondements scientifiques de la conservation de la connectivité	6
Modélisation des corridors écologiques	10
3 Vers une terminologie commune de la conservation de la connectivité	13
Définition de « réseau écologique de conservation »	14
Définition de « corridor écologique »	16
Différences entre aires protégées, AMCEZ et corridors écologiques	16
4 Réseaux écologiques de conservation	19
Réseaux écologiques et changements climatiques	21
5 Planification et aménagement des corridors écologiques	23
Principes fondamentaux	24
Objectifs	25
Contribution à un réseau écologique de conservation	26
Retombées sociales et économiques	27
Délimitation	28
Gouvernance	30
Régime foncier	31
Description des mécanismes juridiques ou d'autres mécanismes efficaces	33
Longévité du corridor écologique	33
Cadre de gestion adapté aux objectifs	34
Besoins structurels	34
Gestion des activités humaines	35
Suivi, évaluation et rapports	36
Informations de base pour la préparation des rapports	36
6 Applications et avantages des corridors écologiques dans différents environnements	37
7 L'émergence des lois et des politiques en matière de conservation de la connectivité	43
Inscription des corridors écologiques et des réseaux écologiques de conservation dans la base de données « Protected Planet »	47
8 Conclusion	49
Glossaire	51
Références	54

(suite)

Introduction	62
Connectivité terrestre	65
Afrique	65
1. Paysages du Kilimandjaro : assurer la viabilité des populations d'animaux sauvages	65
2. Conservation de la connectivité dans la zone de conservation transfrontalière du Kavango-Zambèze : la zone de dispersion de la faune de la plaine inondable Zambèze-Chobe	67
3. Conservation de six paysages du rift Albertin aux fins de connectivité	69
4. Le site Ramsar de la vallée du Kilombero, Tanzanie	72
Asie	75
5. Corridor écologique pour permettre le rassemblement des pandas géants dans le paysage de Qinling	75
6. L'expérience de la Thaïlande en matière de connectivité écologique de ses aires protégées	77
Australie	80
7. Corridor de conservation de la côte est de la Tasmanie	80
8. Great Eastern Ranges : le premier réseau écologique de conservation à l'échelle continentale de l'Australie	83
Europe	85
9. COREHABS et BearConnect : assurer les déplacements dans les contrées sauvages d'Europe	85
10. La connectivité écologique dans un contexte urbain : Utrechtse Heuvelrug, Pays-Bas	87
11. Le réseau national espagnol des chemins de pastoralisme (Vías Pecuarias)	89
12. ECONET : réseau écologique dans la région de Kostroma, Russie	92
Amérique du Nord et du Sud	94
13. La connectivité des paysages forestiers dans les Appalaches nordiques : l'initiative Staying Connected	94
14. Initiative de Yellowstone au Yukon (Y2Y) : relier et protéger l'un des écosystèmes de montagne les plus intacts	96
15. Conservation de la connectivité de longue distance : le corridor de migration du cerf mulot entre le désert rouge et Hoback, Wyoming, États-Unis	98
16. Des corridors de vie : améliorer les moyens de subsistance et relier les forêts au Brésil	100
17. Aménagement du territoire au Costa Rica : connectivité, services écosystémiques et solutions naturelles	102
18. La Jaguar Corridor Initiative : Une stratégie de conservation d'une espèce à l'échelle de l'aire de répartition	104
Connectivité des milieux d'eau douce	106
Asie	106
19. Les réserves communautaires profitent largement aux écosystèmes aquatiques du bassin du fleuve Salween	106
Europe	108
20. Le corridor écologique Mura-Drava-Danube et la future réserve de biosphère à cinq pays	108
Amérique du Nord et du Sud	111
21. Restaurer la connectivité des bassins du saumon du Pacifique	111
22. La fragmentation de la protection des zones riveraines dans les bassins versants, Oregon, États-Unis	113
23. Protection de la rivière Bita dans son état naturel	116
Connectivité marine	118
Australie	118
24. La Grande barrière de corail : Une protection systématique de la connectivité malgré le manque de données sur la connectivité	118
Amérique du Nord	120
25. Northern Channel Islands : la connectivité au sein d'un réseau d'aires marines protégées favorise les populations et les écosystèmes	120
Références des études de cas	123

Encadrés

Encadré 1 : Définitions des principaux termes	4
Encadré 2 : Objectifs des corridors écologiques – exemples	25

Tableaux

Tableau 1. Approches courantes de la modélisation de la connectivité	11
Tableau 2. Autres termes	15
Tableau 3. Différences dans le rôle des aires protégées, des AMCEZ et des corridors écologiques	17
Tableau 4. Avantages et inconvénients des stratégies visant à aider les espèces à changer d'aire de répartition grâce à une connectivité adaptée au climat	22
Tableau 5. Aperçu schématique des études de cas	62

Figures

Figure 1. Croissance de la couverture des aires protégées terrestres et marines	7
Figure 2. Représentation conceptuelle d'un réseau écologique de conservation	9

Avant-propos

La vie sur Terre s'épanouit là où les écosystèmes sont en bonne santé et connectés sur le plan écologique. À mesure que les impacts des activités humaines s'intensifient sur la planète, on assiste à la diminution et à la fragmentation des écosystèmes naturels. La dégradation et la fragmentation des écosystèmes naturels figurent parmi les principales causes de la crise mondiale de la biodiversité.

La préservation et la restauration de la connectivité écologique sont essentielles à la conservation de la diversité biologique, diversité qui procure des fonctions et des services irremplaçables, comme l'approvisionnement en eau douce, la production alimentaire, la régulation du climat et la pollinisation, pour n'en citer que quelques-uns.

Assurer une connectivité efficace entre les aires protégées et d'autres aires de conservation terrestres et marines au sein de réseaux écologiques permettra à la fois de préserver la biodiversité et de donner aux espèces la possibilité de s'adapter aux changements climatiques lorsque les conditions locales changent. Étant donné l'importance que revêtent les écosystèmes sains pour la santé et le bien-être des humains, nous devons de toute urgence nous attaquer aux problèmes actuels de perte et de fragmentation de la biodiversité.

La connectivité écologique est un élément essentiel à la survie des espèces sauvages. Sur le plan international, la Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS), un accord environnemental multilatéral sous l'égide des Nations unies, établit une plateforme mondiale pour aider les États à prendre les mesures concertées qui s'imposent pour assurer la conservation et l'exploitation durable des animaux migrateurs et de leurs habitats. Sur le plan national, de nombreux pays ont adopté des mesures législatives pour favoriser la connectivité écologique, et cette tendance va en augmentant.

M^{me} Grethel Aguilar
Directrice générale par intérim
Union internationale pour la conservation de la nature

M^{me} Kathy MacKinnon
Chair
Présidente
Commission mondiale des aires protégées/UICN

À l'occasion de sa treizième réunion, la Conférence des parties à la CMS (tenue en février 2020) a affirmé que l'engagement à maintenir et à restaurer la connectivité écologique fait partie des priorités centrales de la CMS, et a invité les parties à mettre à profit les présentes lignes directrices de l'UICN.

Le World Business Council on Sustainable Development a lancé un appel à l'action en faisant la déclaration suivante : « La présence de paysages abritant des écosystèmes sains et fonctionnels est non seulement essentielle à la concrétisation des cibles environnementales inscrites dans les Objectifs de développement durable, mais aussi à la réalisation de divers objectifs sociaux et économiques qui reposent en partie ou en totalité sur les avantages que procurent les écosystèmes aux êtres humains. »¹

L'un des principaux rôles de l'Union internationale pour la conservation de la nature est d'élaborer des orientations de portée universelle qui cadrent avec sa vision : « un monde équitable qui comprend la valeur de la nature et la préserve ». Les présentes lignes directrices, élaborées par le Groupe de spécialistes de la conservation de la connectivité de la Commission mondiale des aires protégées de l'UICN, s'inscrivent dans cette tradition. Elles rassemblent les connaissances scientifiques sur la connectivité et une série d'études de cas sur les écosystèmes terrestres, d'eau douce et marins et proposent des solutions pratiques aux défis liés à la connectivité. En outre, elles mettent en exergue la nécessité de relier les aires protégées et d'autres mesures efficaces de conservation par zone au sein de réseaux écologiques à grande échelle. Elles arrivent par ailleurs à point nommé, alors que s'amorce une nouvelle décennie où il faut s'attacher en priorité à mieux protéger la biodiversité de notre planète.

M^{me} Amy Fraenkel
Secrétaire exécutive
Convention sur les espèces migratrices

Remerciements

Les présentes lignes directrices constituent l'un des principaux aboutissements du Groupe de spécialistes de la conservation de la connectivité (CCSG), créé en 2016, de la Commission mondiale des aires protégées de l'UICN et contribuent à la mise en œuvre de la résolution WCC-2016-Res-087 de l'UICN « Sensibilisation à la définition et aux lignes directrices relatives à la conservation de la connectivité ». De nombreuses personnes et organisations ont contribué à cet effort collectif. Nous remercions tout particulièrement Kathy MacKinnon (présidente, CMAP-UICN), Trevor Sandwith (directeur, Programme mondial des aires protégées de l'UICN), Craig Groves (rédacteur, Collection LDMP), et Dave Harmon (édition et mise en page) pour leur aimable contribution tout au long de la préparation de cette publication. Nous remercions également le personnel du Center for Large Landscape Conservation pour son soutien à l'élaboration de ces lignes directrices et à l'organisation des processus de consultation mondiale, notamment les coordinateurs de publication Aaron Laur, Gabriel Oppler et Grace Stonecipher, et la réviseuse Abigail Breuer pour l'anglais et Olivier Chassot et Marie-Eve Marchand pour le français.

Au cours du processus, les membres du CCSG et d'autres experts ont été une source inestimable de commentaires, d'informations et d'études de cas. Nous soulignons également les contributions et l'assistance apportées directement et indirectement à l'élaboration des présentes lignes directrices par les personnes suivantes (le nom des personnes qui ont contribué aux études de cas sont marquées d'un astérisque; les participants à la consultation mondiale en ligne qui s'est tenue de juillet à septembre 2019 sont marqués d'un double astérisque) : Jonathan Agüero Valverde* (Costa Rica), Inthavy Akkharath** (Laos), Sirili Akko (Tanzanie), James Allan (Australie), Habiba Al Marashi** (Émirats arabes unis), Irene Amoke (Kenya), Gillian Anderson (Australie), Jo Anderson (Royaume-Uni), Tiana Andriamanana** (Madagascar), Luz Mirian Arango Domico** (Colombie), Julio Antonio Arrieta Sánchez** (Colombie), Henry Bailey (Royaume-Uni), Mark Baker (Tanzanie), Efrain Ballesteros Garcés** (Colombie), Hernando Ramón Barrios Sanchez** (Colombie), Jhony Batista** (Colombie), Damien Bell (Tanzanie), Graham Bennett** (Pays-Bas), Mohamed Ali Ben Temessek** (Tunisie), David Beroff (Tanzanie), Nina Bhola (Royaume-Uni), Sophie Bickford (Australie), Julian Blanc (Royaume-Uni), Brett Boisjolie* (États-Unis), Mary Bonet (Australie), Keith Bradby (Australie), Peadar Brehony (Royaume-Uni), Sue Brieschke (Australie), Lorraine Briggs (Australie), Luis Gabriel Bruno Martínez** (Colombie), Diana Esther Buendia Lara** (Colombie), Ana Caballero Ortiz** (Colombie), Sebastián Cadavid** (Colombie), Gabriel Eduardo Carmona Herrera** (Colombie), Wilber Leibin Castillo Borja** (Colombie), Carlos Castro Jiménez** (Colombie), Edison Isaza Ceballos** (Colombie), Silvia Ceppi (Italie), Jumapili Magotto Chenga (Tanzanie), Sarah Chiles (Kenya), Peter Cochrane (Australie), Isabelle Connolly (Australie), Yamelis Correa Correa** (Colombie), Rose Crane (Australie), Tyler Creech (États-Unis), Lairy Cullen* (Brésil), Giuseppe Daconto*,** (Belgique), Tim Davenport (Royaume-Uni), Jon Day (Australie), Bob Debus (Australie), Leticia Del Carmen Mena Fuentes** (Colombie), Ana Deligny** (France), Jhon Alberto Diaz Carrillo** (Colombie), Teresa di Micco De Santo (Kenya), Felix Domicó** (Colombie), Steve Dovers (Australie), Liz Drury (Australie), Todd Dudley* (Australie), Deanna Duler** (États-Unis), Susie Duncan (Australie), Delimiro Simón Durango León** (Colombie), Nathan Eamon (Nouvelle-Zélande), April Eassom (Royaume-Uni), Leydy Viviana Eira Andrade** (Colombie), Francisco Escobedo** (Guatemala), Sue Feary (Australie), Ancuta Fedorca* (Roumanie), Simon Ferrier (Australie), Penelope Figgis** (Australie), Kathleen Fitzgerald* (États-Unis), James Fitzsimons (Australie), Erica Fleishman (États-Unis), Rebecca Flitcroft*,** (États-Unis), Brayán Florez Durango** (Colombie), Charles Foley (Royaume-Uni), Adam Ford (Canada), John Gallo** (États-Unis), Susan Gallon** (France), Vivian Adriana Galvis Garrido** (Colombie), Victor García** (Colombie), Jaime García Rodríguez** (Colombie), Liliana Garrido** (Colombie), Mridula George (Australie), Henry Gómez Bertel** (Colombie), Poyyamoli Gopalsamy** (Inde), Liz Gould (Australie), Emöke Györfi* (Autriche), Claudia Haas** (Canada), le regretté Larry Hamilton (États-Unis), Ruth Hardy (Australie), Ian Harrison** (Royaume-Uni), Miguel Antonio Herrera Luna** (Colombie), Peter Hetz (États-Unis), Marc Hockings (Australie), Maarten Homan** (Serbie), Gary Howling** (Australie), Tim Hughes (Australie), Brooke Hynes (Australie), Peter Jacobs (Australie), Moses Jaokoo (Kenya), Bruce Jeffries (Australie), Megan Jennings* (États-Unis), Menna Jones (Australie), Rob Jongman*,** (Pays-Bas), Aditya Joshi* (Inde), Ján Kadlečík** (Slovaquie), Angella Kangethe (Kenya), Alexander Khoroshev*,** (Russie), Fares Khoury** (Jordanie), David Kilonzi (Kenya), Naomi Kingston (Irlande), Margaret Kinnaird (Kenya), Chris Klemann* (Pays-Bas), Aaron Koning* (États-Unis), Daniel Kraus** (Canada), Laura Laguna** (Colombie), Olga Lucía Lara Quintero** (Colombie), Bill Laurance (États-Unis), Annette Lees (Nouvelle-Zélande), Rosa Leonilde López** (Colombie), Laly Lichtenfeld (Tanzanie), Marcelo Lima (Brésil), Sadiki Lotha Laiswer (Tanzanie), Belinda Low Mackey (Royaume-Uni), Arianne Lowe (Australie), Brendan Mackey (Australie), Ireene-Rose Madinou (Kenya), Alphonse Mallya (Tanzanie), Magno Emilio Martínez** (Colombie), Franklin Masika** (Tanzanie), Ally-Said Matano (Kenya), Consuelo Maya** (Colombie), Meredith McClure (États-Unis), Mel McRoberts (Australie), René Meeuwis** (Belgique), Dismas Meitaya (Tanzanie), Francisca Mendoza Diaz** (Colombie), María Mercedes Atencia** (Colombie), Anna Metaxas** (Canada), Hildegard Meyer* (Autriche), Spike Millington** (États-Unis), Nick Mitchell (Royaume-Uni), Arno Mohl* (Autriche), Heather Moorcroft (Australie), William Morales Ladeuth** (Colombie), John Morrison** (États-Unis), Magnus Moshha (Tanzanie), Alba Rosa Mosquera Ayala** (Colombie), Catalina Murarius* (Roumanie), Philip Muruthi (Kenya), Gabriella Nagy*,** (Hongrie), Sheetal Navigire* (Inde), Carlos Negrete Montes** (Colombie), Kimani Ndung'u (Kenya), Mae Noble** (Australie), Genevieve Northey (Nouvelle-Zélande), Silvanus Okudo (Tanzanie), Robert Olivier (Royaume-Uni), Leslie Olonyi** (Kenya), Ezra Onyango (Kenya), Shane Orchard** (Nouvelle-Zélande), Steve Osofsky** (États-Unis), Olga Lucía Ospina Arango** (Colombie), Roberto Pacheco Castillo** (Colombie), Edgar Ariel Palacio Tordecilla** (Colombie), Juan Carlos Palacios Palacios** (Colombie),

Leonor María Palomino Ramírez** (Colombie), Milind Pariwakam* (Inde), Belinda Parkes (Australie), David Patrick** (États-Unis), Lesley Peden (Australie), Exper Pius (Tanzanie), Andrew Plumtre*,** (Royaume-Uni), Marcos Pradas Oncinos*,** (Espagne), Juan Pablo Prías** (Colombie), Michael Proctor** (Canada), Miquel Rafa** (Espagne), Priyanka Menon Rao** (Émirats arabes unis), Bronwyn Rayfield** (Canada), Johannes Refisch (Allemagne), José Reynaldo Reyes Contreras** (Colombie), Fabio Roque** (Brésil), David Rush (Australie), Meinrad Rweyemamu (Tanzanie), Gustavo Sánchez Herrera** (Colombie), Carolina Sans** (Uruguay), Mary Santelmann* (États-Unis), Jose Saulo Usma* (Colombie), Frans Schepers** (Pays-Bas), Jan Schipper** (États-Unis), Chira Schouten (Tanzanie), Rachael Scrimgeour (Royaume-Uni), Kanyinke Sena (Kenya), Samwel Shaba (Tanzanie), Craig Shafer** (États-Unis), Neovitus Sianga (Tanzanie), Makko Sinandei (Tanzanie), Anna Spenceley** (Seychelles), Brian Stewart** (États-Unis), César Suarez* (Colombie), Songtam Suksawang* (Thaïlande), Juraj Švajda** (Slovaquie), Cate Tauss (Australie), Michele Thieme*,** (États-Unis), Kim Taylor Thompson*,** (Canada), James Tresize (Australie), Fernando Trujillo* (Colombie), Ted Trzyna** (États-Unis), Peter Tyrrell (Kenya), Srinivas Vaidyanathan* (Inde), Jhair Alexis Varela Zamorano** (Colombie), Ivana Korn Varga* (Croatie), Sandra Yaned Velázquez Henao** (Colombie), Narcés Villareal** (Colombie), Hui Wan* (Chine), Lucy Waruingi (Kenya), Dave Watson (Australie), Maria Cristina Weyland Vieira** (Brésil), Jacqueline Williams (Australie), Mike Williams (Australie), Hannah Wood (Royaume-Uni), Jeff Worden (Kenya), Carina Wyborn (Australie), Alberto Yanosky** (Paraguay), Edgard Yerena** (Venezuela), Virginia Young* (Australie), Alejandro Zamora Guzmán** (Colombie), Edoardo Zandri (Italy), Jorge Zapata Hurtado** (Colombie), Dorothy Zbicz (États-Unis), Kathy Zeller*,** (États-Unis), Kathy Zischka (Australie), Félix Zumbado Morales*,** (Costa Rica).



Les auteurs sont très reconnaissants des contributions et des commentaires reçus de praticiens du monde entier, notamment lors de consultations et de réunions tenues à Nairobi (en haut) au Kenya, en janvier 2018; à Canberra (au milieu), en Australie, en mars 2018; et à New Delhi (en bas), en Inde, en février 2020. © Gary Tabor

Sommaire

La connectivité écologique est le mouvement sans entrave des espèces et le flux des processus naturels qui soutiennent la vie sur Terre. Cette définition, entérinée par la Convention sur les espèces migratrices (CMS, 2020), souligne l'urgence de protéger la connectivité et ses divers éléments, notamment les phénomènes de dispersion, les migrations saisonnières, les processus fluviaux et la connectivité qui est intrinsèquement présente dans les grandes zones sauvages. La fragmentation causée par les activités humaines continue de perturber les habitats, ce qui menace la biodiversité et compromet l'adaptation des espèces aux changements climatiques. La communauté savante a élaboré un vaste corpus scientifique et théorique pour démontrer la pertinence des aires protégées comme solution à ces problèmes.

Les Lignes directrices pour la conservation de la connectivité par le biais de réseaux et de corridors écologiques visent à consolider cette mine de connaissances et les pratiques exemplaires disponibles afin de les mettre au service de la lutte contre la fragmentation. Elles proposent des outils et des exemples pour orienter 1) la mise en œuvre de la connectivité écologique entre les aires protégées et d'autres mesures efficaces de conservation par zone, et 2) la mise en place de réseaux écologiques de conservation. Ce faisant, ces lignes directrices font valoir les meilleures pratiques de protection des réseaux écologiques qui permettent de préserver, d'améliorer et de rétablir la connectivité à la fois à l'échelle des systèmes intacts et des systèmes soumis à la présence humaine. Alors que les instances internationales, nationales et infranationales réclament de plus en plus de solutions innovantes, ces lignes directrices préconisent la reconnaissance officielle des corridors écologiques comme moyen de développer les réseaux de conservation et, par le fait même, d'assurer une conservation efficace de la diversité biologique.

Principaux messages

- La science démontre clairement que les aires protégées et autres zones de conservation, lorsqu'elles bénéficient d'une connectivité, sont bien plus efficaces que les zones isolées dans les milieux anthropisés, surtout face aux changements climatiques.
- Même s'il est bien établi que la connectivité écologique est essentielle à la conservation de la biodiversité, les approches visant à recenser, à conserver et à améliorer la connectivité écologique demeurent disparates et incohérentes. Sur chaque continent, les gouvernements nationaux régionaux et locaux adoptent différentes mesures législatives et politiques en matière de corridors écologiques comme moyen d'améliorer la connectivité.
- Il est impérieux que les pays du monde entier s'orientent vers une approche globale et cohérente de la conservation de la connectivité écologique, et qu'ils entreprennent de mesurer et de contrôler l'efficacité des efforts déployés en ce sens pour ainsi établir des réseaux écologiques fonctionnels. Pour favoriser l'atteinte de ces objectifs, les présentes lignes directrices présentent les corridors écologiques comme des moyens de recenser, de préserver, d'améliorer et de restaurer la connectivité; synthétisant un volume important de données scientifiques connexes; et formulent des recommandations concernant les moyens d'officialiser les corridors et les réseaux écologiques.

Acronymes

AMCEZ	Autre mesure de conservation efficace par zone
AMP	Aire marine protégée
CCSG	Connectivity Conservation Specialist Group of WCPA [Groupe de spécialistes de la conservation de la connectivité de la CMAP]
CDB	Convention sur la diversité biologique
CMAP	Commission mondiale sur les aires protégées de l'UICN
CMS	Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage
COP	Conférence des parties
CSE	Commission de la sauvegarde des espèces de l'UICN
ONU	Organisation des Nations Unies
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
SPANB	Stratégies et plans d'action nationaux pour la diversité biologique
UE	Union européenne
UICN	Union internationale pour la conservation de la nature
ZAJN	Zones au-delà de la juridiction nationale
ZEE	Zone économique exclusive



Les espèces migratrices telles que la baleine à bosse (*Megaptera novaeangliae*) illustrent la nécessité de conserver la connectivité. © Adobe Stock

Introduction : Le besoin de connectivité

1



La migration annuelle des gnous (*Connochaetes* spp.) entre la Tanzanie et le Kenya est l'un des plus grands déplacements d'animaux sauvages de la planète. © Gary Tabor

Le XXI^e siècle est une période de crise dans les relations de l'être humain avec le reste de la nature. Les changements climatiques se produisent de manière inquiétante, et près d'un million d'espèces sont actuellement menacées d'extinction (IPBES, 2019).

La superficie de notre planète n'est pas homogène. Par exemple, environ 17 % des terres ont été fortement transformées par les villes et l'agriculture; 56 % (dont la moitié ou moins a été transformée) sont caractérisées par des modifications moins intenses comme un mélange de développement rural, urbain et suburbain; et environ 26 % sont de vastes zones sauvages qui demeurent en grande partie intactes (Locke et al., 2019). Des stratégies de conservation différentes sont nécessaires pour ces trois situations, mais il convient de noter que le besoin de connectivité écologique est commun à toutes.

La « connectivité écologique » est le mouvement sans entrave des espèces et le flux des processus naturels qui soutiennent la vie sur Terre (CMS, 2020). On ne saurait trop insister sur son importance. En effet, sans connectivité, les écosystèmes ne peuvent pas fonctionner correctement, et sans écosystèmes parfaitement fonctionnels, la biodiversité et d'autres éléments essentiels de la vie sont menacés. Les influences anthropiques (causées par l'être humain) entraînent la rupture ou la disparition de la connectivité écologique, ou la « fragmentation », c'est-à-dire le morcellement d'un habitat,

d'un écosystème ou d'un mode d'utilisation des terres en parcelles de plus en plus petites.

Le problème majeur réside dans le fait que les activités humaines ont déjà provoqué la dégradation et la fragmentation de la plupart des régions du monde (Venter et al., 2016). En effet, plus de 75 % des écosystèmes terrestres (à l'exception de l'Antarctique) ont été transformés directement par des activités anthropiques (Ellis et al., 2010), et 70 % des dernières zones sauvages du monde se trouvent aujourd'hui dans cinq pays seulement (Watson et al., 2018). L'empreinte humaine se fait aussi sentir dans les océans, où 87 % des biomes marins sont touchés par la surpêche, le ruissellement de nutriments et les changements climatiques (Jones et al., 2018).

Les mesures de conservation doivent avoir pour objectif de préserver des écosystèmes intacts, car ceux-ci sont le meilleur moyen de protéger la biodiversité dans un monde en rapide évolution (Scheffers et al., 2016). Les aires protégées sont donc la pierre angulaire de la conservation de la nature, même dans les zones fragmentées des milieux terrestres, marins ou d'eau douce. Toutefois, si les aires protégées et d'autres mesures efficaces de conservation par zone (AMCEZ) sont essentielles, elles ne sont plus considérées comme suffisantes dans de nombreux lieux (UICN CMAP, 2019). En fait, on comprend maintenant que des mesures concrètes doivent également être prises pour préserver,



Seulement un tiers des fleuves et des rivières du monde ne sont pas aménagés. Les barrages sont le principal obstacle à la connectivité dans les milieux d'eau douce. La photo montre un barrage en construction sur la célèbre rivière Bâsca Mare, en Roumanie, au cœur de l'écorégion des Carpates en Europe. © Leeway Collective / Balkan River Defence, Avec l'aimable autorisation de Calin Dejeu



Panneau d'indication de passage de la faune dans la région de de Kananaskis, en Alberta, au Canada © Aerin Jacob/Yellowstone to Yukon Conservation Initiative

améliorer ou restaurer la connectivité écologique entre les zones protégées et les AMCEZ (Tabor, 2019). La science a clairement démontré que la protection de la biodiversité à long terme en ce temps de changements climatiques passe impérativement par le maintien de la connectivité écologique (Foden & Young, 2016 ; Gross et al., 2016). Cette nouvelle compréhension suscite un changement fondamental dans la pratique de la conservation, où les mesures et les objectifs doivent être adaptés selon le contexte des milieux terrestres, marins et d'eau douce. Étant donné les perturbations croissantes de la Terre par l'être humain, en particulier du fait des changements climatiques rapides, il importe de planifier des mesures et de les mettre en œuvre à l'échelle de grands paysages qui assurent la viabilité de nombreuses espèces et de nombreux processus.

Les lignes directrices visent à clarifier et à uniformiser une transition des pratiques de conservation de l'approche actuelle axée individuellement sur les aires protégées à une approche qui intègre ces dernières dans de vastes réseaux de conservation. Une telle approche passe par la création de « réseaux écologiques de conservation » qui sont conçus, mis en œuvre et gérés dans le but précis de préserver et d'améliorer la connectivité écologique là où elle est présente, ou de la restaurer là où elle a été perdue (voir Bennett, 2003 ; Bennett & Mulongoy, 2006). Pour être efficaces, les réseaux d'aires protégées et les AMCEZ doivent contenir tous les processus essentiels des écosystèmes. Une composante clé de ce processus est la connectivité écologique entre les milieux terrestres, marins et d'eau douce, ainsi qu'entre les sites et au sein de ceux-ci.

Le chapitre 2 des lignes directrices explique de manière brève et accessible les fondements scientifiques de la connectivité écologique. Comme la modélisation écologique joue un rôle de plus en plus important dans la conservation de la connectivité, ce chapitre offre également un aperçu de certaines des méthodes les plus répandues pour la délimitation et la modélisation de la connectivité.

Étant donné que la conservation à grande échelle repose sur une compréhension commune des concepts en présence, le chapitre 3 répertorie la terminologie qui émerge (tant au sein de l'UICN que dans la littérature en général) pour décrire l'évolution actuelle des pratiques. Une attention particulière est accordée à deux termes clés : « réseaux écologiques de conservation » et « corridors écologiques ». Une bonne compréhension de ces termes, et de leur relation avec les concepts établis, est essentielle à la création d'un langage commun qui favorise une meilleure coopération, un meilleur échange d'expériences et, en définitive, une conservation plus efficace.

Une fois que ces éléments sont en place, le chapitre 4 se consacre au concept de « réseaux écologiques de conservation » pour expliquer leur nature et les raisons pour lesquelles ils sont plus efficaces en matière de conservation qu'un ensemble déconnecté d'aires protégées individuelles.

Le chapitre 5 propose ensuite le concept de « corridor écologique » comme une appellation officielle à des fins de conservation, reconnaissant ainsi qu'ils constituent des maillons indispensables des réseaux écologiques de

Encadré 1

Définition des principaux termes

- **Aire protégée** : Un espace géographique clairement défini, reconnu, consacré et géré, par tout moyen efficace, juridique ou autre, afin d'assurer à long terme la conservation de la nature ainsi que les services écosystémiques et les valeurs culturelles qui lui sont associés (Dudley, 2008; Stolton et al., 2013).
- **AMCEZ (autre mesure de conservation efficace par zone)** : Une zone géographiquement délimitée, autre qu'une aire protégée, qui est réglementée et gérée de façon à obtenir des résultats positifs et durables à long terme pour la conservation *in situ* de la diversité biologique, y compris des fonctions et services écosystémiques connexes et, le cas échéant, des valeurs culturelles, spirituelles, socioéconomiques et d'autres valeurs pertinentes localement (CMAP – UICN, 2019).

Connectivité

- **Connectivité écologique** : mouvement sans entrave des espèces et le flux des processus naturels qui soutiennent la vie sur Terre (CMS, 2020). Il existe plusieurs sous-définitions de la connectivité écologique qui sont utiles dans le contexte des présentes lignes directrices :
 - **Connectivité écologique pour les espèces (définition scientifique détaillée)** : Le mouvement des populations, des individus, des gènes, des gamètes et des propagules entre les populations, les communautés et les écosystèmes, ainsi que celui des matières non vivantes d'un endroit à un autre.
 - **Connectivité fonctionnelle pour les espèces** : Une description de la façon dont les gènes, les gamètes, les propagules ou les individus se déplacent dans les paysages terrestres, d'eau douce et marins (Rudnick et al., 2012; Weeks, 2017; voir le chapitre 2 - section « Modélisation des corridors écologiques »).
 - **Connectivité structurelle pour les espèces** : Une mesure de la perméabilité de l'habitat en fonction des caractéristiques physiques et de la disposition des parcelles d'habitat, des perturbations et d'autres éléments terrestres, d'eau douce ou marins jugés importants pour le déplacement des organismes dans leur environnement. La connectivité structurelle est utilisée dans le cadre des efforts visant à restaurer ou à estimer la connectivité fonctionnelle lorsque des mesures de celle-ci sont inexistantes (Hilty et al., 2019; voir le chapitre 2 - section « Modélisation des corridors écologiques »).
- **Corridor écologique** : Un espace géographique clairement défini qui est régi et géré à long terme dans le but de maintenir ou de restaurer une connectivité écologique efficace. Les termes suivants sont souvent utilisés dans ce sens : « liens », « passages sûrs », « aires de connectivité écologique », « zones de connectivité écologique » et « zones de perméabilité ».
- **Réseau écologique (de conservation)** : Un ensemble d'habitats essentiels (aires protégées, AMCEZ et autres zones naturelles intactes) reliés par des corridors écologiques qui est établi, restauré au besoin et maintenu pour conserver la diversité biologique dans des milieux. (Voir chapitre 3, tableau 2, pour les termes connexes).

conservation de la diversité biologique. Ce chapitre contient des lignes directrices détaillées concernant l'établissement, la planification, la gestion, le suivi et l'évaluation des corridors écologiques, comblant ainsi une lacune quant à des lignes directrices communes concernant les aires protégées connectées.

Le chapitre 6 examine les applications et les avantages des corridors écologiques dans les milieux terrestres, marins, d'eau douce et mixtes, ainsi que les nouvelles considérations sur la connectivité dans les espaces aériens de la planète. Comme les changements climatiques affectent tous ces environnements, le chapitre propose aussi une brève analyse

des considérations climatiques liées à la gestion des corridors écologiques.

Le chapitre 7 explique comment la compréhension scientifique de la conservation de la connectivité se reflète de plus en plus dans les lois et les politiques de conservation à l'échelle mondiale.

Dans le chapitre 8, on retrouve une brève conclusion ainsi qu'un glossaire et des références. Ensuite, une annexe présente de nombreux exemples d'efforts déployés partout dans le monde concernant la création de corridors écologiques au sein de réseaux écologiques de conservation.

Le fondement scientifique de la connectivité

2



L'écologie des mouvements est essentielle pour de nombreuses espèces. Les invertébrés se déplacent sur de vastes étendues pour accomplir leur cycle de vie. Le papillon belle-dame (*Vanessa cardui*) effectue un cycle de migration de plusieurs milliers de kilomètres chaque année. © Adobe Stock

La perte et la fragmentation des habitats figurent parmi les principales causes de la perte de biodiversité dans le monde, laquelle est exacerbée par les changements climatiques. La disparition des espèces, la diminution de la taille des populations et la réduction drastique des aires de répartition sont causées par des activités anthropiques qui ont un impact néfaste sur la biodiversité ainsi que sur les fonctions et les services écosystémiques. Ces bouleversements se produisent à un rythme plus rapide que lors des extinctions précédentes (Ceballos et al., 2017).

Historiquement, l'établissement d'aires protégées individuelles, telles que les parcs nationaux, a été la principale visée de la conservation *in situ*. C'est pourquoi on constate une augmentation constante de la superficie des aires protégées terrestres et marines (figure 1). En outre, les aires protégées sont désormais complétées par une série d'AMCEZ – à savoir des zones géographiques qui assurent une conservation efficace dans le cadre de divers régimes de gouvernance et de gestion, même si la conservation n'est pas un objectif de gestion principal (CMAP-UICN, 2019). Pourtant, la perte de biodiversité continue de s'intensifier à l'échelle mondiale.

Les fondements scientifiques de la conservation de la connectivité

Les aires protégées ne conservent pas toujours la biodiversité de manière adéquate, soit en raison de leur mauvais emplacement, soit par manque d'une gestion rigoureuse (Venter et al., 2017 ; Jones et al., 2018). De plus en plus, de nombreuses aires protégées terrestres situées dans des milieux soumis à l'occupation humaine sont isolées les unes des autres (Wittemyer et al., 2008). Cet isolement augmente le risque de disparition des espèces sur ces sites (Newmark, 1987, 1995, 2008; Brashares et al., 2001 ; Parks & Harcourt, 2002 ; Prugh et al., 2008). La biogéographie insulaire et des métapopulations permet d'établir des relations entre l'isolement et la disparition (MacArthur & Wilson, 1963, 1967 ; McCullough, 1996 ; Hanski, 1999). Selon la biogéographie insulaire, les taux d'arrivée de nouvelles espèces et d'extinction d'espèces sur une île dépendent de la taille et de la forme de l'île et de sa distance par rapport au continent. Ce concept a été transposé des écosystèmes insulaires aux écosystèmes continentaux, où les aires protégées isolées ressemblent à des îles dans un océan de systèmes dominés par l'occupation humaine. Ces derniers



L'aménagement d'infrastructures linéaires continue d'augmenter sans cesse dans de vastes paysages auparavant intacts et dans des régions du monde à forte biodiversité. Déforestation et fragmentation du paysage, Cameroun © Grégoire Dubois

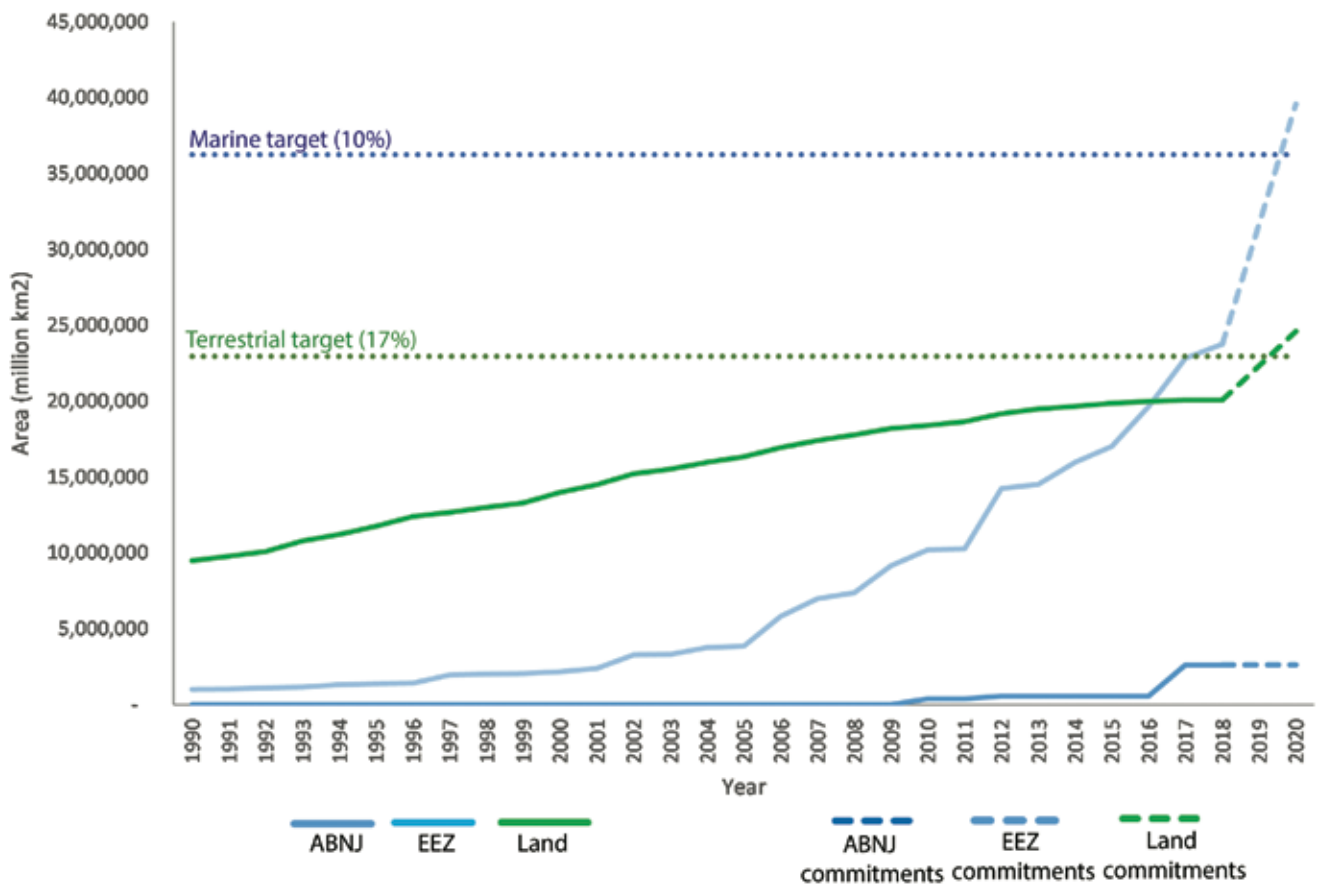


Figure 1. Croissance de la couverture des aires protégées terrestres et marines entre 1990 et 2018, et croissance prévue jusqu'en 2020, selon les engagements des pays et territoires. ABNJ/ZAJN, Zones situées au-delà de la juridiction nationale (c'est-à-dire à plus de 200 milles nautiques de la côte); EEZ/ZEE, Zones économiques exclusives (c'est-à-dire les zones marines sous juridiction nationale qui sont à moins de 200 milles nautiques de la côte). AMCEZ : ce sont de nouvelles mesures et elles ne sont donc pas comptabilisées dans les données. (Source : PNUE-WCMC, UICN et NGS, 2018. Reproduit avec autorisation).

agissent donc comme un filtre à travers lequel les individus de certaines espèces peuvent passer librement, alors que ceux d'autres espèces ne le peuvent pas. Selon la théorie des métapopulations, de nombreuses sous-populations séparées sur le plan spatial peuvent être reconnectées par le mouvement des individus, ce qui favorise un échange génétique et le rétablissement potentiel de sous-populations autrefois disparues. Ensemble, ces théories corroborent la conclusion selon laquelle de vastes zones bien connectées sont susceptibles de conserver une plus grande biodiversité au fil du temps. Elles soulignent ainsi le besoin de réseaux écologiques comme moyen d'assurer la conservation à grande échelle des paysages terrestres, marins et d'eau douce.

Il est manifeste que des aires protégées et d'AMCEZ suffisamment vastes, bien situées et bien gérées peuvent assurer la connectivité entre les différentes parcelles d'habitat ou les ressources situées à l'intérieur de leurs limites. Toutefois, étant donné la fragmentation considérable de la surface terrestre, il est essentiel d'améliorer ou de préserver la connectivité entre les aires protégées et les AMCEZ et au sein de celles-ci pour que la conservation et la gestion de la biodiversité soient efficaces. Dans les cas où il n'est pas possible ou approprié de créer des aires protégées ou d'AMCEZ, le fait de connecter celles déjà en place peut contribuer à la conservation de la biodiversité. La gestion de

la connectivité dans les zones d'élevage ou d'exploitation forestière peut améliorer le périmètre de conservation du fait de l'augmentation de la superficie totale du paysage qui est effectivement connectée, ce qui permet de réduire le risque de disparition des espèces (Newmark et al., 2017). La connectivité devient encore plus importante dans le contexte des changements climatiques, car elle permet à certaines espèces d'y réagir en modifiant leur aire de répartition et à d'autres de migrer vers des aires protégées qui leur offrent un nouvel habitat approprié.

Les scientifiques et les praticiens de la conservation ont démontré que la conservation des espèces, des écosystèmes et des habitats n'est réalisable que si les aires protégées sont reliées de manière fonctionnelle (Trombulak & Baldwin, 2010 ; Resasco, 2019). Dans les écosystèmes intacts, les aires protégées sont reliées de facto, mais dans les paysages terrestres, marins et d'eau douce, la question de la connectivité doit être traitée avec beaucoup d'attention. Il n'est pas encore démontré que le fait de relier les aires protégées et les AMCEZ renforce la conservation dans toutes les situations; en revanche, il est établi que la connectivité est une dimension importante de nombreux réseaux (Hilty et al., 2019).

Les impacts négatifs des corridors font l'objet de débats dans la littérature (Anderson & Jenkins, 2006 ; Hilty et al., 2019).



La connectivité à l'échelle du paysage marin est essentielle à la vitalité des récifs coralliens. Le corail *acropora* abrite une étoile de mer *Linckia* et de nombreux poissons dont des chromis. Piti Chanel, Guam. © Alisha Gill

La plupart des impacts négatifs semblent être liés à une augmentation des activités des prédateurs, à la propagation d'espèces envahissantes et de maladies ou à des modifications à l'échelle des microhabitats (Weldon, 2006). Ces effets négatifs peuvent être appréciables dans certaines situations. Toutefois, les avantages avérés des corridors sont nettement plus importants que les effets négatifs potentiels (Hilty et al., 2019). La conception des corridors doit tenir compte de tous les inconvénients potentiels, comme la réduction des impacts potentiels sur les lisières, la prolifération d'espèces exotiques et envahissantes et la propagation de maladies infectieuses, ainsi que du rapport coût-efficacité des investissements dans les corridors par rapport aux zones d'habitat principal (Anderson & Jenkins, 2006 ; Weldon, 2006 ; Hilty et al., 2019).

Il est essentiel pour de nombreuses espèces que les aires protégées et les AMCEZ situées dans des paysages fragmentés soient connectées de manière fonctionnelle entre les milieux terrestres, d'eau douce et marins et les espaces aériens connexes. Marine Protected Areas Federal Advisory Committee, 2017; Hilty et al., 2019). Parmi les espèces qui se déplacent entre ces milieux, on peut citer les poissons anadromes qui migrent de la mer vers les rivières pour se reproduire, les amphibiens qui vivent dans de multiples

écosystèmes à différents stades de leur vie, et les papillons (p. ex. les monarques, *Danaus plexippus*) qui sont tributaires de divers types d'écosystèmes lors de leur migration transgénérationnelle de portée continentale.

La préservation ou la restauration de la connectivité écologique peut également avoir des aspects temporels, vu que les migrations peuvent avoir lieu selon un cycle saisonnier, annuel ou pluriannuel, comme c'est le cas pour les papillons monarques (Runge et al., 2015). Habituellement, les déplacements favorisés par la connectivité se produisent dans toutes les directions, mais il existe des cas de mouvements unidirectionnels, comme ceux associés aux changements climatiques à long terme, où les espèces peuvent transférer leur aire de répartition vers les pôles ou vers les hauteurs.

La gestion de la connectivité peut se faire à petite échelle (p. ex. les écosystèmes des cours d'eau, des récifs coralliens et des herbiers) ou à l'échelle régionale, voire continentale (p. ex. les écosystèmes des chaînes d'îles, des montagnes, des grands systèmes fluviaux et des cheminées hydrothermales en eau profonde). La conservation de la connectivité est nécessaire sur les plans local, régional et mondial et à l'échelle des différents espaces soumis aux transformations



Figure 2. Une représentation conceptuelle d'un réseau écologique de conservation. Les aires protégées terrestres sont présentées en vert foncé et apparaissent entourées d'activités humaines. Les aires marines protégées sont en bleu foncé. Les AMCEZ sont représentées en orange. Les corridors écologiques, qu'ils soient continus ou qu'ils servent d'étape-relais, sont indiqués par des lignes pointillées. Le réseau écologique de conservation englobe les aires protégées, les AMCEZ et les corridors écologiques. © Kendra Hoff / CLLC



Les corridors expérimentaux permettent de créer un environnement contrôlé pour étudier la connectivité écologique. Le corridor expérimental sur le site du fleuve Savannah (Caroline du Sud, États-Unis) est la plus grande expérience de corridor au monde. © Ellen Damschen



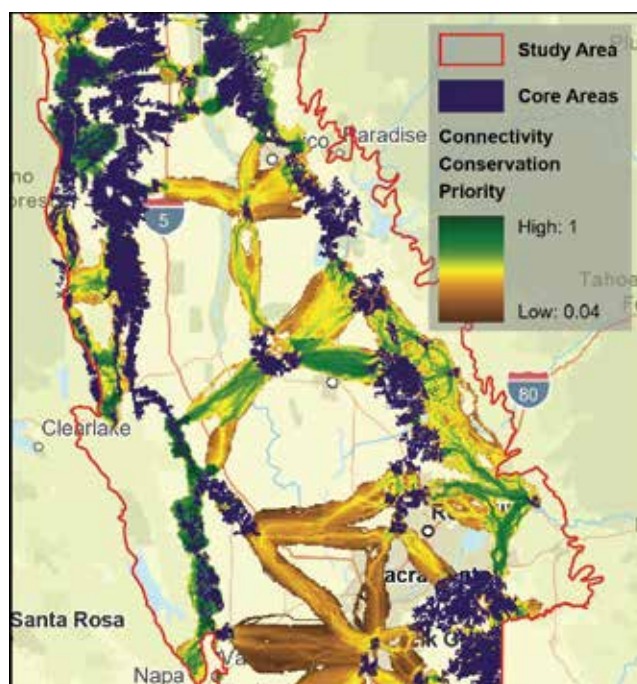
Éviter les obstacles aux déplacements des espèces représente la première étape nécessaire au maintien de la connectivité; de nombreux obstacles peuvent être atténués, par exemple, par l'installation de clôtures perméables à la faune. Un cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*) saute par-dessus une clôture. © BG Smith/ Shutterstock

de nature anthropique. De nombreuses visions de conservation à grande échelle préconisent la connectivité entre les aires protégées terrestres, d'eau douce et marines (figure 2) (Worboys et al., 2015). Des approches pour la mise en œuvre de ces visions ont été établies dans plusieurs systèmes dominés par l'occupation humaine (Keeley et al., 2019). Parmi les exemples notables, citons l'initiative de Baja à Bering (Mexique, États-Unis, Canada); l'initiative Great Eastern Ranges (Australie); la connectivité des plans d'eau douce en Amazonie (pan-amazonien, Amérique du Sud), l'initiative de conservation de Yellowstone au Yukon (États-Unis, Canada) et le paysage marin de Vatu-i-Ra (Fidji).

Pour plus d'informations et d'exemples, voir l'annexe « Approches de conservation des corridors écologiques dans des réseaux écologiques ».

Modélisation des corridors écologiques

La science de la mesure, de la modélisation et de la cartographie de la connectivité des paysages terrestres, marins et d'eau douce a progressé régulièrement au cours des deux dernières décennies. Dans cette section, nous donnons un aperçu des principales questions conceptuelles en la matière, des outils de modélisation de la connectivité



Les logiciels de modélisation, comme Linkage Mapper, sont des outils que les planificateurs de la conservation peuvent utiliser pour prendre des décisions. Une synthèse de schémas produits par quatre outils de Linkage Mapper (Linkage Priority, Pinchpoint Mapper, Linkage Pathways et Centrality Mapper) permet d'obtenir une estimation initiale des priorités de conservation de la connectivité pour le blaireau d'Amérique (*Taxidea taxus*) dans la Vallée de Sacramento, en Californie, aux États-Unis (Gallo et al., 2019) (Gallo et al., 2019). © John Gallo

disponibles et des ressources servant à caractériser et à délimiter les corridors écologiques. Bon nombre des questions conceptuelles sont mieux comprises (p. ex. Crooks & Sanjayan, 2006; Rudnick et al., 2012; Olds et al., 2016; Hilty et al., 2019), et on dispose d'orientations pratiques pour en faciliter la mise en œuvre et la gestion (p. ex. Beier et al., 2008, 2011; Hermoso et al., 2011; Olds et al., 2016).

On peut catégoriser la connectivité de plusieurs façons. En premier lieu, une distinction essentielle concernant les corridors écologiques tient au fait que la connectivité comporte à la fois des composantes *structurelles* et *fonctionnelles*, deux notions qui sont décrites plus loin. Même s'il la question n'est pas abordée en détail ici, il convient de noter que la connectivité peut être caractérisée en fonction du type d'habitat (p. ex. marin, eau douce et terrestre, comme il est décrit au chapitre 6, « Applications et avantages des corridors écologiques »); du degré de perturbation anthropique (p. ex. haies des corridors forestiers résiduels; Theobald, 2013); de l'échelle (locale, régionale, transocéanique, continentale); ou des objectifs (déplacement quotidien ou saisonnier, dispersion ou habitat, persistance à long terme, adaptation aux changements climatiques; Crooks

& Sanjayan, 2006; Rudnick et al., 2012 ; Olds et al., 2016 ; Hilty et al., 2019).

La « connectivité fonctionnelle » décrit la manière dont les gènes, les gamètes, les propagules ou les individus se déplacent à travers les paysages terrestres et marins (Rudnick et al., 2012; Weeks, 2017). Le recensement des zones qui assurent une connectivité fonctionnelle, actuelle ou future, en fonction des déplacements connus des individus est un moyen efficace de délimiter les corridors de déplacement (p. ex. Sawyer et al. 2009; Seidler et al. 2015; Hilty et al. 2019 (pour plus de détails, voir l'annexe – Étude de cas 15). Comme il peut être difficile de retracer un nombre suffisant d'individus au fil du temps, d'autres approches ont été conçues pour déterminer la connectivité (Rudnick et al., 2012). Dans certains cas, on utilise des espèces indicatrices ou parapluies pour déterminer les zones de connectivité pour un ensemble d'espèces (p. ex. Weeks, 2017). Pour les espèces longévives qui sont difficiles à surveiller, des approches indirectes pouvant tenir compte des changements au fil du temps, comme dans leur composition génétique, peuvent se révéler efficaces (Proctor et al., 2012). Cependant, les approches génétiques ne sont généralement qu'une

Tableau 1. Approches courantes de la modélisation de la connectivité (Urban & Keitt, 2001; McRae, 2006; Theobald, 2006; Rudnick et al., 2012; <http://conservationcorridor.org/corridor-toolbox/>).

Type de modélisation	Breve explication
Moindre coût	Estimation de la superficie du parcours de déplacement le moins coûteux d'un endroit (zone source) à un autre (zone de destination) qu'un individu ou un processus est susceptible d'emprunter, en supposant qu'il connaisse l'endroit de destination. Chaque élément de la surface de déplacement est représenté par des « coûts » (https://corridordesign.org ; McRae et al., 2014). Le chemin emprunté est soit le plus court d'un endroit à un autre, soit toute la surface des distances les moins coûteuses. Les zones spatiales qui ont été établies selon des critères de coût et de distance à partir de points uniques, couplés, factoriels ou aléatoires peuvent être combinées.
Théorie des circuits	Adaptée des circuits électriques, la théorie des circuits établit la connectivité en modélisant des individus qui se déplacent aléatoirement depuis une source à travers un chemin jalonné de résistances jusqu'à leur destination (masse). De multiples possibilités de parcours sont possibles (McRae, 2006; https://circuitscape.org).
Théorie des graphes	La théorie des graphes étudie les graphes qui représentent formellement un réseau de nœuds interconnectés. La théorie des graphes sert de base à presque toutes les méthodes de connectivité, y compris la théorie du moindre coût et la théorie des circuits. Les mesures de la théorie des graphes peuvent être appliquées à un « graphe de paysage terrestre ou marin » pour hiérarchiser les corridors écologiques. Dans ces cas, les parcelles sont des nœuds et les zones de connectivité des arêtes (Urban et Keitt, 2001; Theobald, 2006; Université de Lleida, 2007).
Noyau résistant	Basée sur le déplacement au moindre coût à partir de tous les endroits d'un paysage terrestre ou marin, cette modélisation utilise une approche par noyau (fenêtre mobile) (Compton et al., 2007). Elle calcule une densité relative d'individus dispersés autour des lieux d'origine.
Conception de réserves	Cette approche permet d'orienter la planification systématique à objectifs multiples pour soutenir la prise de décision spatiale concernant la conception des réserves et des zones de gestion terrestres, d'eau douce et marines (p. ex. Moilanen et al., 2008; White et al., 2013).
Individu-centré	Simule les trajectoires de déplacement des individus selon des règles hypothétiques. On cartographie la fréquence relative estimée de l'utilisation (Horne et al., 2007; Ament et al., 2014; Allen et al., 2016).

première étape pour repérer les endroits où se produit la fragmentation de populations autrefois intactes. L'étape suivante consiste à délimiter les zones de connectivité potentiellement importantes (selon Proctor et al., 2015). Les outils génétiques peuvent aussi permettre de valider la fonctionnalité et servir d'outils de surveillance (Proctor et al., 2018). Cette approche peut être plus complexe à mettre en œuvre dans les réseaux marins en raison de la limitation des données (Balbar & Metaxas, 2019).

La « connectivité structurelle » est une mesure de la perméabilité de l'habitat en fonction des caractéristiques physiques et de la disposition des parcelles d'habitat, des perturbations et d'autres éléments terrestres, d'eau douce ou marins jugés importants pour le déplacement des organismes dans leur environnement (Hilty et al., 2019). La modélisation de la connectivité structurelle vise à cerner les zones permettant le déplacement d'une variété d'espèces. Les modèles privilégient souvent les corridors écologiques caractérisés par un faible degré de modification par l'être

humain – autrement dit des zones qui sont considérées comme perméables aux espèces sensibles aux perturbations humaines (Dickson et al., 2017). On peut aussi repérer les zones linéaires qui assurent une connectivité, comme les couloirs fluviaux, les courants océaniques ou les fragments forestiers linéaires, et les prioriser en vue de leur conservation (p. ex. Rouget et al., 2006).

La notion de connectivité est de plus en plus intégrée dans le processus de planification systématique de la conservation (p. ex. Hodgson et al., 2016 ; Rayfield et al., 2016 ; Albert et al., 2017). Face au nombre croissant d'approches quantitatives, de nombreux outils ont été conçus pour cartographier et modéliser la connectivité (tableau 1). De plus en plus, les efforts de modélisation de la connectivité tiennent compte de la dynamique des systèmes écologiques, notamment de la dynamique saisonnière ou annuelle et des changements à long terme provoqués par le climat (Rouget et al., 2006 ; McGuire et al., 2016 ; Simpkins & Perry, 2017).



Suivi des déplacements des tigres le long de la frontière indo-népalaise dans le corridor de l'arc du Terai himalayen © Gary Tabor



De nombreuses régions du monde sont confrontées à des niveaux de fragmentation de l'habitat sans précédent. Les corridors offrant des habitats de grande qualité constituent un filet de sécurité qui permet de protéger la biodiversité. Terres d'élevage près de Punta Burica, au Panama. © Félix Zumbado Morales / ProDUS Universidad de Costa Rica

Vers une terminologie commune de la conservation de la connectivité

3



La connectivité est importante dans tous les milieux : terrestre, eau douce, côtier et aérien. Une grande aigrette (*Ardea alba*) chasse patiemment dans la réserve marine d'État Elkhorn Slough, en Californie, aux États-Unis. © Emily Pomeroy / Emily Rose Nature Photography

La politique de conservation de la connectivité doit accorder une grande priorité à l'établissement d'un ensemble commun de termes clairement définis. Les présentes lignes directrices ont d'ailleurs pour objectif central de définir et d'expliquer deux termes essentiels à la conservation de la connectivité : « réseau écologique de conservation » et « corridor écologique ». Le fait de définir clairement la notion de réseaux écologiques de conservation et de proposer des orientations sur la manière de recenser, d'établir, de mesurer et de décrire les corridors écologiques aidera de nombreux pays à atteindre l'objectif d'identifier, d'établir, de gérer et de restaurer des « réseaux bien reliés » – tel qu'il est énoncé dans l'objectif 11 d'Aichi de la Convention sur la diversité biologique (CDB) – et à respecter d'autres engagements (voir le chapitre 7 pour d'autres exemples). Ces définitions jouent également un rôle déterminant dans le Cadre mondial de la biodiversité pour l'après-2020, qui vise à faire progresser la réalisation de la vision de la CDB pour 2050 : « Vivre en harmonie avec la nature ».

Définition de « réseau écologique de conservation »

La notion de réseau écologique pour la conservation est exprimée par différents termes, qui sont présentés dans le tableau 2. Une définition concertée de « réseau écologique de

conservation » permet de réduire la confusion, de fournir une norme commune pour la surveillance et la gestion des bases de données à l'échelle mondiale et, d'une manière générale, d'améliorer la communication et la comparabilité.

À ces fins, la définition suivante est utilisée :

Un réseau écologique de conservation est un ensemble d'habitats essentiels (aires protégées, AMCEZ et autres zones naturelles intactes) reliés par des corridors écologiques qui est établi, restauré au besoin et maintenu pour conserver la diversité biologique dans des milieux fragmentés.

Les réseaux écologiques sont composés d'unités de conservation principales – aires protégées et AMCEZ – reliées par des corridors écologiques. Ces aires sont définies comme suit :

- Les « aires protégées » sont des espaces géographiques clairement définis, reconnus, consacrés et gérés, par tout moyen efficace, juridique ou autre, afin d'assurer à long terme la conservation de la nature ainsi que les services écosystémiques et les valeurs culturelles qui lui sont associés (Dudley, 2008; Stolton et al., 2013).
- Les « AMCEZ » (autres mesures de conservation efficaces par zone) sont des zones géographiquement



Les paysages sont des mosaïques de parcelles écologiques interconnectées qui fonctionnent à différentes échelles spatiales. L'isthme de Chignecto est une zone cruciale qui relie la péninsule de la Nouvelle-Écosse au Canada continental. © Mike Dembeck

Tableau 2. Le tableau ci-dessous présente d'autres termes (dont certains ont été traduits en français) qui sont utilisés dans la pratique pour décrire ce que les présentes lignes directrices appellent « réseaux écologiques de conservation ». Les termes indiqués dans ce tableau visent à illustrer le fait que les idées centrales des notions de « corridor écologique » et de « réseau écologique » peuvent être analogues et exprimées de différentes manières.

Terme	Exemple
Zone de conservation de la connectivité (ZCC)	Employé par l'initiative australienne des Great Eastern Ranges, qui vise à établir une connectivité dans un vaste paysage pouvant englober, outre les aires protégées, toute une série de zones d'utilisations des terres, telles que l'agriculture, la sylviculture et les établissements humains.
Corridor biologique	Employé par le corridor biologique mésoaméricain, une initiative lancée dans les années 1990 pour préserver la diversité biologique, réduire la fragmentation et améliorer la connectivité du paysage et des écosystèmes en Amérique centrale et dans le sud du Mexique (Ankersen, 1994 ; Ramirez, 2003).
Réseau de terres de conservation	Employé dans la région de la baie de San Francisco, en Californie, aux États-Unis, dans le cadre d'un processus régional de priorisation des terres connectées qui sont importantes pour la protection de la biodiversité (Bay Area Open Space Council, 2011).
Réseau de gestion de la conservation	Employé couramment en Australie dans le contexte de réseaux terrestres destinés à la conservation des communautés écologiques menacées et des vestiges de végétation. Ces réseaux bénéficient du soutien des propriétaires/gestionnaires de terres et des communautés (Context Pty Ltd., 2008).
Mosaïque d'aires protégées (ou de conservation)	Employé couramment en Amérique du Sud pour désigner un réseau d'aires protégées et de paysages terrestres ou marins complémentaires qui comprend des combinaisons d'aires protégées officielles (c'est-à-dire des aires de conservation centrales) et de zones environnantes (par exemple, des paysages de production, des zones privées, des zones communautaires), où les entités concernées planifient et gèrent conjointement les différentes unités (Caballero et al., 2015). Les mosaïques sont semblables aux réserves de la biosphère du programme sur l'Homme et la biosphère de l'UNESCO. Une mosaïque d'aires protégées vise à améliorer la connectivité écologique ainsi que la conservation et l'utilisation durable des biens et services environnementaux. Pour un exemple, voir la mosaïque de l'Amazonie méridionale, au Brésil (www.wwf.org.br/?29690/Southern-Amazon-Mosaic-facilitates-Protected-Area-management).
Cadre écologique	Employé couramment en Russie pour désigner un « réseau écologiquement continu de communautés naturelles » non affectées par la fragmentation du paysage et dont les communautés naturelles bénéficient d'une protection juridique en raison de leur vaste étendue et de la forte intensité des échanges de matière et d'énergie qui s'y produisent (Sobolev, 1999; 2003).
Réseau écologique	Employé dans presque tous les pays européens pour décrire une approche (nationale et régionale) visant à relier plus efficacement les zones naturelles entre elles et avec les terres agricoles environnantes (Jongman & Bogers, 2008; Miklos et al., 2019).
Réseau de sites sur les voies migratoires	Employé, par exemple, pour décrire la voie migratoire Asie de l'Est-Australasie. Ces réseaux offrent divers degrés de connectivité et de protection pour les espèces d'oiseaux cibles (Millington, 2018).
Réseau de milieux d'eau douce	Employé en Amérique du Sud pour désigner les écosystèmes aquatiques d'eau douce qui interagissent sur les plans hydrologique, biologique et chimique, et dans lesquels la connectivité constitue un facteur déterminant de ces interactions, nécessitant ainsi une gestion intégrée des écosystèmes (p. ex. les ruisseaux, les rivières, les lacs et les milieux humides) (Abell et al., 2017; Leibowitz et al., 2018); un exemple est le projet de gestion durable du bassin du fleuve La Plata en Argentine, en Bolivie, au Brésil, au Paraguay et en Uruguay.
Infrastructure verte	Employé dans les 28 États membres de l'Union européenne (UE) et dans certaines régions des États-Unis. L'UE définit « infrastructure verte » comme un réseau planifié de manière stratégique de zones naturelles et semi-naturelles présentant d'autres caractéristiques environnementales, conçu et géré pour fournir un large éventail de services écosystémiques tels que la purification de l'eau, la qualité de l'air, l'espace pour les loisirs et l'atténuation des changements climatiques et l'adaptation à ceux-ci. Ce réseau d'espaces verts (terre) et bleus (eau) peut améliorer les conditions environnementales et donc la santé et la qualité de vie des citoyens. Il favorise également une économie verte, crée des possibilités d'emploi et renforce la biodiversité. Le réseau Natura 2000 est au cœur de l'infrastructure verte de l'UE.
Réseau d'aires marines protégées (AMP)	Employé en Australie et aux États-Unis pour désigner les réseaux d'AMP officielles qui sont, elles-mêmes, des composantes de réseaux écologiques de conservation encore plus vastes (p. ex. le réseau d'aires marines protégées de la Californie) (Almany et al., 2009; Carr et al., 2017).
Système territorial de stabilité écologique	Employé en République tchèque et en Slovaquie pour décrire un complexe interconnecté d'écosystèmes naturels et quasi-naturels qui permettent de préserver un équilibre naturel (Jongepierová et al., 2012).
Aires de conservation transfrontières (ACT)	Employé pour désigner les zones écologiquement connectées qui traversent les frontières internationales et renferment des aires protégées. Des recherches sur les ACT sont menées depuis plus de 25 ans, et le concept a été reconnu par l'UICN et la CDB.



La conservation de la connectivité favorise la santé des paysages et de ce fait profite également aux populations humaines. Le monument national de la plaine de Carrizo, en Californie, aux États-Unis, décoré d'une superbe floraison. © Emily Pomeroy / Emily Rose Nature Photography

délimitées, autres qu'une aire protégée, qui sont réglementées et gérées de façon à obtenir des résultats positifs et durables à long terme pour la conservation *in situ* de la diversité biologique, y compris des fonctions et services écosystémiques connexes et, le cas échéant, des valeurs culturelles, spirituelles, socioéconomiques et d'autres valeurs pertinentes localement (CMAP – UICN, 2019).

- Un « corridor écologique » est un espace géographique clairement défini qui est régi et géré à long terme dans le but de maintenir ou de restaurer une connectivité écologique efficace (voir explication détaillée plus bas).
- Les « réseaux écologiques de conservation » sont plus efficaces en termes de réalisation des objectifs de conservation de la biodiversité qu'un ensemble déconnecté d'aires protégées individuelles et d'AMCEZ, car ils relient les populations, assurent le fonctionnement des écosystèmes et sont plus résistants aux changements climatiques. Dans le contexte de la connectivité écologique, le terme « connecter » fait référence à la possibilité de déplacement des individus, des gènes, des gamètes et/ou des propagules.

Définition de « corridor écologique »

Les présentes lignes directrices recommandent l'adoption du terme « corridor écologique » pour désigner les aires faisant partie des réseaux écologiques qui sont expressément consacrées à la connectivité écologique et qui peuvent accessoirement contribuer directement à la conservation de la biodiversité. Ce terme est défini comme suit :

Un corridor écologique est un espace géographique clairement défini qui est régi et géré à long terme dans le but de maintenir ou de restaurer une connectivité écologique efficace.

Examinons de plus près certains syntagmes et concepts clés utilisés dans cette définition afin de préciser leur portée et leur application dans le cadre des présentes lignes directrices :

- « espace géographique clairement défini » englobe les aires terrestres, marines et côtières, d'eau douce ou une combinaison de deux ou plusieurs d'entre elles. Le mot « espace » peut comprendre les zones souterraines, la surface terrestre ou le fond des océans ainsi que la colonne d'eau et/ou l'espace aérien, y compris les structures verticales et physiques des écosystèmes en trois dimensions (adapté de Lausche et al., 2013). « Clairement défini » implique une aire définie dans l'espace avec des limites reconnues et délimitées.

Différences entre aires protégées, AMCEZ et corridors écologiques

Pour en revenir à la définition de « réseau écologique de conservation », notons qu'il est défini comme un réseau composé de deux types de zones de conservation principales, les aires protégées et les AMCEZ, auxquelles s'ajoutent un troisième élément, soit les corridors écologiques. Ces derniers sont le « ciment » des réseaux de conservation.

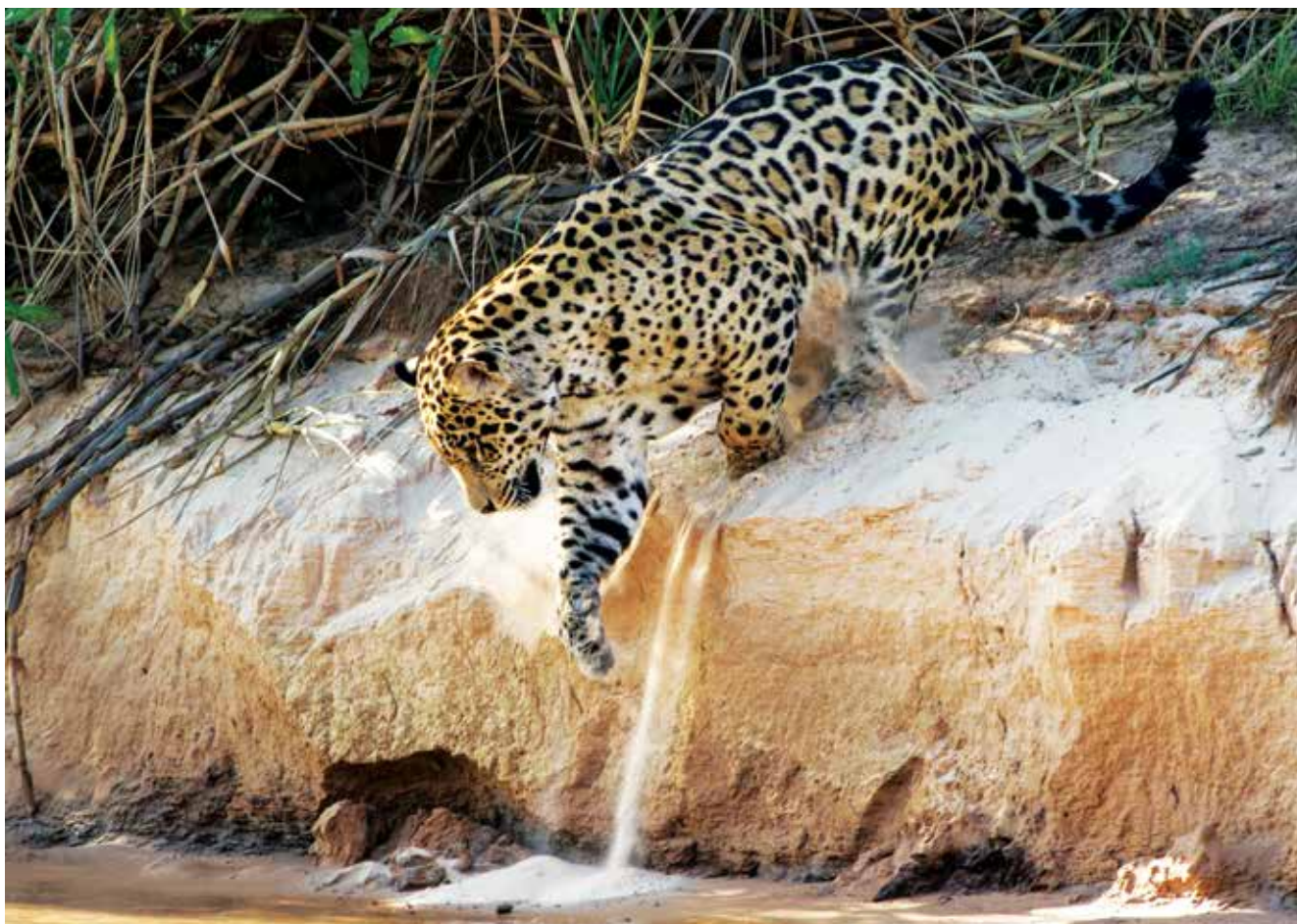
Le tableau 3 clarifie les principales différences entre les éléments d'un réseau écologique. Les aires protégées et les AMCEZ sont les piliers de la conservation et de tout réseau écologique. Par définition, ils doivent conserver la biodiversité *in situ* et peuvent également conserver la connectivité écologique. Par ailleurs, les corridors écologiques doivent conserver la connectivité. Selon leur état et leur gestion, les corridors écologiques peuvent également conserver la biodiversité *in situ*, mais ceci n'est pas une exigence.

Dans certains cas, les corridors écologiques peuvent être des parcelles d'habitat disjointes, souvent appelées « étapes-relais », en particulier lorsqu'il s'agit de soutenir les longues migrations d'espèces telles que les mammifères marins, les tortues de mer et les oiseaux. Dans le cas des oiseaux migrateurs, il ne sera peut-être pas nécessaire de minimiser la distance entre les sites, sauf s'ils sont très éloignés ou si l'espèce cible a des contraintes métaboliques (Klaasen, 1996). Les sites doivent plutôt répondre aux exigences de l'évolution naturelle des espèces concernées (p. ex. de la nourriture accessible, des perturbations minimales, des aires de repos sûres) à différents stades de la migration, en particulier dans les escales et les sites de repos à l'intérieur des corridors.

Le prochain chapitre propose une analyse approfondie des réseaux écologiques de conservation.

Tableau 3. Différences dans le rôle des aires protégées, des AMCEZ et des corridors écologiques. Notez que ces trois termes renvoient à des zones ayant des finalités de conservation. Les aires protégées et les AMCEZ ont la protection de la nature comme priorité principale. Les corridors écologiques soutiennent les aires protégées et les AMCEZ dans la création de réseaux écologiques.

	Aire protégée	AMCEZ	Corridor écologique
DOIT conserver la biodiversité <i>in situ</i>	●	●	
PEUT conserver la biodiversité <i>in situ</i>			●
DOIT conserver la connectivité			●
PEUT conserver la connectivité	●	●	



Les espèces focales jouent un rôle clé dans la détermination des priorités de conservation de la connectivité, comme dans le cas du jaguar (*Panthera onca*) en Amérique centrale et du Sud. © Grégoire Dubois



Les réserves forestières tropicales ont besoin de connectivité pour fonctionner comme des réseaux écologiques de conservation. La lumière du soleil transperce un nuage d'humidité surplombant la forêt tropicale, Panama. © Marie Read



Les corridors peuvent offrir une configuration qui permet une conservation à grande échelle dans des paysages fragmentés. Les propriétaires fonciers relient et restaurent les habitats des paysages ruraux au parc national de Woomargama, qui fait partie de l'alliance Slopes to Summit, une section est-ouest du corridor écologique des Great Eastern Ranges dans le sud de la Nouvelle-Galles du Sud, en Australie. © Ian Pulsford

Réseaux écologiques de conservation

4



Dauphin à flancs blancs du Pacifique (*Lagenorhynchus obliquidens*),
Sanctuaire marin national de la baie de Monterey, Californie, États-Unis © Emily Pomeroy / Emily Rose Nature Photography

Pour être efficaces, les réseaux écologiques de conservation doivent comporter deux éléments principaux : 1) les zones qui protègent la biodiversité (aires protégées et AMCEZ), et 2) les corridors écologiques pour contribuer à leur connectivité (voir figure 2). Lors de la conception de réseaux écologiques, on emploie idéalement une planification systématique de la conservation pour circonscrire un nombre minimum de sites qui permettront de protéger la plus grande diversité biologique dans une région donnée (Margules & Pressey, 2000).

On établit alors les objectifs de conservation, qui peuvent porter sur des espèces focales, des zones clés pour la biodiversité, la taille des populations ou des zones d'habitat, et on optimise le réseau écologique de conservation afin qu'il permette de réaliser ces objectifs, et ce, tout en tenant compte de sa configuration spatiale. La planification systématique de la conservation peut également englober des facteurs socioéconomiques et politiques. Les réseaux écologiques sont nécessaires pour renforcer l'intégrité, la viabilité et la stabilité des aires protégées et des AMCEZ dans des réseaux fragmentés de manière à les rendre moins vulnérables aux menaces, notamment dans le contexte des changements climatiques.

Outre l'isolement, il importe de tenir compte de la taille des habitats principaux (aires protégées et AMCEZ) pour répondre aux besoins de connectivité de certaines espèces dans les réseaux de conservation. Par exemple, si l'on pense aux espèces de grande taille et ayant une large aire de répartition, les aires protégées individuelles ne sont souvent

pas assez grandes pour soutenir un minimum de populations viables. Mais la réalité actuelle dans de nombreuses régions terrestres est que la création de nouvelles grandes réserves est impossible, car seuls de petits fragments d'habitat y subsistent (Shafer, 1995). En revanche, la création de grandes réserves devient de plus en plus courante dans les océans. Les petites aires protégées peuvent ne pas être assez grandes pour soutenir des populations de petits animaux sur de longues périodes (p. ex. Henderson et al., 1985; Green et al., 2014). Néanmoins, les très petites réserves (p. ex. celles de moins de 10 ha), même dans les régions hautement fragmentées, peuvent contribuer de manière considérable à la réalisation des objectifs de conservation locaux et à la participation de la communauté en la matière (Volenc et al., 2020). Qui plus est, les petites réserves en milieu marin peuvent, dans certains cas, convenir à certaines espèces et répondre à leurs besoins tout au long de leur cycle de vie. Par exemple, dans le cas des récifs d'éponges au large de la côte est du Canada, les larves d'éponges ne restent dans l'eau que quelques jours avant d'être dispersées par les courants. Il se peut qu'elles n'aillent pas très loin, de sorte qu'une aire protégée marine peut facilement couvrir leur distance de dispersion. Il en est de même pour les invertébrés qui sont immobiles et se reproduisent par couvain.

Toujours en ce qui concerne la question de la taille, la plupart des aires protégées et des AMCEZ ne sont pas suffisamment vastes pour résister aux perturbations écologiques à grande échelle de leur biodiversité. Par exemple, les feux d'origine naturelle peuvent faire partie des cycles écosystémiques à long terme d'une aire protégée, mais si celle-ci n'est pas



Dans de nombreuses régions du monde, comme en Afrique de l'Est, les populations d'animaux sauvages passent une grande partie de leur temps en dehors des aires protégées, mais utilisent les aires protégées de façon saisonnière. Éléphants d'Afrique (*Loxodonta africana*) dans le Masai Mara, au Kenya © Gary Tabor



Les rivières à l'état naturelles et leurs bandes riveraines relient les milieux terrestres et d'eau douce. Vue aérienne du paysage pendant le vol entre Trinidad et Bellavista, département de Beni, Bolivie. © World Wildlife Fund (WWF), Photographe Jaime Rojo

assez grande, les espèces qui s'y trouvent auront besoin de vastes étendues d'habitats adjacents non brûlés dans lesquels elles pourront se replier et se rétablir.

Idéalement, la taille et l'emplacement des aires protégées et des AMCEZ doivent être déterminés par des considérations écologiques, mais ces décisions sont souvent contraintes par les droits de propriété ou d'utilisation des ressources existants et par les activités humaines. Pour garantir que les individus des espèces puissent se déplacer entre des habitats essentiels précis dans un réseau écologique, il convient de calculer les distances appropriées entre ces habitats en fonction des caractéristiques de l'espèce, notamment l'aire de dispersion et la zone nécessaire pour une population minimale viable. À l'intérieur de ces paramètres, on devrait idéalement réduire au minimum les distances et gérer les espaces entre les habitats essentiels de manière à en assurer la connectivité écologique.

La préservation de la connectivité écologique, par exemple au moyen de corridors, est importante pour permettre aux individus de se déplacer parmi des zones fragmentées et des populations/sous-populations éparées et pour faciliter les migrations saisonnières ou périodiques. En outre, les corridors écologiques facilitent la dispersion qui assure

la diversité génétique et permet la recolonisation dans les zones où les populations ont disparu; contribuent à accroître la résilience des populations aux grandes perturbations naturelles; aident à amplifier certains services écosystémiques au profit de l'être humain, tout en remplissant leur fonction principale de favoriser les déplacements des espèces; et aident à assurer des processus écologiques, tels que le cycle des nutriments, la pollinisation et la dispersion des semences, à l'échelle des paysages terrestres et marins. Enfin, même au sein d'écosystèmes transformés par l'activité humaine, les corridors écologiques présentent des taux de rétablissement des écosystèmes supérieurs dans les zones perturbées environnantes grâce à la dispersion des graines et des animaux provenant des zones naturelles restantes (p. ex. M'Gonigle et al., 2015; mais voir également la critique de Boitani et al., 2007).

Réseaux écologiques et changements climatiques

Il est reconnu que les réseaux écologiques de conservation sont un moyen d'aider de nombreuses espèces à faire face aux changements climatiques. Lorsqu'ils sont bien conçus,

Tableau 4. Avantages et inconvénients des stratégies visant à aider les espèces à changer d'aire de répartition grâce à une connectivité adaptée au climat (adapté de Keeley et al., 2018).

Stratégie	Avantages	Inconvénients
Augmenter le nombre d'aires protégées et de conservation à l'échelle des paysages terrestres et marins	Une bonne conception peut accélérer les changements d'aire de répartition dans les systèmes fragmentés; profite à la plupart des espèces; renforce la persistance de certaines espèces	
Créer quelques aires protégées ou de conservation de grande taille		Lenteur des changements d'aire de répartition; peut entraîner une mauvaise représentativité de toute la diversité des écosystèmes du pays ou de la région
Ajouter des zones de connectivité (corridors écologiques ou aires protégées ou de conservation supplémentaires) entre les aires protégées ou de conservation existantes	Accélère les changements d'aire de répartition dans les systèmes fragmentés; profite à la plupart des espèces	Dans de rares cas, le rétablissement de la connectivité pourrait introduire des espèces envahissantes et des allèles nuisibles (variantes d'un gène donné), en particulier dans les milieux d'eau douce et marins
Créer de petites étapes-relais intégrées dans les habitats inadéquats	Accélère les changements d'aire de répartition dans les systèmes fragmentés	Profite seulement aux espèces capables d'utiliser les étapes-relais
Augmenter la superficie des aires protégées existantes	Renforce la persistance des espèces; améliore la connectivité temporelle pour certaines espèces; structure de gouvernance et de gestion déjà en place	Risque de ne pas faciliter la connectivité avec d'autres ressources dont la faune et la flore ont besoin; risque de ne pas offrir aux espèces un espace suffisant pour se déplacer face aux changements climatiques

les réseaux écologiques, y compris les corridors, permettent aux espèces de changer d'aire de répartition et de coloniser de nouveaux habitats appropriés afin de s'adapter aux conditions climatiques. Différentes stratégies de conservation renforcent l'efficacité des réseaux écologiques comme moyen de favoriser l'adaptation aux changements climatiques : augmenter le nombre et la taille des aires protégées et des AMCEZ; gérer les habitats de manière à en renforcer la résilience; établir ou élargir des zones de connectivité; aménager les réserves dans des zones très hétérogènes; couvrir les gradients d'altitude et autres gradients critiques (Heller & Zavaleta, 2009; Anderson et al., 2014; Eisen et al., 2018). Pour ce qui est des différentes stratégies d'adaptation au climat, l'augmentation de la quantité d'habitats conservés est l'une des plus efficaces (Synes et al., 2015; tableau 4). Il convient toutefois de mettre l'accent sur la conservation d'un réseau approprié d'habitats, plutôt que sur l'augmentation de la superficie de quelques aires protégées isolées et AMCEZ (Hodgson et al., 2012).

Les réseaux écologiques qui englobent collectivement les gradients de température peuvent aussi faciliter de manière efficace l'expansion de l'aire de répartition des espèces. Pour ce faire, il s'agirait de relier des sites de faible altitude à des sites de haute altitude; des sites continentaux à des zones côtières; des sites à différentes latitudes ou à différentes profondeurs océaniques; ou même des sites qui représentent des gradients de salinité. Les Appalaches, chaîne de montagnes dans l'est des États-Unis, sont un exemple d'un corridor important pour faciliter les déplacements des espèces vers les pôles (Lawler et al., 2013). Dans la même optique, la planification des corridors dans la région du rift Albertin, en Afrique, vise à assurer la connectivité en tenant compte des reliefs et des latitudes (Ayebare et al., 2013; Plumtre et al., 2016). Il convient de noter que, parallèlement à l'aménagement de corridors écologiques, on peut favoriser la connectivité écologique en élargissant les aires protégées et les AMCEZ existantes ou en en ajoutant d'autres à un réseau.

Planification et aménagement des corridors écologiques

5



Ce chapitre contient des lignes directrices détaillées sur la manière de planifier et d'aménager des corridors écologiques. Il présente en premier lieu les principes fondamentaux qui sous-tendent les objectifs écologiques d'un corridor. Viennent ensuite les explications sur la manière de documenter les informations de base, de fixer des objectifs, de choisir un modèle de gouvernance, de délimiter les limites et de mettre en œuvre des plans de gestion et de suivi qui permettront de réaliser les objectifs du corridor.

Principes fondamentaux

Tout corridor écologique doit reposer sur un ensemble d'objectifs qui expriment de manière concise les raisons de sa désignation et les résultats attendus en matière de conservation. Voici une série de principes fondamentaux à prendre en considération :

1. *Les corridors écologiques ne se substituent pas aux aires protégées et aux AMCEZ.* Ils ont plutôt un rôle de complémentarité. L'objectif des corridors écologiques est de préserver la connectivité, en particulier dans les régions où il est impossible de créer de nouvelles aires protégées et AMCEZ et où la connectivité est nécessaire pour en conserver les éléments et les processus. Comme il a été indiqué précédemment, les corridors écologiques offrent des avantages en matière de connectivité qui complètent ceux des

aires protégées et des AMCEZ (tableau 3). Les réseaux écologiques de conservation, au sens des présentes lignes directrices, peuvent regrouper plusieurs corridors au sein d'un réseau de conservation donné. L'objectif premier des corridors écologiques est de faciliter un ou plusieurs types précis de connectivité écologique entre et parmi les aires protégées, les AMCEZ ou d'autres habitats essentiels.

2. Les corridors écologiques doivent être circonscrits et établis dans des zones où une connectivité est nécessaire et dans le but de constituer des réseaux écologiques de conservation.
3. Chaque corridor doit avoir des objectifs écologiques propres et être régi et géré de manière à réaliser les résultats en matière de connectivité.
4. Les corridors écologiques peuvent être constitués en partie ou en totalité de zones naturelles gérées en priorité à des fins de connectivité. Ils peuvent également traverser des zones soumises à un aménagement intensif – comme les exploitations agricoles ou forestières – à condition que la zone située à l'intérieur du corridor soit gérée expressément à des fins de connectivité. Dans certains cas, un corridor peut combiner une zone naturelle et une zone aménagée pour l'extraction. *Tant que leurs objectifs de conservation sont respectés, les corridors écologiques peuvent contenir des activités humaines compatibles qui pratiquent l'exploitation durable des ressources.* Ces activités peuvent inclure certaines formes de



Dans de nombreuses régions montagneuses, le fond des vallées abrite la plus grande biodiversité et constitue un habitat hivernal indispensable. Ces zones sont aussi celles que les personnes ont tendance à habiter. La conservation de la connectivité dans ces zones repose sur des stratégies de coexistence pour les personnes et la faune et sur des approches multigouvernementales cohérentes en matière de gestion des terres et des eaux intérieures. Parc national des Pléines, Pologne et Slovaquie. © Juraj Švajda

Encadré 2

Objectifs des corridors écologiques — exemples

1. **Déplacement des individus** : permettre le déplacement des tigres (*Panthera tigris*) qui se dispersent entre les parcs nationaux indiens de Dudhwa et Jim Corbett (Seidensticker et al., 2010); permettre aux gnous (*Connochaetes taurinus*) de se déplacer dans le sens horaire entre les plaines du Serengeti, en Tanzanie, et la réserve du Masai Mara, au Kenya (Serneels & Lambin, 2001); aider à la reconstitution du biote après la destruction de l'habitat, p. ex. en raison de l'exploitation minière dans les écosystèmes des cheminées hydrothermales en eaux profondes (Van Dover, 2014).
2. **Échange génétique** : permettre à des pandas géants (*Ailuropoda melanoleuca*) en Chine de se déplacer entre les segments de population qui ont été séparés par une autoroute et les aménagements connexes (Zhang et al., 2007); permettre les migrations diadromes de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) à travers les rivières et l'Atlantique Nord (Kettle & Haines, 2006).
3. **Migration** : faciliter le déplacement annuel (en juin) des tortues des bois (*Glyptemys insculpta*) depuis leur habitat dans le parc national de La Mauricie au Canada vers les plages de nidification à l'extérieur de ce dernier (Bowen & Gillingham, 2004); conserver les voies de migration des poissons, tels que le poisson-chat (*Brachyplatystoma rousseauxii*) vers les sites de reproduction en Amazonie, ou l'esturgeon vert (*Acipenser medirostris*) dans le Pacifique Nord-Ouest des États-Unis (Benson et al., 2007); conserver un ou plusieurs des sites de halte qui assurent la migration des bécasseaux spatules (*Calidris pygmaea*) et d'autres bécasseaux migrateurs qui se reproduisent en Sibérie russe et au Kamtchatka et migrent le long de la côte Pacifique de l'Asie, pour passer l'hiver de l'est de l'Inde au sud de la Chine (Menxiu et al., 2012).
4. **Déplacement multigénérationnel** : assurer un habitat aux papillons monarches qui migrent sur plusieurs générations le long d'une voie migratoire centrale traversant les États du Minnesota, de l'Iowa, du Missouri, du Kansas, de l'Oklahoma et du Texas, aux États-Unis (the 'Monarch Highway', www.monarchhighway.org).
5. **Processus de préservation/restauration** : restaurer les fonctions hydrologiques, comme le transport des sédiments ou le cycle des nutriments, en retirant les barrages des petits cours d'eau dans le Wisconsin, aux États-Unis (Doyle et al., 2000).
6. **Adaptation aux changements climatiques** : faciliter le déplacement des espèces vers les chaînes de montagnes adjacentes par la restauration des bandes riveraines dans les paysages agricoles en Californie, aux États-Unis (Keeley et al., 2018).
7. **Amélioration de la restauration** : servir de source de graines de conifères pour la restauration des arbres indigènes dans les zones exploitées de la zone de forêt mixte de la Russie européenne (Degteva et al., 2015).
8. **Prévention des débordements non désirés** : réduire le risque d'érosion en limitant la vitesse croissante des écoulements d'eau de surface qui descendent les terrains accidentés des régions cultivées des steppes dans le sud de la Russie, en Ukraine, en Moldavie et au Kazakhstan (Ladonina et al., 2001).

peuplement humain, l'agriculture, la foresterie, les pâturages, la chasse, la pêche et l'écotourisme (voir annexe, études de cas 3 et 12).

5. *Il faut différencier les corridors écologiques des zones non désignées en fonction des utilisations précises qui y sont autorisées ou interdites.* Même si les terres environnantes peuvent avoir une apparence et des utilisations similaires, les utilisations autorisées à l'intérieur d'un corridor écologique désigné ne peuvent pas nuire aux objectifs de connectivité qui lui sont propres.
6. *Les corridors écologiques doivent être assortis de leurs propres plans de gestion* (terrestres, d'eau douce ou marins selon le cas) pour atteindre leurs objectifs de connectivité. Ces plans seront simples ou complexes selon les activités humaines autorisées et les questions de possession des terres.

Dans la plupart des cas, les corridors écologiques permettront de relier les aires protégées et les AMCEZ, et peut-être d'autres habitats naturels intacts. Toutefois, dans certaines régions, la désignation d'un corridor écologique peut être

nécessaire pour faire transiter les espèces migratrices par des goulots d'étranglement qui ne sont pas nécessairement reliés à des aires protégées ou à des AMCEZ. Un corridor écologique pourrait, par exemple, créer une connectivité depuis une plage de nidification protégée pour les tortues vers le large, en passant par un ensemble d'îles.

Notons que les aires protégées et les AMCEZ qui conservent déjà efficacement la connectivité n'ont pas besoin d'être greffées d'une désignation de corridor écologique.

Objectifs

Les objectifs d'un corridor écologique doivent être clairement énoncés dans la documentation pertinente. En outre, il sera utile de faire ressortir tous les avantages que présente le corridor, comme ses contributions aux services écosystémiques.

Objectifs de connectivité écologique : L'étape la plus importante dans la mise en place d'un corridor écologique



La connectivité marine opère dans toutes les dimensions de l'espace, dans la colonne d'eau et sur les grandes étendues océaniques. Requin-marteau halicorne (*Sphyrna lewini*) © Adobe Stock

est la formulation de ses objectifs en matière de connectivité écologique. La connectivité peut être établie ou préservée selon l'un des objectifs suivants ou une combinaison de ceux-ci, tous dépendant des déplacements entre les parcelles d'habitat : 1) favoriser les échanges génétiques; 2) permettre les déplacements d'individus pour répondre aux besoins de leurs cycles de vie, y compris les migrations; 3) assurer un habitat lors des déplacements quotidiens ou multigénérationnels; 4) préserver les processus écologiques; 5) favoriser les déplacements et l'adaptation aux changements planétaires, y compris les changements climatiques; 6) assurer la reconstitution et la recolonisation après une perturbation; 7) prévenir les processus indésirables, comme la propagation des incendies. Un corridor écologique est censé avoir des objectifs écologiques clairs et mesurables qui répondent à au moins l'une des finalités ci-dessus. Des exemples des sept objectifs de connectivité écologique sont présentés dans l'encadré 2.

Valeurs des services écosystémiques associés (le cas échéant) : Les objectifs en matière de services écosystémiques peuvent souvent être atteints en même temps que ceux relatifs à la conservation de la connectivité, et il convient aussi de les décrire. Il peut s'agir de préserver ou d'améliorer les services d'approvisionnement en nourriture et en eau; les services de régulation, par exemple des inondations, de la sécheresse, des ondes de tempête, de la dégradation des sols, des maladies et du piégeage du carbone; et les services de soutien tels que

la formation des sols et le cycle des nutriments. Si la gestion des services écosystémiques peut sembler être un objectif important, elle doit en même temps soutenir les objectifs de connectivité du corridor écologique. Des orientations détaillées concernant l'analyse des services écosystémiques sont disponibles dans la publication de l'UICN intitulée *Tools for Measuring, Modelling, and Valuing Ecosystem Services* (Neugarten et al., 2018).

Objectifs culturels et spirituels associés (le cas échéant) : La conservation de valeurs culturelles et spirituelles importantes peut être associée à un corridor écologique. Ces valeurs doivent également être recensées afin d'engranger un soutien pour le corridor.

Contribution à un réseau écologique de conservation

La contribution du corridor écologique au réseau écologique de conservation dans lequel il est situé doit être analysée aussi. Une telle analyse peut tenir compte de divers paramètres (incidences génétiques, démographiques, communautaires et écosystémiques) en fonction des objectifs de conservation du réseau. Différentes méthodes empiriques et de modélisation sont utilisées pour mesurer la connectivité écologique, et des recherches sont menées dans le but de les perfectionner et de les généraliser.

Dans le cadre de cet exercice, on doit au moins faire état de l'existence de déplacements réussis entre les aires protégées, et on fournira aussi des estimations quantitatives de l'ampleur de la connectivité. Dans la mesure du possible, on calculera la contribution de la connectivité à la communauté et aux populations en fonction d'indicateurs connexes (p. ex. la diversité génétique, la taille de la population, la diversité des espèces). L'évaluation de la contribution des corridors écologiques et de la connectivité aux résultats d'un réseau de conservation doit, si possible, comparer les résultats de ces derniers aux résultats d'un groupe d'aires protégées non connectées (Gronrud-Colvert et al., 2011, 2014). Bennett & Mulongoy (2006) fournissent des orientations détaillées sur la manière d'intégrer de nombreuses considérations relatives aux réseaux écologiques.

Retombées sociales et économiques

Bien que ces lignes directrices soient principalement axées sur le rôle écologique déterminant des corridors écologiques, la conservation de la connectivité peut engendrer un large éventail d'avantages sociaux et économiques (Hilty et al., 2019, pp. 112-115). En connaissant ces avantages, les parties prenantes peuvent mieux concevoir les corridors, en accroître l'acceptation sociale et en maximiser l'efficacité. Ci-après sont

présentés des exemples de certaines des retombées sociales et économiques les plus importantes.

- Dans certaines régions du monde, les grands corridors écologiques pourraient être aménagés à l'avantage des populations nomades, qui ont besoin de réseaux connectés pour conserver leurs moyens de subsistance traditionnels. Cela est particulièrement pertinent pour les cultures qui vivent de la chasse ou de la cueillette et pour les populations pastorales qui se déplacent au gré des saisons.
- Les corridors écologiques peuvent apporter des possibilités d'activités récréatives profitables à tous, par exemple des sentiers de promenade (voir annexe, études de cas 10 et 20).
- Les corridors établis comme des zones de retrait, comme les zones tampons en milieu forestier ou agricole, peuvent protéger les communautés riveraines et assurer la qualité de l'eau, en plus d'offrir une protection contre les inondations le long des cours d'eau.
- Les corridors écologiques peuvent contribuer à définir le sentiment d'appartenance ou de spécificité d'une communauté, et à perpétuer ses préférences esthétiques ou son patrimoine historique.
- Les corridors écologiques qui traversent les zones agricoles peuvent servir de source de pollinisateurs pour les cultures.



L'élevage de rennes semi-domestiqués est étroitement lié à l'identité culturelle et à la survie des Samis du nord de la Scandinavie. Les aspects culturels peuvent être pris en compte dans la conception des objectifs du corridor. Zone d'élevage de rennes des Samis, Finlande © Juraj Švajda

- Dans les zones d'aménagement forestier, les corridors écologiques peuvent servir de brise-vent et de source de graines pour la régénération des forêts.

L'établissement et la gestion des corridors écologiques supposent une évaluation de l'ensemble des retombées sociales et économiques potentielles. Si ces dernières sont intégrées dans le plan de gestion, il faut bien comprendre leur interaction avec les objectifs écologiques. Toute utilisation qui favorise des retombées sociales et économiques ne doit pas nuire à l'objectif de connectivité du corridor (voir annexe, études de cas 16 et 17).

Délimitation

Un corridor écologique doit être clairement délimité. Ses limites doivent être fixées d'un commun accord par l'entité ou les entités qui le régissent et le gèrent, que ce soit sur terre, dans les eaux intérieures, les zones côtières ou marines, ou dans une combinaison de ces éléments. Ces limites peuvent parfois être déterminées à partir de caractéristiques physiques qui se transforment au fil du temps, comme les berges des rivières, les courants océaniques ou la glace de mer. Étant donné la rapidité avec laquelle le monde évolue, le plan de gestion d'un corridor écologique peut contenir des dispositions prévoyant son déplacement dans le temps et



Les systèmes fluviaux à lit de gravier comportent des corridors riverains qui s'étendent bien au-delà de leurs berges dans les zones hyporhéiques souterraines (voir Hauer et al., 2016.) Touchéti, République de Géorgie © Juraj Švajda

dans l'espace. Et bien que sa taille puisse varier, un corridor écologique doit être suffisamment grand pour atteindre ses objectifs en matière de connectivité écologique sur le long terme.



Les atolls coralliens peuvent ressembler à des îles séparées, mais ils sont reliés sur de vastes distances pour former des réseaux écologiques marins fonctionnels, Nouvelle-Calédonie. © Dan Laffoley



Les longs déplacements annuels de certaines espèces telles que la tantale d'Amérique (*Mycteria americana*), photographiée ici dans le Mato Grosso, au Brésil, ont donné lieu à certaines des premières politiques mondiales et nationales en faveur de la conservation des espèces migratrices. © Grégoire Dubois

Un corridor écologique peut être discontinu (auquel cas il est souvent appelé « étape-relais ») à condition que ses objectifs, sa gouvernance et sa gestion soient les mêmes dans tous ses segments. Afin d'assurer la connectivité, les étapes-relais doivent présenter un type d'habitat approprié, correspondre aux mécanismes de dispersion (p. ex. les courants océaniques ou les voies migratoires) et avoir une dimension minimale (voir annexe, études de cas 24 et 25). Dans les cas où il existe plus d'un organe de gouvernance ou de gestion, les mesures de gestion doivent être harmonisées et coordonnées.

Dans certains cas, la délimitation d'un corridor écologique peut nécessiter une troisième dimension – verticale – pour permettre une conservation efficace de la biodiversité. Certaines aires protégées et AMCEZ ont déjà des limites verticales (c.-à-d. elles ne s'appliquent qu'à une certaine profondeur sous terre ou sous la surface de l'eau). Les limites verticales sont devenues une question particulièrement controversée dans le cas des aires protégées marines, où le zonage vertical à des fins commerciales peut compromettre les objectifs de conservation (p. ex. par la rupture de la connectivité écologique), car il est extrêmement difficile à surveiller ou à faire respecter les limites en question. On tiendra compte de la dimension verticale notamment dans les milieux terrestres lorsqu'on y installe des éoliennes qui chevauchent les voies migratoires et risquent d'intercepter et de tuer l'avifaune migratrice, ainsi que dans les milieux marins, lorsque l'on y déploie des engins de pêche (p. ex. des filets dérivants) à différents niveaux de la colonne d'eau qui peuvent intercepter et tuer les espèces pélagiques migratrices. Ces

considérations peuvent également s'appliquer aux milieux d'eau douce de surface, y compris les lacs d'eau profonde présentant une zonation faunique, et aussi aux milieux d'eau douce souterrains. Les stratégies de gestion doivent donc tenir compte du fait que ces milieux peuvent être affectés par des activités en surface qui en sont relativement éloignées. Un corridor écologique doit présenter des dimensions en hauteur et en profondeur lui permettant d'être géré efficacement conformément à ses objectifs de connectivité.

Un autre aspect de la dimension verticale est celui des droits d'utilisation de l'espace souterrain, étant donné que l'accès aux ressources souterraines peut porter atteinte aux valeurs de conservation. Par exemple, les droits d'exploitation du sous-sol varient considérablement en fonction des champs de compétence et des types d'activités humaines (exploitation minière, pose de pipelines ou construction d'installations d'extraction de pétrole en mer). Les responsables de la planification doivent donc évaluer l'impact de ces aménagements sur les déplacements des espèces visées par la protection.

Les corridors écologiques doivent être délimités en fonction des besoins écologiques de connectivité plutôt que sur les limites inhérentes à la propriété des espaces terrestres et marins (cadastrales). Toutefois, lorsque les limites cadastrales correspondent à des besoins écologiques, il peut être utile de les utiliser pour assurer une gestion et une gouvernance efficaces. En ce qui concerne les sites chevauchant des champs de compétence politique ou administrative pour lesquels un mécanisme de gouvernance conjoint n'est pas



La conservation de la connectivité permet de protéger la biodiversité dans les paysages multifonctionnels. Les aires protégées sont renforcées par une conservation efficace en dehors de leurs limites. Maisons et champs agricoles au Costa Rica © Félix Zumbado Morales / ProDUS Universidad de Costa Rica

faisable, il peut être nécessaire de délimiter des corridors écologiques distincts. Autrement, il faudra envisager un mécanisme de gouvernance composé de différentes entités coordonnées dans le cadre d'un processus décisionnel global. Dans un tel cas, l'harmonisation et la coordination peuvent poser des défis de taille. En effet, la gouvernance et la gestion doivent être adaptées à des sites individuels ou à des ensembles de sites dans plusieurs pays. Cela peut se faire par le biais de cadres internationaux, tels que le partenariat des voies de migration d'Asie orientale-Australasie, dont la conservation des oiseaux aquatiques migrateurs est assurée par Flyway Site Network.

Gouvernance

La planification doit énoncer clairement les modalités de gouvernance. À l'instar de la gouvernance des aires

protégées et des AMCEZ, celle des corridors écologiques comporte trois volets : le mode de prise de décisions (comment la décision est prise); les instances décisionnelles (qui prend les décisions); et la responsabilisation (à qui revient la responsabilité des décisions).

L'élément « qui » a trait aux entités ayant autorité sur le corridor écologique. Les corridors écologiques caractérisés par des régimes fonciers complexes (voir la section suivante) peuvent comporter plusieurs organes de gouvernance (p. ex. les peuples autochtones) ainsi qu'un mécanisme concerté de coordination et de surveillance (voir l'annexe, études de cas 6 et 17). Les mêmes types de gouvernance utilisés pour les aires protégées et les AMCEZ s'appliquent également aux corridors écologiques (Dudley, 2008; Stolton et al., 2013; Borri-Feyerabend et al., 2014). En voici un aperçu :

- Gouvernance par le gouvernement (à différents niveaux);

- Gouvernance partagée (parfois appelée « cogouvernance »), qui comprend :
 - Gouvernance transfrontalière – ententes officielles entre deux ou plusieurs États ou territoires souverains (voir annexe, étude de cas 20);
 - Gouvernance collaborative – par différents moyens permettant une collaboration entre une variété d’acteurs et d’institutions (voir annexe, étude de cas 17);
 - Gouvernance conjointe – par le biais d’un conseil d’administration multipartite ou autre organe directeur multipartite);
- Gouvernance privée par des particuliers, des organisations ou des entreprises (voir annexe, étude de cas 15);
- Gouvernance par les populations autochtones et/ou les communautés locales (voir annexe, étude de cas 3).

L’élément « comment » porte sur les moyens de garantir la transparence, la responsabilité, la participation et l’équité dans les processus décisionnels. La gouvernance doit être équitable et respecter les normes relatives aux droits de la personne reconnues dans les instruments internationaux et régionaux et dans les lois nationales (voir annexe, étude de cas n 8). L’évaluation des services écosystémiques rattachés aux corridors écologiques proposés permet de cerner la pluralité des bienfaits qui en découlent pour l’être humain. Le consentement libre, préalable et éclairé de toutes les instances de gouvernance concernées est requis pour tout projet de désignation d’un corridor écologique. Ces principes sont applicables à toute décision concernant l’attribution, la conception, l’établissement, la gestion, la reconception, le suivi ou l’évaluation des corridors écologiques.

L’autorité de gouvernance peut correspondre à celle du propriétaire foncier ou du détenteur de droits sur une partie donnée d’un corridor écologique.

Différents mécanismes peuvent contribuer aux objectifs écologiques d’un corridor. Par exemple, une ONG vouée à la conservation peut conclure une servitude de conservation, ou bien le propriétaire foncier ou le titulaire des droits peut souscrire à un arrangement volontaire écrit par lequel il accepte de consacrer une portion de terrain privée à la conservation de la connectivité (voir annexe, études de cas 13, 14 et 15). De même, un groupe d’entités peut conclure un accord de coopération, ou une communauté autochtone ou traditionnelle locale peut détenir des droits reconnus par la loi (en vertu du droit législatif ou coutumier) sur certaines terres ou un espace océanique précis à l’intérieur du corridor qui lui permettent d’y pratiquer une pêche durable ou d’y assurer la conservation et la gestion d’un important site subaquatique ayant une valeur culturelle, historique, sacrée ou archéologique.

Une gouvernance efficace des corridors écologiques passe par l’instauration d’un climat de confiance, la poursuite de valeurs et d’objectifs communs et une collaboration entre tous les acteurs concernés (Pulsford et al., 2015).

Régime foncier

Le régime foncier est un élément à part de la gouvernance (Lausche, 2012) et peut prendre différentes formes. Il définit les conditions et les droits qui régissent la propriété, l’occupation ou l’utilisation de la terre, de la mer, de l’eau douce ou de l’espace aérien, ou des ressources naturelles connexes. Les facteurs liés au régime foncier légal et coutumier (c.-à-d. qui détient ces droits) sont importants, mais ils ne sont pas le seul élément qui détermine la gouvernance. En fait, la gouvernance peut combiner divers régimes, qu’ils relèvent du droit ou de la coutume, et être opérationnalisée par divers instruments tels que la délégation formelle, le crédit-bail, les contrats ou autres arrangements (Worboys et al., 2015, p. 181).

Il importe de bien préciser et expliquer le régime foncier associé aux corridors écologiques. Les droits de propriété, en particulier pour les corridors écologiques à grande échelle, peuvent être à la fois diversifiés et complexes, ce qui peut exiger davantage d’efforts en termes d’alliances et de coopération sociales (Worboys et al., 2015). Il faut pour cela recenser les droits de propriété et d’utilisation prévus par la loi et la coutume, puis négocier avec tous les détenteurs de droits le rôle qui leur revient dans la gestion de la connectivité. La répartition des droits de propriété sans un plan de collaboration pour la gestion de la connectivité



L’avenir de l’éléphant d’Asie (*Elephas maximus*) est tributaire de stratégies de conservation cohérentes qui sont efficaces dans tous les régimes d’utilisation des terres © Grégoire Dubois



Les migrations des tortues de mer sont parmi les plus étendues du monde marin, et pourtant les espèces sont très fidèles à leur habitat de nidification.
© Gary Tabor

peut devenir l'un des principaux facteurs de fragmentation des paysages terrestres, d'eau douce et marins.

Des difficultés particulières peuvent se poser concernant les droits de propriété des communautés autochtones et

locales lorsque ces droits manquent de clarté juridique ou s'ils font l'objet de contestation. Parfois, cela se produit parce que ces peuples ou communautés ne sont pas reconnus comme des entités juridiques collectives, mais seulement comme des groupes d'individus. C'est le cas dans de nombreux endroits en Afrique, en Asie et en Europe (Worboys et al., 2015, p. 193). Dans de telles situations, il peut être nécessaire d'adopter une disposition constitutionnelle ou une mesure législative pour accorder une reconnaissance légale collective à ces entités afin qu'elles puissent déterminer et défendre l'accès à leurs droits d'utilisation, de contrôle et de transfert des terres ou des ressources, ainsi que d'assumer les responsabilités qui y sont associées.

Des problèmes particuliers peuvent également se poser en ce qui concerne le régime foncier dans les milieux marins, du fait que les enjeux y sont souvent différents de ceux observés sur les milieux terrestres, où les droits sont souvent relativement clairs (Day et al., 2012). Par exemple, dans les zones économiques exclusives (ZEE; voir la légende de la figure 1 pour la définition) au titre de la Convention des Nations unies sur le droit de la mer (UNCLOS), les fonds marins et la colonne d'eau ne font généralement pas l'objet d'une propriété individuelle; cette propriété revient plutôt à la nation. Dans de nombreux pays, les communautés côtières peuvent



Les communautés écologiques peuvent être hétérogènes et complexes; la connectivité fonctionnelle est le reflet de son contexte écologique. Rivière Capivari, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brésil © World Wildlife Fund (WWF), Photographe Jaime Rojo



Les structures de passage de la faune comme ce passage sur autoroute en Croatie, qui en compte 13, ne remplacent pas un paysage intact, mais permettent d'atténuer les effets de la fragmentation pour de nombreuses espèces. © Djuro Huber

avoir la propriété de certaines zones ou ressources marines ou détenir des droits d'utilisation sur celles-ci. Il peut s'agir de droits coutumiers sur des zones de pêche traditionnelles, de droits d'accès et de gestion relatifs à des sites sacrés ayant une valeur culturelle ou spirituelle, ou de droits d'exploitation durable d'autres ressources marines renouvelables sur une base générale ou dans le cadre de projets (Day et al., 2012).

Description des mécanismes juridiques ou d'autres mécanismes efficaces

La description des mécanismes juridiques ou d'autres mécanismes efficaces qui concernent la gestion d'un corridor écologique doit préciser l'autorité compétente et les instruments juridiques ou coutumiers qui établissent les régimes fonciers de la zone visée. Étant donné la variété des contextes d'application des corridors écologiques dans le monde, les mécanismes de mise en œuvre peuvent prendre diverses formes, notamment :

- La planification de l'utilisation des terres et le zonage des paysages;
- La planification spatiale marine et le zonage des paysages marins;
- Les conventions et ses servitudes;

- Les mesures d'incitation et de dissuasion;
- Les contrôles réglementaires en matière de santé et de sécurité publiques;
- Les contrôles du développement et les normes de construction;
- Les accords de conservation volontaires par écrit avec certains propriétaires fonciers ou détenteurs de droits.

Dans de nombreux pays, les accords de conservation volontaires sont devenus un outil efficace et de plus en plus courant pour assurer la conservation à long terme (voir Lausche, 2012 pour l'élaboration des éléments et des modalités de ces accords). Enfin, un nouveau domaine nécessitant une attention juridique est celui relatif aux orientations et aux pratiques courantes pour la conception et la gestion des corridors écologiques marins (voir Lausche et al., 2013).

Longévité des corridors écologiques

Les corridors écologiques sont censés perdurer pendant de longues périodes, dans la mesure où les caractéristiques naturelles et les capacités de connectivité qui ont justifié leur désignation sont toujours présentes. Les considérations de longévité touchent particulièrement les couloirs présentant une dynamique spatiale, tels que les voies de migration des



Le corridor forestier de Pontal do Paranapanema, au Brésil, démontre que les efforts de restauration à grande échelle peuvent utiliser des stratégies de conservation de la connectivité. © IPE / Laury Cullen Jr; reproduit sous licence.

grands vertébrés marins (p. ex., les cétacés, les pinnipèdes, les requins, les thons) qui suivent l'évolution des phénomènes océanographiques. La planification du corridor doit faire état de sa longévité et de la continuité des mécanismes de gouvernance. Dans le cas d'accords volontaires écrits, un processus ou un mécanisme de transfert des activités de mise en œuvre aux futurs propriétaires devrait être obligatoire. Toutefois, certains mécanismes de gouvernance (p. ex. pour la chasse, le pâturage, la conservation des sols, la réglementation de la pêche ou l'utilisation saisonnière) peuvent être limités dans le temps et faire l'objet d'un examen et d'un renouvellement périodiques officiels. Les examens périodiques doivent comprendre, dans la mesure du possible, des évaluations reposant sur le suivi des incidences écologiques, sociales et économiques et des indicateurs de performance.

Cadre de gestion adapté aux objectifs

Le plan directeur d'un corridor écologique doit décrire les mesures de gestion nécessaires pour conserver, restaurer ou améliorer la connectivité écologique. Les activités autorisées dans un corridor doivent être directement liées à la finalité de celui-ci et seront donc adaptées au contexte (voir annexe, étude de cas 23). Par exemple, un corridor écologique multifonctionnel conçu pour faciliter le déplacement de toutes



Comme certains corridors écologiques conservent également des gradients climatiques dans les zones touchées par les changements climatiques, les activités de surveillance peuvent inclure des variables climatiques précises dans le cadre d'évaluations périodiques. Bois de rose (*Eucryphia moorei*) dans les sites humides à fortes précipitations du Great Escarpment, au parc national de Monga, dans le corridor écologique des Great Eastern Ranges, en Australie © Ian Pulsford

les espèces touchées par les changements climatiques imposerait probablement beaucoup plus de restrictions d'utilisation qu'un corridor visant à faciliter le déplacement d'une seule espèce à un moment précis de l'année. Le plan directeur doit articuler les mesures de gestion autour des éléments suivants :

1. **Besoins structurels.** Il convient de déterminer s'il existe des éléments écologiques structurels qu'il est important de conserver ou d'améliorer pour permettre au corridor d'atteindre ses objectifs. Il peut s'agir, par exemple, de préserver un pourcentage de couvert forestier, de restaurer un récif corallien, de mettre en œuvre des marges de recul riveraines ou de préserver des éléments de l'habitat dans le cours d'eau, tels que les zones ombragées, le volume et la vitesse de l'eau nécessaires (voir le chapitre 2, section « Modélisation des corridors écologiques », pour une description des connectivités structurelle et fonctionnelle; voir également l'annexe, étude de cas 21). La planification des mesures de gestion doit décrire les pratiques qui permettent d'atteindre des niveaux durables d'éléments écologiques structurels.

2. Gestion des activités humaines. Le plan directeur doit prévoir des mesures visant à prévenir les pressions et les menaces d'origine anthropique qui pourraient accroître la fragmentation du paysage ou saper les efforts de restauration déployés pour assurer la connectivité (voir annexe, étude de cas n° 5). D'une manière générale, il est souhaitable de favoriser les moyens de subsistance basés sur des activités compatibles ainsi que les mesures d'incitation qui minimisent ou éliminent les activités extractives et d'autres activités modernes à l'échelle industrielle. Il incombe aux décideurs (p. ex. l'autorité de gouvernance) de déterminer les activités humaines qui doivent être maintenues et celles qui doivent être contrôlées ou interdites, de manière permanente ou à des moments précis, afin de permettre au corridor de réaliser ses objectifs de conservation de la connectivité. Ces objectifs doivent constituer le fondement du plan directeur ou de l'entente de gestion d'un corridor.

Voici quelques exemples de questions auxquelles les planificateurs devraient essayer d'y répondre : Si un corridor écologique comprend une rivière, les utilisations humaines comprennent-elles des barrages, des canaux ou d'autres activités dans le cours d'eau qui compromettent la biodiversité tributaire d'habitats spécifiques et des débits

naturels?; Si un corridor est utilisé pour l'élevage de bétail, faut-il tenir compte de la densité du cheptel ou de la présence de clôtures?; Si un corridor permet l'extraction de ressources, quelle mesure de gestion est requise pour favoriser les objectifs de connectivité?; Y a-t-il des activités humaines qui sont incompatibles avec les objectifs écologiques, telles que la construction d'infrastructures de transport ou le développement industriel?; La conception du corridor peut-elle tenir compte des besoins particuliers de la faune en matière de connectivité, par exemple en prévoyant des passages supérieurs ou des tunnels dans les cas où les infrastructures de transport ou autres pourraient entraver la connectivité écologique?; Y a-t-il des plans, des projets ou des méthodologies d'infrastructure verte qui sont utilisés ou en voie d'élaboration?.

Le plan directeur d'un corridor écologique doit répertorier les activités interdites ou autorisées et décrire toute mesure de restauration nécessaire pour assurer la connectivité. Pour certaines activités, il faudra peut-être préciser le niveau d'activité (p. ex. « élevé », « moyen » ou « faible ») compatible avec les objectifs de connectivité. Une matrice de décision pourrait être créée afin de déterminer les activités autorisées (Saarman et al., 2013).



Les flamants du Chili (*Phoenicopterus chilensis*) tirent leur subsistance des lagunes salées et des lacs sodiques. Ces habitats sont vulnérables aux perturbations humaines. © Marie Read

Pour les corridors qui traversent des zones où la qualité de l'habitat est médiocre, on doit inciter la mise en place de plans de restauration et d'indicateurs de réussite (voir annexe, étude de cas n° 11). Le cas, il faudra déterminer le moment opportun pour inclure une zone en cours de restauration dans le corridor.

Suivi, évaluation et rapports

Le plan directeur d'un corridor écologique doit comprendre un plan de suivi et d'évaluation assorti d'une stratégie pour obtenir les ressources nécessaires à sa mise en œuvre. Les autorités responsables d'un corridor écologique doivent planifier et effectuer les activités de suivi pour surveiller les progrès, évaluer l'efficacité de la réalisation des objectifs énoncés et adapter les stratégies de gestion du corridor en fonction des résultats obtenus. Le suivi et l'évaluation devront favoriser une approche adaptative de la gestion et prendre en compte les effets des changements climatiques. Un tel plan de suivi et d'évaluation contribue à une affectation efficace des ressources, favorise la responsabilisation et consolide le soutien du public (Hockings et al., 2006). Le plan doit distinguer les composantes souhaitables et celles qui sont facilement réalisables.

Le « suivi » désigne la collecte systématique de données sur des indicateurs écologiques précis afin de dégager les tendances de la situation écologique d'un corridor et de l'efficacité de sa gestion. Le suivi permet de recueillir les données nécessaires pour évaluer la mesure dans laquelle un corridor écologique atteint ses objectifs de connectivité (voir annexe, études de cas 6 et 14).

Associé à un processus d'évaluation, le suivi permet d'évaluer la pertinence de la gestion et d'identifier les ajustements nécessaires (Hockings et al., 2006). Les organes de gouvernance doivent assumer un engagement à long terme en matière de surveillance et d'évaluation des corridors écologiques et y affecter des ressources appropriées (voir annexe, études de cas 7 et 10).

Le suivi de l'efficacité d'un corridor écologique en fonction d'objectifs de connectivité précis peut se faire de différentes manières, par exemple des mesures de la qualité des habitats, des données empiriques sur les déplacements des espèces ou des données sur la conservation de la génétique (Bennett, 2003). Lorsque l'atténuation des changements climatiques est un résultat escompté, les variables à surveiller doivent englober les modifications de l'état des écosystèmes et, lorsque cela est possible, de la taille des stocks de carbone et de la stabilité du stockage connexe.

Dans un nombre croissant de cas, les technologies de données géospatiales telles que la télédétection, les photographies aériennes et l'imagerie satellitaire peuvent être conjuguées aux connaissances traditionnelles et à la rétroaction en temps réel pour contribuer au suivi. Les

méthodes de suivi peuvent comporter la collecte de données en séries chronologiques ou l'utilisation de groupes de contrôle à des fins de comparaison.

Ces méthodes peuvent être qualitatives, quantitatives ou une combinaison des deux, et toutes doivent être fiables, abordables, faisables et adaptées au contexte. Un plan de suivi doit établir des indicateurs précis, réalisables, pertinents, assortis de délais et mesurables.

Les données de surveillance doivent être analysées à un stade approprié pour répondre aux besoins informationnels. L'analyse des données sera effectuée régulièrement afin de permettre l'ajustement des stratégies de gestion dans le cadre d'un processus de gestion adaptative (Conservation Measures Partnership, 2013).

La transparence et la responsabilité étant des éléments essentiels de la gouvernance des corridors écologiques, il importe de consigner les résultats et les analyses des suivis et de les faire connaître au public. Le plan directeur doit ainsi contenir un plan de communication expliquant comment les résultats seront transmis aux publics clés, ces derniers pouvant être très diversifiés. On parle ici de propriétaires fonciers concernés, de détenteurs de droits et d'autres parties prenantes, comme les communautés locales, les partenaires de projet, le personnel des agences, les décideurs politiques, les conseillers scientifiques et techniques et les donateurs (voir annexe, étude de cas 7).

Informations de base pour la préparation des rapports

Les corridors écologiques peuvent faire l'objet de suivi et d'évaluation à la fois au niveau national et international. Des mécanismes appropriés devront donc être mis au point pour transmettre ces informations aux bases de données mondiales sur les mesures de conservation par zone, comme la base de données Protected Planet gérée par le Centre mondial de surveillance de la conservation de la nature du Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE-WCMC). En plus de consigner les données sur les corridors et les réseaux écologiques, les bases de données nationales et mondiales contribuent à la surveillance et au suivi de l'état de ces zones, ainsi qu'à la réalisation des engagements en matière de conservation.

Les informations de base nécessaires à l'établissement d'un rapport sur un corridor écologique doivent comprendre :

- Nom du site;
- Description géographique
- Carte de localisation à l'aide d'un fichier en forme de polygone
- Année d'établissement
- Coordonnées de l'organisation qui fait rapport.

Applications et avantages des corridors écologiques dans différents environnements

6



La rainette à lèvres blanches (*Litoria infrafrenata*), animal de la forêt tropicale humide du Cap York, en Australie © Ian Pulsford

La connectivité est essentielle dans un large éventail d'environnements comprenant aussi bien les milieux terrestres et marins que les eaux douces et les espaces aériens. Ce chapitre traite des applications et des avantages des corridors écologiques dans différents environnements.

En **milieu terrestre**, les corridors écologiques peuvent faciliter les déplacements quotidiens, migratoires ou de dispersion. La dispersion contribue au flux génétique entre les populations et se produit, par exemple, lorsqu'un jeune animal cherche une nouvelle aire de répartition ou lorsque le vent disperse des graines. Les corridors écologiques peuvent favoriser également les dispersions multigénérationnelles, telles que les changements d'aires de répartition induits par les conditions climatiques qui se prolongent dans le temps et dans l'espace. La taille des corridors écologiques peut varier considérablement pour faciliter les migrations, comme celles du caribou (*Rangifer tarandus*), qui parcourt des centaines ou des milliers de kilomètres, ou celles d'une population de salamandres de Jefferson (*Ambystoma jeffersonianum*) près de Burlington, en Ontario, au Canada, qui se déplacent sur de courtes distances depuis les forêts des hautes terres vers des étangs temporaires pour y pondre leurs œufs.

Un corridor écologique terrestre peut être un espace continu, tel que celui qui relie les populations de lions (*Panthera leo*) à travers les terres pastorales communales de la zone de conservation transfrontalière Kavango-Zambezi (Angola, Botswana, Namibie, Zambie, Zimbabwe; voir annexe, étude de cas 2). Un corridor écologique peut être constitué aussi d'une série d'espaces terrestres discontinus qui servent de sites de halte pour les espèces qui effectuent des migrations aériennes, comme les papillons monarques ou les bécasseaux maubèches (*Calidris canutus*), ces derniers migrant entre les hémisphères nord et sud. Toutefois, ces corridors discontinus ne sont efficaces que s'ils sont harmonisés avec les voies migratoires afin d'en assurer la connectivité.

Les corridors écologiques dans les **milieux d'eau douce** doivent préserver les débits d'eau et les communautés riveraines, ainsi que le mouvement des sédiments et d'autres matériaux naturels. Ils doivent également bénéficier aux animaux en facilitant leurs déplacements quotidiens et migratoires, ainsi qu'aux plantes indigènes, par la dispersion de leurs graines. Lorsqu'il est question d'espèces ayant besoin de multiples habitats pour accomplir leur cycle de vie, ces corridors leur offrent des voies de déplacement entre les



L'imposante migration du papillon monarque est le symbole de la migration à l'échelle continentale de toutes les espèces d'invertébrés. De par sa migration sur de longues distances et sur plusieurs générations, le monarque nous rappelle à quel point l'écologie du mouvement est vitale pour la survie des espèces. © Adobe Stock



Les milieux humides sont des éléments essentiels de toute stratégie de conservation de la connectivité en eau douce. Le lac Kings Plains dans la réserve de Kings Plains-South Endeavour Trust – un milieu humide dans les tropiques humides/secs au Cap York, en Australie © Ian Pulsford



Les rivières sont indispensables à la vie des écosystèmes terrestres. Les milieux terrestres et d'eau douce sont étroitement liés. Cours d'eau à lit de gravier au Costa Rica © Félix Zumbado Morales / ProDUS Universidad de Costa Rica

parcelles d'habitat au sein d'un réseau d'eau douce particulier ou entre des habitats d'eau douce (p. ex. entre les principaux tronçons des rivières et les plaines inondables, ou entre les rivières, les lacs et les estuaires). Les corridors en milieu d'eau douce permettent de conserver la connectivité latérale, par exemple entre le chenal d'une rivière et une plaine inondable adjacente, comme dans les écosystèmes à lit de gravier qui nécessitent des échanges de matière et d'énergie pour assurer la viabilité des populations de certaines espèces (Hauer et al., 2016). Les flux naturels de sédiments et de graviers sont essentiels aussi pour créer des habitats dont dépendent de nombreuses espèces, en particulier dans les rivières. La végétation des zones riveraines et des plaines d'inondation ralentit et réduit les pics de débordement des rivières tout en retenant les sédiments, ce qui diminue l'énergie et la puissance destructrice des débits d'eau.

Les corridors écologiques en milieu d'eau douce contribuent également à la conservation des aquifères et à la protection des écosystèmes tributaires des eaux souterraines, tels que les sources, les zones humides karstiques et certains types de plaines inondables (Tomlinson & Boulton, 2010). Il faut prévoir un entretien de la végétation riveraine pour ces corridors, ce qui influence la qualité des habitats d'eau douce. Ces corridors peuvent servir d'habitat et de voies de déplacement pour les espèces terrestres et agir comme des filtres pour les polluants et le ruissellement de surface. Les corridors écologiques en milieu d'eau douce présentant une végétation

riveraine protègent également les plans d'eau contre les apports indésirables de polluants dans les paysages où le développement est intense (Bastian et al. 2015).

Les corridors écologiques en milieu d'eau douce peuvent être aménagés autour de cours d'eau à débit constant ou intermittent. Dans les deux cas, la restauration des zones riveraines et la prévention des dégradations seront souvent nécessaires. Comme il a été décrit ci-dessus, les zones humides et autres zones d'eau douce peuvent faire partie d'un corridor écologique terrestre discontinu.

Les corridors écologiques en *milieu marin* peuvent relier des aires marines protégées (AMP) ou d'autres habitats marins, côtiers et estuariens importants (Day et al., 2012). Ce lien est important, car il est peu probable que les AMP puissent englober tous les déplacements des mammifères, des poissons ou des reptiles marins très mobiles, ou qu'elles puissent abriter les stades larvaires complets des poissons, des invertébrés, des plantes et des algues sessiles.

Éléments essentiels des réseaux écologiques de conservation des milieux marins, les corridors écologiques permettent de préserver les voies de migration connues et les goulots d'étranglement, comme celles entre les îles qui sont vulnérables aux activités humaines. La conservation de la connectivité marine est également importante pour les alevins et les larves d'invertébrés qui se dispersent par le biais des



Les processus géophysiques tels que les marées quotidiennes régulent les processus naturels qui relient et soutiennent les systèmes marins et côtiers. Récif corallien tropical sur l'île d'Upolu, aux Samoa © Adobe Stock



Plus de 50 millions de crabes rouges (*Gecarcoidea natalis*) traversent l'île Christmas, en Australie, pour pondre leurs œufs dans l'océan. © Adobe Stock

courants océaniques sur des périodes de quelques jours ou de quelques mois avant de se fixer sur les récifs ou d'autres substrats (Gotlanders et al., 2003; Cowen & Sponaugle, 2009), ainsi que pour les animaux de grande taille, tels que les tortues et les baleines qui migrent sur de longues distances.

Les corridors écologiques en milieu marin peuvent être particulièrement importants pour les espèces qui fréquentent divers environnements à différents stades de leur cycle de vie. Par exemple, les tortues marines nichent sur les plages et peuvent profiter des eaux côtières avant de se rendre en haute mer, tandis que certains poissons migrent pour atteindre un lieu de rassemblement en vue de la fraie. Les corridors écologiques renforcent aussi le rôle des AMP en tant que lieux de restauration d'espèces pour les populations se trouvant hors de leurs limites. La taille des corridors écologiques marins devra être assez importante vu la mesure dans laquelle les courants océaniques, les tourbillons et les marées affectent les processus et le regroupement des organismes. Toutefois, il existe des corridors écologiques marins relativement peu étendus qui permettent de protéger des migrations de courte portée, comme celles des crabes rouges (*Gecarcoidea natalis*) sur l'île Christmas en Australie. La localisation des corridors écologiques tridimensionnels peut être influencée par divers facteurs : la profondeur de l'eau; les caractéristiques géologiques telles que les monts sous-marins; la stratification

de la colonne d'eau; les courants saisonniers ou les flux éoliens saisonniers (Cowen et al., 2007).

La reconnaissance officielle des corridors écologiques pour les espèces marines telles que les baleines à bosse (*Megaptera novaeangliae*) permettrait de prolonger les aires de conservation reconnues des eaux sous juridiction nationale en haute mer, ce qui est conforme à la décision de la Conférence des parties à la CDB de 2008 (Orientations de la CDB sur les aires marines et côtières protégées et les réseaux d'Aires marines et côtières protégées – COP 2008 IX/20, Annexes I et II).

Les **corridors écologiques mixtes** couvrent deux ou les trois types d'environnement (terrestre, d'eau douce ou marin). Ainsi, les corridors écologiques qui couvrent des zones marines et estuariennes pour rejoindre des sites d'eau douce peuvent faciliter les déplacements essentiels au cycle de vie des espèces de poissons anadromes et catadromes (c'est-à-dire des poissons qui se déplacent de la mer vers les rivières pour frayer ou inversement). L'aire de répartition de ces poissons est si vaste dans les milieux marins et d'eau douce qu'un corridor écologique pourrait ne pas relier des aires protégées ou de conservation particulières, mais ils permettent néanmoins de conserver des voies de migration essentielles (voir annexe, études de cas 17 et 22).

En outre, les corridors écologiques mixtes peuvent relier les AMP aux estuaires afin de faciliter les déplacements nécessaires au maintien des populations et des processus d'évolution des espèces. Ces corridors peuvent également relier les AMP aux aires protégées terrestres et ainsi favoriser des processus écologiques tels que les migrations. On peut également maximiser les avantages pour les espèces terrestres et d'eau douce en exploitant les synergies entre les voies de migration et en tenant compte des besoins en matière d'habitat dans les différents milieux.

De nombreux oiseaux, insectes et autres animaux se déplacent à travers les **espaces aériens** de la Terre. La possibilité d'un corridor écologique reposant sur l'air ou la colonne d'air commence à être envisagée en raison des collisions des oiseaux et des chauves-souris avec les éoliennes, les gratte-ciel et d'autres structures humaines (Rydell et al., 2010; Loss et al., 2013). En outre, on a récemment constaté que les lignes électriques aériennes produisent des spectres ultraviolets stroboscopiques qui peuvent faire obstacle aux déplacements de certaines espèces d'oiseaux (Tyler et al. 2014). Pour l'instant, les corridors écologiques dans l'espace aérien relèvent de la théorie, et il conviendra de poursuivre les recherches afin d'en déterminer la faisabilité.

Dans chacun de ces quatre grands ensembles de la biosphère, les changements climatiques rapides imposent aux écosystèmes de faire preuve d'une plus grande résilience et aux espèces de s'adapter aux conditions en constante mutation. Les corridors écologiques sont en mesure de contribuer à la fois à la résilience et à l'adaptation aux changements climatiques. En effet, on constate que les grands écosystèmes terrestres et aquatiques connectés sont plus résistants aux changements climatiques parce qu'ils favorisent le fonctionnement des processus écologiques importants pour la stabilité (Walker & Salt, 2006). Le recours à des corridors écologiques pour établir la connectivité entre les aires protégées, les AMCEZ et d'autres zones importantes pour la biodiversité aide les espèces à s'adapter aux changements climatiques, en ce sens qu'elles peuvent en profiter pour déplacer leurs aires de répartition vers de nouveaux habitats appropriés. A contrario, la perte et la

fragmentation de l'habitat peuvent nuire à ces changements d'aire de répartition. De ce fait, la protection et l'établissement de corridors écologiques constituent des stratégies efficaces pour faciliter la pérennité des espèces (étudié dans Keeley et al., 2018; voir annexe, étude de cas 8).

La conception et la gestion des corridors écologiques peuvent tenir compte des considérations climatiques. Différentes approches sont possibles en ce sens (voir également Gross et al., 2016) :

- Veiller à ce qu'ils comportent une topographie diversifiée qui assure des microclimats différents propices à la pérennité des espèces;
- Les établir de manière à relier les aires protégées et les aires de conservation pouvant servir de refuges climatiques;
- Donner la priorité à ceux qui relient des aires protégées et des aires de conservation qui, ensemble, comportent des gradients de température;
- Les gérer de manière à tenir compte de la vitesse des changements climatiques;
- Les gérer pour tenir compte de la dynamique des populations animales et végétales aux extrémités amont et aval des aires de répartition;
- Les concevoir pour permettre des redistributions multiples des espèces afin de maintenir les interactions critiques entre ces dernières (p. ex. celles ayant des relations de mutualisme);
- Les concevoir pour faciliter la redistribution de la diversité génétique de manière représentative;
- Les concevoir de manière à ce qu'ils puissent changer dans l'espace en fonction des changements climatiques (p. ex. ceux qui affectent les vents, les courants océaniques, la chimie et les températures des grands fonds marins ou les zones riveraines);
- Veiller à ce qu'ils soient suffisamment larges pour offrir un habitat viable aux espèces qui se déplacent lentement;
- Dans la mesure du possible, restaurer ou améliorer la végétation avec des espèces résistantes à la sécheresse afin de fournir des ressources à la faune sauvage tout au long de l'année.



Un toucan touco (*Ramphastos toco*) du Mato Grosso, au Brésil, survole des parcelles d'habitat à la recherche de nourriture.
© Grégoire Dubois

L'émergence des lois et des politiques en matière de conservation de la connectivité

7



Rhinocéros indien (*Rhinoceros unicornis*), parc national de Kaziranga, Assam, Inde © Grégoire Dubois

La plupart des instruments juridiques mondiaux et régionaux relatifs à la conservation de la biodiversité, aux changements climatiques et à la durabilité environnementale sont assortis d'objectifs dont la réalisation ne sera pas possible si la question de la conservation de la connectivité n'est pas traitée efficacement à long terme. Par conséquent, la notion de connectivité écologique est de plus en plus intégrée dans les lois et les politiques à l'échelle internationale. D'ailleurs, la préservation de la connectivité en tant qu'objectif primordial de la conservation se retrouve dans plusieurs mécanismes : les objectifs de biodiversité Aichi de la CDB, l'Appel à l'action pour la connectivité des paysages du World Business Council for Sustainable Development, le *Standard mondial pour l'identification des zones clés pour la biodiversité* (UICN, 2016) et les *Lignes directrices pour l'application des catégories de gestion des aires protégées* (Dudley, 2008).

En 2010, les parties à la CDB ont adopté un plan stratégique décennal pour la biodiversité qui comprenait les 20 objectifs d'Aichi pour la biodiversité (CDB, 2011). L'objectif 11 de l'Aichi prévoit que pour 2020, au moins 17 % des zones terrestres et des eaux intérieures et 10 % des zones marines et côtières de la planète seront protégées au moyen « de réseaux écologiques représentatifs et bien reliés d'aires protégées gérés efficacement et équitablement » (CDB, 2011). Un examen récent de 746 AMP a révélé que seulement 11 % d'entre elles ont retenu la connectivité comme critère de gestion (Balbar & Metaxas, 2019). En fait,

la plupart des pays accusent un retard important dans la mise en œuvre de l'élément de connectivité de l'objectif 11 d'Aichi.

C'est pourquoi les présentes lignes directrices recommandent vivement que la désignation de « corridor écologique » soit reconnue dans les lois et les politiques à l'échelle internationale. Les corridors écologiques constituent un moyen efficace pour aider les pays à respecter leurs obligations juridiques et leurs engagements politiques découlant de différents instruments, notamment : la Convention sur la diversité biologique; la Convention relative aux zones humides d'importance internationale particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau (Convention de Ramsar); la Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (Convention de Bonn) et ses instruments connexes; la Convention sur le patrimoine mondial; la Convention de l'ONU sur le droit de la mer; la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques et le Programme sur l'Homme et la biosphère de l'UNESCO. S'y ajoutent de nombreuses autres conventions régionales, dont le texte révisé de la Convention africaine sur la conservation de la nature et des ressources naturelles (Convention de Maputo); la Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne qui fait la promotion du réseau européen Émeraude); la Convention sur le droit relatif aux utilisations des cours d'eau internationaux à des fins autres que la navigation; et la Convention sur la protection et l'utilisation des cours d'eau transfrontières.



Les vigognes (*Vicugna vicugna*) vivent sur les hauts plateaux des Andes. Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, Équateur © Gabriel Oppler



Une tortue couverte d'Assam (*Pangshura sylhetensis*) profite d'une zone humide connectée à l'intérieur et aux alentours du parc national de Kaziranga, Assam, Inde. © Grégoire Dubois

On retrouve aussi à l'échelle internationale des réseaux de conservation non régis par des traités, tels que le réseau Natura 2000 de l'Union européenne (UE), qui touche les milieux terrestres, d'eau douce et marins et s'applique à tous les États membres de l'UE et comprend également d'autres dispositifs tels que la stratégie sur les milieux marins et aquatiques et les cadres de planification de l'espace maritime (Lausche et al., 2013; Parlement européen et Conseil européen, 2014). En outre, le Groupe de spécialistes sur la conservation transfrontalière de la CMAP de l'UICN a élaboré des orientations détaillées sur ce sujet qui sont très pertinentes pour la connectivité (Vasilijević et al., 2015).

Les gouvernements nationaux se dotent aussi d'un éventail de politiques, de lois, de pouvoirs administratifs, de règlements et de plans qui imposent ou favorisent la conservation de la connectivité (Lausche et al., 2013). Les politiques et les plans gouvernementaux tels que les stratégies nationales de développement durable et les stratégies et les plans d'action nationaux pour la biodiversité (SPANB) servent de fil conducteur pour l'élaboration de tels instruments. Pratiquement tous les systèmes juridiques nationaux disposent également de lois précises relatives aux corridors écologiques qui abordent la conservation de la nature, de la faune et de la biodiversité et l'utilisation durable (p. ex. les lois régissant la foresterie, la pêche, les pâturages et les débits d'eau). Ces lois sont assorties d'une

réglementation connexe ou d'accords de conservation volontaires, souvent accompagnés de mesures incitatives.

Les objectifs de connectivité sont de plus en plus présents dans la planification et l'élaboration des politiques des instances nationales et infranationales. Jusqu'à récemment, la législation sur la connectivité était rare au niveau national ou même infranational (Lausche et al. 2013). Aujourd'hui, des pays comme le Bhoutan, le Costa Rica et la Tanzanie, et des administrations infranationales comme celles de la Californie et du Nouveau-Mexique, aux États-Unis, ont adopté des lois sur les corridors écologiques. En outre, certains pays ont adopté des lois visant des sites précis. Par exemple, la Corée du Sud a adopté en 2003 une loi sur la protection de la chaîne de montagnes Baekdu Daegan (loi n° 7038). Entrée en vigueur en 2005, elle désigne une aire protégée de 263 427 ha dans cette région. De cette superficie, 86 % se composent de 183 aires protégées existantes et 14 % de nouvelles zones tampons et centrales qui créent un corridor de biodiversité le long de la principale chaîne de montagnes de la péninsule coréenne (Miller & Hyun, 2011; voir également Farrier et al., 2013, et KLRI, 2014, pour d'autres études de cas sur des mesures juridiques visant à protéger des zones de connectivité précises).

Cependant, la plupart des efforts nationaux et infranationaux actuels de conservation de la connectivité utilisent et adaptent



Les mesures incitatives visant les propriétés privées ont un rôle crucial à jouer pour soutenir les efforts de connectivité entre les terres privées et publiques. Parc naturel Beverin, Suisse, dans une zone soumise à un aménagement intensif © Juraj Švajda

les politiques et les lois en vigueur, en particulier celles qui portent sur la conservation et l'utilisation durable des ressources. Il s'agit notamment de lois sur les aires protégées ou sur la conservation de la biodiversité ou de la nature en général, ou encore de lois visant des ressources en particulier, comme celles relatives à l'exploitation durable des forêts, des pêcheries, des sols ou de l'eau. Ces instruments sont normalement assortis d'une réglementation directe et on peut penser qu'ils accordent une attention particulière à la conservation de la connectivité pour atteindre leurs objectifs de manière efficace. Les lois complémentaires peuvent couvrir les contrôles de la chasse, la gestion intégrée des ressources et le contrôle de la pollution de l'environnement. Les grands domaines du droit substantiel qui vont au-delà des instruments de conservation traditionnels sont également importants. Cela comprend des lois et des politiques sur l'aménagement du territoire; le contrôle du développement (par exemple par le biais du zonage); la planification de l'espace marin; l'acquisition de droits par le biais de permis et de licences gouvernementaux dans les secteurs des transports, des infrastructures, de l'exploitation minière et de l'énergie; les servitudes de conservation et les accords volontaires; et les évaluations environnementales stratégiques et axées sur les projets.

Les instruments économiques forment un autre ensemble d'outils qui peuvent renforcer la réglementation directe ou servir d'approche complémentaire pour soutenir la conservation de la connectivité. Ces instruments peuvent inciter certains propriétaires fonciers et détenteurs de droits à poser des gestes en faveur des corridors écologiques. On parle ici des mesures d'encouragement (p. ex. de l'assistance technique, des subventions, des crédits d'impôt ou des réductions de la charge fiscale); des mesures contraignantes (p. ex. des augmentations d'impôts ou la privation d'assistance technique); des compensations pour les mesures de conservation ou la perte de productivité économique; des paiements pour les services



Les zèbres de la réserve de Masai Mara, au Kenya, se dispersent largement sur les terres communales environnantes. Le développement d'initiatives privées de conservation en Afrique peut contribuer aux objectifs de conservation de la connectivité © Gary Tabor

environnementaux ou l'intendance de l'environnement (p. ex. le maintien du couvert forestier, la restauration des zones riveraines ou d'autres infrastructures vertes); des mécanismes de marché tels que les permis négociables et les banques de la conservation (ou banque de la biodiversité (voir Lausche et al., 2013 pour un examen approfondi de ces mécanismes dans le contexte des environnements terrestres et marins).

Le processus officiel de modification ou d'adoption de nouveaux instruments juridiques demande du temps et ne doit en aucun cas ralentir les efforts visant à protéger et à consolider les corridors écologiques. Même si leurs cadres juridiques varient, la plupart des pays sont dotés de systèmes juridiques – nationaux et infranationaux (provinces, États, etc.) – qui disposent déjà de certains outils permettant d'entamer le processus essentiel de reconnaissance et de protection des corridors écologiques, notamment par le biais d'instruments tels que les SPANB et les plans d'action nationaux sur les changements climatiques (voir annexe, études de cas 1 et 2). Il convient de recenser et d'analyser ces outils dès que possible pour les principaux sites de connectivité et ce, avant que leur conservation ne soit plus faisable sur le plan économique ou politique, même si le processus à long terme de modification ou d'adoption d'une nouvelle législation propre à la connectivité suit son cours.

L'établissement de corridors écologiques contribue à l'approche globale connue sous le nom de « solutions fondées sur la nature », définie par l'UICN comme « les actions visant à protéger, gérer de manière durable et restaurer des écosystèmes naturels ou modifiés pour relever directement les défis de la société de manière efficace et adaptative, tout en assurant le bien-être humain et en produisant des bénéfices pour la biodiversité ». On trouvera des orientations sur les solutions fondées sur la nature dans Cohen-Shacham et al. (2016).

Inscription des corridors écologiques et des réseaux écologiques de conservation dans la base de données « Protected Planet »

Les autorités compétentes peuvent volontairement déclarer des informations sur les corridors écologiques et les réseaux écologiques de conservation à la base de données Protected Planet gérée par le PNUE-WCMC et l'UICN, qui encouragent cette pratique. Au moment de la publication du présent document, les partenaires travaillent à l'élaboration de la procédure de déclaration. Consultez le site www.protectedplanet.net pour vérifier si la base de données est en ligne.

Habituellement, un pays dispose d'un agent de liaison pour la base de données Protected Planet qui communique les informations sur le corridor écologique ou le réseau écologique de conservation en utilisant le portail prévu à cet effet. Les autorités de gouvernance peuvent également

soumettre des informations directement dans la base de données Protected Planet. Les propriétaires fonciers ou les détenteurs de droits conservent le droit de s'opposer à la désignation ou à la reconnaissance de leur domaine comme corridor écologique dans les cas où leur consentement libre, préalable et informé n'a pas été obtenu. Cette règle s'applique aux quatre types de gouvernance présentés dans la section « Gouvernance » du chapitre 5

En inscrivant une zone en tant que corridor écologique ou réseau écologique de conservation dans la base de données Protected Planet impose, l'autorité de gestion se donne une responsabilité accrue pour continuer à gérer cette zone dans une optique de conservation de la connectivité à long terme. L'autorité est tenue de signaler toute modification des limites, de la gouvernance ou des objectifs de la zone. Bien que les contextes nationaux diffèrent, il faut espérer que les législations nationales ou régionales apporteront un soutien et une reconnaissance accrues aux modes de gouvernance existants et ne remplaceront ou ne modifieront pas inutilement les arrangements locaux.



Plus de la moitié des tigres sauvages du monde (*Panthera tigris*) se trouvent en Inde, et leur survie dépend de corridors délimités au sein de paysages très fragmentés pour survivre. Ici, un jeune tigre parcourt le parc national de Tadoba, en Inde centrale. © Grégoire Dubois



Partout dans le monde, les infrastructures de transport linéaire menacent la faune et la flore en étant la cause de mortalité directe et de fragmentation de la connectivité écologique. En haut : une tortue peinte (*Chrysemys picta*) effectue une traversée périlleuse dans le Valentine National Wildlife Refuge, au Nebraska, aux États-Unis © Marcel Huijser; en bas : un nandou (*Rhea americana*) traverse la route près de Bonito, dans le Mato Grosso do Sul, au Brésil © Marcel Huijser

Conclusion

8



Buse à épaulettes (*Buteo lineatus*), parc historique national du canal Chesapeake et Ohio, Maryland, États-Unis © Nicholas Tait

Les corridors écologiques dans les écosystèmes terrestres, d'eau douce et marins sont une désignation de conservation dont on a grandement besoin pour assurer la santé des écosystèmes. Ils constituent un maillon essentiel des réseaux écologiques de conservation et viennent compléter les objectifs des aires protégées et des AMCEZ, car ils relient ces habitats essentiels et d'autres zones naturelles intactes. Les présentes lignes directrices s'inscrivent dans un contexte marqué par une volonté croissante de conserver la connectivité, une démarche soutenue par les scientifiques, les décideurs politiques et les praticiens. La conservation de la connectivité exige des approches de mise en œuvre novatrices pour permettre de conserver les terres et les eaux au sein de la matrice de conservation en tenant compte des modes d'utilisation des ressources, des compétences administratives, des cultures et des caractéristiques géographiques. Les présentes lignes directrices proposent des orientations sur la manière de conserver les caractéristiques vitales de la connectivité écologique dans chaque scénario de conservation, de manière cohérente et mesurable. La boîte à outils pour la conservation de la connectivité rassemble de multiples thèmes : les types de reconnaissance formelle et informelle, la législation nationale, les règlements de zonage locaux et régionaux, les servitudes de conservation, la conception de la conservation et la planification des transports. Notre monde a besoin d'une telle diversité de mesures pour préserver et restaurer la connectivité écologique, laquelle est un atout essentiel pour stopper la perte de biodiversité et favoriser l'adaptation aux changements climatiques.

La connectivité écologique se décline en diverses dimensions, notamment le flux génétique, les déplacements des individus, la dynamique des métapopulations, les migrations, la dispersion saisonnière et les flux des processus écologiques. Nous avons défini les termes « réseaux écologiques » et « corridors écologiques » de manière théorique et pratique afin d'établir un ensemble commun de termes, de principes et d'approches qui peuvent être appliqués de manière uniforme, tout en étant adaptables aux contextes particuliers de la connectivité écologique dans les différentes régions du monde. L'utilisation de cette terminologie commune et la collaboration au service d'une cause commune contribueront aux efforts de conservation de la connectivité.

Les fondements scientifiques de la conservation de la connectivité démontrent clairement que les zones plus vastes et mieux connectées sont plus susceptibles de préserver la biodiversité et l'intégrité écologique. Face aux crises actuelles de la biodiversité et du climat, il faut de toute urgence restaurer et préserver la connectivité écologique entre et parmi les aires protégées, les AMCEZ et d'autres zones naturelles intactes. En reliant ces espaces, on peut stopper et faire reculer la fragmentation des écosystèmes.

Des écosystèmes bien connectés soutiennent un éventail de fonctions écologiques, notamment les migrations, le cycle de l'eau et des nutriments, la pollinisation, la dispersion des semences, la sécurité alimentaire, la résilience climatique et la résistance aux maladies.

La perte de connectivité écologique découle le plus souvent de décisions stratégiques et de gestion prises par les secteurs du développement, des transports, de l'agriculture et de l'extraction. Nous avons voulu, dans ces lignes directrices et études de cas, présenter des exemples et de meilleures pratiques pour illustrer les approches qui peuvent assurer la connectivité écologique pour une multitude d'écosystèmes et d'espèces, et à différentes échelles spatiales et temporelles. Les capacités humaines et techniques doivent être mises à contribution en vue de généraliser et d'accélérer l'adoption de mesures de conservation de la connectivité permettant d'atténuer les effets des changements climatiques et de mieux s'y adapter.

La connectivité écologique dépasse souvent les frontières nationales et peut chevaucher différents écosystèmes au sein d'un pays. Les stratégies et les approches ici décrites prennent soigneusement en considération la manière de mettre en place des mesures transfrontalières nationales et régionales afin qu'elles contribuent à des progrès collectifs sur le plan international. La planification et la mise en œuvre de réseaux et de corridors écologiques supposent des objectifs précis, ainsi que des mécanismes de gouvernance et de gestion orientés vers l'obtention de résultats efficaces en matière de conservation.

Si l'on ne parvient pas à préserver la connectivité écologique, on ne pourra pas atteindre la plupart des objectifs mondiaux, régionaux et nationaux liés à la conservation de la biodiversité, aux changements climatiques et à la durabilité environnementale. Il ne faut pas sous-estimer l'importance de la connectivité dans la réalisation des objectifs de la Convention sur la diversité biologique. De ce fait, elle revêt une grande importance pour la réalisation d'objectifs actuels et futurs de nombreux autres accords multilatéraux sur l'environnement. Si elle est davantage reconnue dans les lois et les politiques à travers le monde, la connectivité écologique peut servir de mécanisme intégrateur et transversal pour faire avancer les obligations et les engagements à l'intérieur et au-delà des frontières nationales. Globalement, la conservation de la connectivité permet de relier les aires protégées, les AMCEZ et les corridors écologiques et, par le fait même, d'apporter des solutions adaptables aux défis environnementaux, sociaux et économiques. Le monde a besoin – et c'est dans notre intérêt collectif – de protéger, de préserver et de restaurer la connectivité écologique.

Glossaire

Aire protégée : Un espace géographique clairement défini, reconnu, consacré et géré, par tout moyen efficace, juridique ou autre, afin d'assurer à long terme la conservation de la nature ainsi que les services écosystémiques et les valeurs culturelles qui lui sont associés (Dudley, 2008; Stolton et al., 2013).

AMCEZ (autre mesure de conservation efficace par zone) : Une zone géographiquement délimitée, autre qu'une aire protégée, qui est réglementée et gérée de façon à obtenir des résultats positifs et durables à long terme pour la conservation *in situ* de la diversité biologique, y compris des fonctions et services écosystémiques connexes et, le cas échéant, des valeurs culturelles, spirituelles, socioéconomiques et d'autres valeurs pertinentes localement (CMAP – UICN, 2019).

Autorité de gouvernance : L'institution, l'agence, la personne, les peuples autochtones ou le groupe communautaire, ou tout autre organisme reconnu comme détenant le pouvoir et la responsabilité de la prise de décision sur une zone, et dont le pouvoir peut comprendre la gestion d'une zone (CMAP - UICN, 2019; Borrini- Feyerabend et al., 2014). Il est à noter qu'il peut y avoir plusieurs autorités de gouvernance, à la fois formelles et informelles.

Communauté locale : Un groupe de personnes qui partagent un territoire et qui participent à des aspects différents, mais connexes des moyens de subsistance, tels que la gestion des ressources naturelles, la production de connaissances et de culture, et la mise au point de technologies et de pratiques de production. Comme cette définition peut s'appliquer à des communautés de tailles diverses, on peut préciser que les membres d'une « communauté locale » sont ceux qui sont susceptibles de se rencontrer en personne et/ou de s'influencer les uns les autres au quotidien. En ce sens, un village rural, un clan ou les habitants d'un voisinage urbain peuvent être considérés comme une « communauté locale », mais pas tous les habitants d'un district, d'un quartier urbain ou même d'une ville rurale. Une « communauté locale » peut être sédentaire ou itinérante (Borrini-Feyerabend et al., 2004).

Connectivité

- **Connectivité écologique** : Le mouvement sans entrave des espèces et le flux des processus naturels qui soutiennent la vie sur Terre (CMS, 2020).

Il existe plusieurs sous-définitions de *connectivité écologique* qui sont utiles dans le contexte des présentes lignes directrices :

- **Connectivité écologique pour les espèces (définition scientifique détaillée)** : Le mouvement des populations, des individus, des gènes, des gamètes et des propagules entre les populations, les communautés et les écosystèmes, ainsi que celui des matières non vivantes d'un endroit à un autre.
 - **Connectivité fonctionnelle pour les espèces** : Une description de la façon dont les gènes, les gamètes, les propagules ou les individus se déplacent dans les paysages terrestres, d'eau douce et marins (Rudnick et al., 2012; Weeks, 2017).
 - **Connectivité structurelle pour les espèces** : Une mesure de la perméabilité de l'habitat en fonction des caractéristiques physiques et de la disposition des parcelles d'habitat, des perturbations et d'autres éléments terrestres, dulcicoles ou marins jugés importants pour le déplacement des organismes dans leur environnement. La connectivité structurelle est utilisée dans le cadre des efforts visant à restaurer ou à estimer la connectivité fonctionnelle lorsque des mesures de celle-ci sont inexistantes (Hilty et al., 2019).
- Conservation** : La protection, le soutien, la gestion et l'entretien des écosystèmes, des habitats, des espèces sauvages et des populations, dans ou en dehors de leur environnement naturel, afin de sauvegarder les conditions naturelles nécessaires à leur pérennité.
- Corridor écologique** : Un espace géographique clairement défini qui est régi et géré à long terme dans le but de maintenir ou de restaurer une connectivité écologique efficace. Les termes suivants sont souvent utilisés dans ce sens : « liens », « passages sûrs », « aires de connectivité écologique », « zones de connectivité écologique » et « zones de perméabilité ».
- Détenteurs de droit, parties prenantes** : Dans le contexte des aires protégées et de la conservation, le terme « détenteurs de droits » désigne les acteurs (tels que, mais pas uniquement, les propriétaires terriens) auxquels la société attribue des droits légaux ou coutumiers par rapport à la terre, à l'eau et aux ressources naturelles. Le terme « partie prenante » désigne les acteurs qui possèdent des intérêts et des préoccupations directement ou indirectement liés ces ressources, mais qui ne sont pas légalement ou socialement reconnus en tant que détenteurs de droits (Borrini-Feyerabend et al., 2014).
- Dispersion** : Le phénomène par lequel il y a un déplacement d'individus ou de semences d'un site vers un site de reproduction ou de croissance.
- Diversité biologique** : Variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes (CDB, Article 2, 1992).

Écosystème : Le complexe dynamique formé de communautés de plantes, d'animaux et de micro-organismes et de leur environnement non vivant qui par leur interaction, forment une unité fonctionnelle. Il s'agit de la somme totale de tous les processus abiotiques et biotiques en cours dans un écosystème qui transfèrent de l'énergie et de la matière au sein des écosystèmes et entre eux (par exemple, les cycles biogéochimiques, la production primaire, etc.) (CDB, article 2, 1992).

- **Dynamique écosystémique** : Les activités biologiques collectives des plantes, des animaux et des microbes et les incidences de ces activités – alimentation, croissance, déplacement, excrétion de déchets, etc. – sur les conditions physiques et chimiques de l'environnement (Naeem et al., 1999).
- **Services écosystémiques** : Les bienfaits que les écosystèmes procurent aux gens. Ils comprennent les services d'approvisionnement, par exemple en nourriture et en eau; les services de régulation tels que le contrôle des inondations et des maladies; les services culturels tels que les bienfaits spirituels, récréatifs et culturels; et les services de soutien tels que le cycle des nutriments qui maintiennent les conditions de vie sur Terre (Évaluation des écosystèmes pour le millénaire, 2005).
- **Structure de l'écosystème** : L'architecture biophysique d'un écosystème; la composition et la disposition de toute la matière physique vivante et non vivante dans un milieu donné (Russi et al., 2013).

Espèce migratrice : L'ensemble de la population ou toute partie séparée géographiquement de la population de toute espèce ou de tout taxon inférieur d'animaux sauvages, dont une fraction importante franchit cycliquement et de façon prévisible une ou plusieurs des limites de juridiction nationale (CMS, article 1, 1979).

Fragmentation : Le morcellement d'un habitat, d'un écosystème ou d'un mode d'utilisation des terres en parcelles de plus en plus petites et souvent plus isolées, ce qui a pour effet de réduire le nombre d'espèces que l'habitat peut soutenir.

Gouverné (régé) : La situation dans laquelle une zone est sous l'autorité d'une ou de plusieurs entités précises qui assurent la mise en œuvre des mesures, de la politique et des activités de la zone. Les corridors écologiques peuvent être régis selon les mêmes types de gouvernance que les aires protégées.

Géré : Dans le contexte d'un corridor écologique, la prise de mesures actives pour conserver ou restaurer les valeurs naturelles (et possiblement d'autres) pour en assurer la fonctionnalité. Notons que « géré » peut inclure la décision de ne pas intervenir dans la zone.

Habitat : Le lieu ou type de site dans lequel un organisme ou une population existe à l'état naturel. (CDB, article 2, 1992).

Indicateur écologique : Une caractéristique mesurable liée à un besoin d'information écologique précis, tel que

l'état d'une population, l'évolution d'une menace ou les progrès réalisés à l'égard d'un objectif écologique (Hilty & Merenlender, 2000).

Migration : Le déplacement annuel ou saisonnier régulier d'animaux individuels ou de populations d'animaux entre des habitats distincts, chacun de ces habitats étant occupé pendant différentes parties de l'année (Lindenmayer & Burgman, 2005).

Paysage : Un espace hétérogène comprenant un ensemble d'écosystèmes, de caractéristiques géologiques et de processus écologiques en interaction et souvent soumis à des influences anthropiques (Forman & Godron, 1986; Wu, 2008). Les paysages sont généralement vastes, mais peuvent être délimités à différentes échelles spatiales. L'interaction des éléments spatiaux du paysage peut donner lieu à de nouveaux effets qui ne sont pas inhérents à chaque élément séparément (p. ex. la viabilité des populations, les microclimats, la régulation des eaux de ruissellement, la qualité esthétique, etc.).

Paysage marin : Une région marine spatialement hétérogène qui peut être délimitée à différents niveaux et qui comprend des aspects physiques, géologiques et chimiques des océans. Il peut s'agir d'une combinaison de côtes et de mers adjacentes, comme les mangroves, les récifs coralliens, les herbiers marins, les marais salés et la haute mer. Elle comprend les caractéristiques géologiques et morphologiques des fonds marins ainsi que les communautés vivantes du benthos, de la colonne d'eau et de la surface, et est souvent soumise à des influences anthropiques (Pittman, 2017; Fuller, 2013). Les paysages marins sont généralement vastes, mais peuvent être délimités à différentes échelles spatiales.

Peuples autochtones : Des peuples tribaux qui se distinguent des autres secteurs de la communauté nationale par leurs conditions sociales, culturelles et économiques et qui sont régis totalement ou partiellement par des coutumes ou des traditions qui leur sont propres ou par une législation spéciale. Le terme renvoie également à des peuples dans les pays indépendants qui sont considérés comme indigènes du fait qu'ils descendent des populations qui habitaient le pays, ou une région géographique à laquelle appartient le pays, à l'époque de la conquête ou de la colonisation ou de l'établissement des frontières actuelles de l'État, et qui, quel que soit leur statut juridique, conservent leurs institutions sociales, économiques, culturelles et politiques propres ou certaines d'entre elles (Borrini-Feyerabend et al., 2004; l'UICN s'est inspirée de la Convention 169 de l'OIT relative aux peuples indigènes et tribaux). La terminologie privilégiée varie selon les régions du monde et des termes tels que « aborigène » ou « peuples traditionnels » sont employés en remplacement.

Populations : Tous les individus d'une même espèce qui vivent en même temps dans une zone géographique donnée et qui ont la capacité de se reproduire entre eux.

Réseau écologique (de conservation) : Un ensemble d'habitats essentiels (aires protégées, AMCEZ et autres zones naturelles intactes) reliés par des corridors écologiques qui est établi, restauré au besoin et maintenu pour conserver la diversité biologique dans des milieux fragmentés (voir Bennett & Mulongoy, 2006).

Résilience : Dans le contexte des réseaux écologiques de conservation, la capacité d'une partie ou de la totalité d'un réseau écologique à résister aux changements des processus qui régulent ses structures et ses fonctions (Holling & Gunderson 2002).

Restauration : Dans le contexte des corridors écologiques, c'est la restauration de la connectivité écologique qui a été diminuée, altérée ou détruite (adapté de Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group, 2004). La restauration est orientée par des intrants scientifiques qui aident à hiérarchiser les mesures.

Suivi : La collecte d'informations sur les indicateurs et/ou les cibles de manière récurrente au fil du temps pour évaluer

les tendances concernant la situation réelle par rapport aux cibles de conservation. Le suivi tient compte souvent de l'efficacité des activités de gestion et/ou de gouvernance (p. ex. Hilty & Merenlender, 2000).

Utilisation durable : L'utilisation des éléments constitutifs de la diversité biologique d'une manière et à un rythme qui n'entraînent pas leur appauvrissement à long terme, et sauvegardent ainsi leur potentiel pour satisfaire les besoins et les aspirations des générations présentes et futures (CDB, article 2, 1992).

Voie migratoire : Toute l'aire de répartition d'une espèce d'oiseau migrateur, de populations distinctes d'une espèce ou de groupes d'espèces apparentées, par laquelle les individus se déplacent sur une base annuelle, saisonnière ou pluriannuelle depuis les sites de reproduction vers les sites de non-reproduction. Le terme inclut également les lieux intermédiaires de repos et d'alimentation, ainsi que les zones dans lesquelles les oiseaux migrent (Boere & Stroud, 2006).



Le corridor du fleuve Russian, en Californie, aux États-Unis, assure une connectivité écologique lorsque le fleuve coule à travers des paysages agricoles, résidentiels et urbains. © Adina Merenlender

Références

- Abell, R., Lehner, B., Thieme, M., and Linke, S. (2017). 'Looking beyond the fence line: Assessing protection gaps for the world's rivers'. *Conservation Letters* 10:384–394. <https://doi.org/10.1111/conl.12312>.
- Albert, C.H., Rayfield, B., Dumitru, M., and Gonzalez, A. (2017). 'Applying network theory to prioritize multispecies habitat networks that are robust to climate and land-use change'. *Conservation Biology* 31:1383–1396. <http://doi.org/10.1111/cobi.12943>.
- Almany, G.R., Connolly, S.R., Heath, D.D., Hogan, J.D., Jones, G.P., McCook, L.J., Mills, M., Pressey, R.L., and Williamson, D.H. (2009). 'Connectivity, biodiversity conservation and the design of marine reserve networks for coral reefs'. *Coral Reefs* 28:339–351. <https://doi.org/10.1007/s00338-009-0484-x>.
- Allen, C. H., Parrott, L., and Kyle, C. (2016). 'An individual-based modelling approach to estimate landscape connectivity for bighorn sheep (*Ovis canadensis*)'. *PeerJ* 4. <https://doi.org/10.7717/peerj.2001>.
- Ament, R., Callahan, R., McClure, M., Reuling, M., and Tabor, G. (2014). *Wildlife Connectivity: Fundamentals for Conservation Action*. Bozeman, MT: Center for Large Landscape Conservation.
- Anderson, A.B. and Jenkins, C.N. (2006). *Applying Nature's Design: Corridors as a Strategy for Biodiversity Conservation*. New York: Columbia University Press. <https://doi.org/10.1086/513391>
- Anderson, M.G., Clark, M. and Sheldon, A.O. (2014). 'Estimating climate resilience for conservation across geophysical settings'. *Conservation Biology* 28(4): 959–970.
- Ankersen, T.T. (1994). 'Mesoamerican Biological Corridor: The legal framework for an integrated, regional system of protected areas'. *Journal of Environmental Law and Litigation* 9:499–549.
- Ayebare, S., Ponce-Reyes, R., Segan, D.B., Watson, J.E.M., Possingham, H.P., Seimon, A., and Plumpton, A.J. (2013). 'Identifying climate resilient corridors for conservation in the Albertine Rift'. Unpublished Report by the Wildlife Conservation Society to MacArthur Foundation.
- Balbar, A.C. and Metaxas, A. (2019). 'The current application of ecological connectivity in the design of marine protected areas.' *Global Ecology and Conservation* 17:e00569. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00569>.
- Barthem, R.B., Goulding, M., Leite, R.G., Cañas, C., Forsberg, B., Venticinque, E., Petry, P., Ribeiro, M.L., Chuctaya, J., and Mercado, A. (2017). 'Goliath catfish spawning in the far western Amazon confirmed by the distribution of mature adults, drifting larvae and migrating juveniles'. *Scientific Reports* 7:41784.
- Bastian O., Grunewald K., and Khoroshev A.V. (2015). 'The significance of geosystem and landscape concepts for the assessment of ecosystem services: Exemplified on a case study in Russia'. *Landscape Ecology* 30:1145–1164. <https://doi.org/10.1007/s10980-015-0200-x>.
- Bay Area Open Space Council (2011). *The Conservation Lands Network: San Francisco Bay Area Upland Habitat Goals Project Report*. Berkeley, CA: Bay Area Open Space Council. <https://www.bayarealands.org/wp-content/uploads/2017/07/CLN-1.0-Original-Report.pdf> (Accessed: 25 March 2019).
- Beier, P., Majka, D.R., and Spencer, W.D. (2008). 'Forks in the road: Choices in procedures for designing wildland linkages'. *Conservation Biology* 22:836–851. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.00942.x>.
- Beier, P., Spencer, W., Baldwin, R.F., and McRae, B. (2011). 'Toward best practices for developing regional connectivity maps'. *Conservation Biology* 25:879–892. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2011.01716.x>.
- Bennett, A.F. (2003). *Linkages in the Landscape: The Role of Corridors and Connectivity in Wildlife Conservation*. Gland, Switzerland: IUCN. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2004.FR.1.en>.
- Bennett, G. and Mulongoy, K.J. (2006). *Review of Experience with Ecological Networks, Corridors and Buffer Zones*, CBD Technical Series 23. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.
- Benson, R.L., Turo, S., and McCovey Jr., B.W. (2007). 'Migration and movement patterns of green sturgeon (*Acipenser medirostris*) in the Klamath and Trinity rivers, California, USA'. *Environmental Biology of Fishes* 79:269–279.
- Boere, G. C. and Stroud, D.A. (2006). 'The flyway concept: What it is and what it isn't'. In: G.C. Boere, C.A. Galbraith, and D.A. Stroud, (eds.). *Waterbirds around the World*, pp. 40-47. Edinburgh: The Stationery Office.
- Boitani, L., Falcucci, A., Maiorano, L. and Rondinini, C. (2007). 'Ecological networks as conceptual frameworks or operational tools in conservation'. *Conservation Biology* 21(6):1414–1422.
- Borrini-Feyerabend, G., Dudley, N., Jaeger, T., Lassen, B., Broome, N., Phillips, A. and Sandwith, T. (2014). *Gouvernance des aires protégées : de la compréhension à l'action*. Lignes directrices des meilleures pratiques pour les aires protégées no. 20. Gland, Suisse : IUCN. <https://portals.iucn.org/library/node/44864>.
- Borrini-Feyerabend, G., Kothari, A. and Oviedo, G. (2004). *Indigenous and Local Communities and Protected Areas: Towards Equity and Enhanced Conservation*. Best Practice Protected Areas Guideline Series, no. 11. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN. <https://portals.iucn.org/library/node/8549>.

- Brashares, J. S., Arcese, P., and Sam, M.K. (2001). 'Human demography and reserve size predict wildlife extinction in West Africa'. *Proceedings of the Royal Society of London: Biological Sciences* 268:2473–2478. <https://doi.org/10.1098/rspb.2001.1815>.
- Caballero, P., Battaglini, E., and Lagnaoui, A. (2015). 'Project information document: Orinoquia Integrated Sustainable Landscapes.' The World Bank. <http://documents.worldbank.org/curated/en/800621561650457648/pdf/Project-Information-Documents-Orinoquia-Integrated-Sustainable-Landscapes-P167830.pdf> (Accessed: 14 November 2019).
- Carr, M., Robinson, S.P., Wahle, C., Davis, G., Kroll, S., Murray, S., Schumacher, E.J., and Williams, M. (2017). 'The central importance of ecological spatial connectivity to effective coastal marine protected areas and to meeting the challenges of climate change in the marine environment'. *Aquatic Conservation*. <https://doi.org/10.1002/aqc.2800>.
- CBD (Convention on Biological Diversity) (5 June 1992). 1760 UNTS 69. https://treaties.un.org/pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtsg_no=XXVII-8&chapter=27 (Accessed: 25 March 2019).
- CBD (2008). *CBD Guidance on Marine and Coastal Protected Areas and Networks*. COP 2008 IX/20, Annex I and II.
- CBD (2011). *Strategic Plan for Biodiversity 2011–2020 and the Aichi Targets*. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.
- Ceballos, G., Ehrlich, P.R., and Dirzo, R. (2017). 'Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines'. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114(30): E6089–E6096. <https://doi.org/10.1073/pnas.1704949114>.
- CEPF (Critical Ecosystems Partnership Fund). Website: <https://www.cepf.net/our-work/biodiversity-hotspots/caribbean-islands/species> (Accessed: 23 October 2019).
- Citanovic, C. and Hobday, A.C. (2018). 'Building optimism at the environmental science-policy-practice interface through the study of bright spots'. *Nature Communications* 9(1):3466. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-05977-w>.
- CMS (Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals) (23 June 1979). 1651 UNTS 333. <https://treaties.un.org/pages/showDetails.aspx?objid=08000002800bc2fb> (Accessed: 25 March 2019).
- CMS (2020). *Improving Ways of Addressing Connectivity in the Conservation of Migratory Species*, Resolution 12.26 (REV.COP13), Gandhinagar, India (17-22 February 2020). UNEP/CMS/COP13/CRP 26.4.4. https://www.cms.int/sites/default/files/document/cms_cop13_crp26.4.4_addressing-connectivity-in-conservation-of-migratory-species_e_0.docx.
- Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C. and Maginnis, S. (eds.) (2016). *Nature-based Solutions to Address Global Societal Challenges*. Gland, Switzerland: IUCN. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.13.en>.
- Compton, B.W., McGarigal, K., Cushman, S.A., and Gamble, L.R. (2007). 'A resistant-kernel model of connectivity for amphibians that breed in vernal pools'. *Conservation Biology* 21:788–799. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00674.x>.
- Conservation Corridor (2018). 'Corridor Toolbox'. <http://conservationcorridor.org/corridor-toolbox/> (Accessed: 14 November 2019).
- Conservation Measures Partnership (2013). *Open Standards for the Practice of Conservation Version 3.0*. <http://cmp-openstandards.org> (Accessed: 15 November 2019).
- Context Pty Ltd. (2008). *Strategic Plan for Conservation Management Networks in Victoria: Working Together to Protect Biodiversity*. Brunswick, Victoria: Context Pty Ltd. http://www.swift.net.au/cb_pages/conservation_management_networks_cmns.php (Accessed: 25 March 2019).
- Cowen, R.K., Gawarkiewicz, G., Pineda, J., Thorrold, S.R., and Werner, F.E. (2007). 'Population connectivity in marine systems: An overview'. *Oceanography* 20:14–21. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2007.26>.
- Cowen, R.K. and Sponaugle, S. (2009). 'Larval dispersal and marine population connectivity'. *Annual Review of Marine Science* 1:443–466. <https://doi.org/10.1146/annurev.marine.010908.163757>.
- Crooks, K. R. and Sanjayan, M. (eds.) (2006). *Connectivity Conservation*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511754821>.
- Day, J., Dudley, N., Hockings, M., Holmes, G., Laffoley, D., Stolton, S., and Wells, S. (2012). *Application des catégories de gestion aux aires protégées : lignes directrices pour les aires marines. Lignes directrices des meilleures pratiques pour les aires protégées no. 19*. Gland, Suisse : IUCN. <https://portals.iucn.org/library/node/10203>.
- Degteva, S.V., Ponomarev, V.I., Eisenman, S.W., and Dushenkov, V. (2015). 'Striking the balance: challenges and perspectives for the protected areas network in northeastern European Russia'. *Ambio* 44:473–490.
- Dickson, B.G., Albano, C.M., McRae, B.H., Anderson, J.J., Theobald, D.M., Zachmann, L.J., and Dombek, M.P. (2017). 'Informing strategic efforts to expand and connect protected areas using a model of ecological flow, with application to the western United States'. *Conservation Letters* 10:564–571. <https://doi.org/10.1111/conl.12322>.

- Doyle, M.W., Stanley, E.H., Luebke, M.A., and Harbor, J.M. (2000). 'Dam removal: Physical, biological, and societal considerations'. In R.H. Hotchkiss and M. Glade (eds.). *Building Partnerships*, pp. 1-10. Proceedings of the 2000 Joint Conference on Water Resources Engineering and Water Resources Planning and Management, Minneapolis, MN, 30 July–2 August.
<https://ascelibrary.org/doi/book/10.1061/9780784405178>
- Dudley, N. (ed.) (2008). *Lignes directrices pour l'application des catégories de gestion aux aires protégées*. Gland, Suisse : IUCN.
<https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2008.PAPS.2.fr>
- Ellis, E.C., Goldewijk, K., Siebert, S., Lightman, D. and Ramankutty, N., 2010. 'Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000.' *Global Ecology and Biogeography* 19(5):589–606.
<https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00540.x>
- Elsen, P.R., Monahan, W.B., and Merenlender, A.M. (2018). 'Global patterns of protection of elevational gradients in mountain ranges'. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 201720141.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1720141115>.
- European Parliament and Council. (2014). *Directive 2014/89/ EU Parliament and Council of the European Union, 23 July 2014: Establishing a Framework for Maritime Spatial Planning*.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32014L0089> (Accessed: 25 March 2019).
- Farrier, D., Harvey, M., Teles Da Silva, S., Diegues Leuzinger, M., Verschuuren, J., Gromilova, M., Trouwborst, A., and Paterson, A.R. (2013). *The Legal Aspects of Connectivity Conservation (Vol. 2) – Case Studies*. Gland, Switzerland: IUCN.
<https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/EPLP-085-002.pdf> (Accessed: 15 November 2019).
- Foden, W.B. and Young, B.E. (eds.) (2016). *IUCN SSC Guidelines for Assessing Species' Vulnerability to Climate Change. Version 1.0*. Occasional Paper of the IUCN Species Survival Commission, no. 59. Cambridge, UK and Gland, Switzerland: IUCN Species Survival Commission. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.SSC-OP.59.en>.
- Forman, T.T., and Godron, M. (1986). *Landscape Ecology*. New York: John Wiley & Sons.
- Fuller, B.J.C. (2013). 'Advances in seascape ecology: Applying landscape metrics to marine systems'. *Ecology of Fragmented Landscapes* 1(5).
- Gillanders, B.M., Able, K.W., Brown, J.A., Eggleston, D.B., and Sheridan, P.F. (2003). 'Evidence of connectivity between juvenile and adult habitats for mobile marine fauna: An important component of nurseries'. *Marine Ecology Progress Series* 247:281–295.
<https://doi.org/10.3354/meps247281>.
- Green, A.L., Fernandes, L., Almany, G., Abesamis, R., McLeod, E., Alina, P.M., White, A.T., Salm, R., Tanzer, J., and Pressey, R.L. (2014). 'Designing marine reserves for fisheries management, biodiversity conservation, and climate change adaptation'. *Coastal Management* 42(2):143–159.
<https://doi.org/10.1080/08920753.2014.877763>.
- Grorud-Colvert, K., Claudet, J., Carr, M., Caselle, J., Day, J., Friedlander, A., Lester, S., Lison de Loma, T., Tissot, B., and Malone, D. (2011). 'The assessment of marine reserve networks: Guidelines for ecological evaluation'. In: J. Claudet, J. (ed.). *Marine Protected Areas: A Multidisciplinary Approach*, pp. 293-321. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781139049382.016>.
- Grorud-Colvert, K., Claudet, J., Tissot, B.N., Caselle, J.E., Carr, M.H., Day, J.C., Friedlander, A.M., Lester, S.E., Lison de Loma, T., Malone, D., and Walsh, W.J. (2014). 'Marine protected area networks: Assessing whether the whole is greater than the sum of its parts'. *PLoS ONE* 9(8):e102298.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102298>.
- Gross, J.E., Woodley, S., Welling, L.A., and Watson, J.E.M. (eds.) (2016). *Adapting to Climate Change: Guidance for Protected Area Managers and Planners*. Best Practice Protected Area Guidelines Series, no. 24, Gland, Switzerland: IUCN.
<https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2017.PAG.24.en>.
- Hanski, I. (1999). *Metapopulation Ecology*. Oxford: Oxford University Press.
- Hauer, F.R., Locke, H., Dreitz, V.J., Hebblewhite, M., Lowe, W.H., Muhlfeld, C.C., Nelson, C.R., Proctor, M.F., and Rood, S.B. (2016). 'Gravel-bed river floodplains are the ecological nexus of glaciated mountain landscapes'. *Science Advances* 2:e1600026.
<https://doi.org/10.1126/sciadv.1600026>.
- Heller, N.E., and Zavaleta, E.S. (2009). 'Biodiversity management in the face of climate change: A review of 22 years of recommendations'. *Biological Conservation* 142:14–32.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.10.006>.
- Henderson, M., Merriam, G., and Wegner, J. (1985). 'Patchy environments and species survival: Chipmunks in an agricultural mosaic'. *Biological Conservation* 31:95–105.
[https://doi.org/10.1016/0006-3207\(85\)90043-6](https://doi.org/10.1016/0006-3207(85)90043-6).
- Hermoso, V., Linke, S., Prenda, J. and Possingham, H.P. (2011). 'Addressing longitudinal connectivity in the systematic conservation planning of fresh waters'. *Freshwater Biology* 56(1):57–70.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2009.02390.x>.
- Hilty, J.A., Keeley, A.T.H., Lidicker Jr., W.Z., and Merenlender, A.M. (2019). *Corridor Ecology: Linking Landscapes for Biodiversity Conservation and Climate Adaptation*. 2nd ed. Washington, DC: Island Press.
- Hilty, J.A., and Merenlender, A.M. (2000). 'Faunal indicator taxa selection for monitoring ecosystem health'. *Biological Conservation* 92:185–197. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(99\)00052-X](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(99)00052-X).
- Hockings, M., Stolton, S., Leverington, F., Dudley, N., and Courrau, J. (2006). *Evaluating Effectiveness: A Framework for Assessing Management Effectiveness of Protected Areas*. Best Practice Protected Areas Guideline Series, no. 14, 2nd ed. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN.
<https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2006.PAG.14.en>.

- Hodgson, J.A., Thomas, C.D., Dytham, C., Travis, J.M.J., and Cornell, S.J. (2012). 'The speed of range shifts in fragmented landscapes'. *PLoS One* 7. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0047141>.
- Hodgson, J.A., Wallis, D.W., Krishna, R., and Cornell, S.J. (2016). 'How to manipulate landscapes to improve the potential for range expansion'. *Methods in Ecology and Evolution* 7:1558–1566. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12614>.
- Holling, C.S., and Gunderson, L.H. (2002). 'Resilience and adaptive cycles.' In: L.H. Gunderson, and C.S. Holling (eds.). *Panarchy: Understanding Transformation in Human and Natural Systems*, pp. 25–62. Washington, DC: Island Press.
- Horne, J.S., Garton, E.O., Krone, S.M., and Lewis, J.S. (2007). 'Analyzing animal movements using Brownian bridges'. *Ecology* 88:2354–2363. <https://doi.org/10.1890/06-0957.1>.
- IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services) (2019). *Summary for Policymakers of the Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Díaz, S., Settele, J., Brondizio E.S., Ngo, H.T., Guèze, M., Agard, J., Arneeth, A., Balvanera, P., Brauman, K.A., Butchart, S.H.M., Chan, K.M.A., Garibaldi, L.A., Ichii, K., Liu, J., Subramanian, S.M., Midgley, G.F., Miloslavich, P., Molnár, Z., Obura, D., Pfaff, A., Polasky, S., Purvis, A., Razaque, J., Reyers, B., Roy Chowdhury, R., Shin, Y.J., Visseren-Hamakers, I.J., Willis, K.J., and Zayas, C.N. (eds.). Bonn: IPBES Secretariat.
- International Union for Conservation of Nature (IUCN) (2016). *A Global Standard for the Identification of Key Biodiversity Areas, Version 1.0*. 1st ed. Gland, Switzerland: IUCN. <https://portals.iucn.org/library/node/46259>.
- IUCN World Commission on Protected Areas (WCPA) (2019). *Guidelines for Recognising and Reporting Other Effective Area-based Conservation Measures*. Gland, Switzerland: IUCN.
- IUCN (undated). World Commission on Protected Areas (IUCN WCPA). IUCN Definitions – English. https://www.iucn.org/downloads/en_iucn_glossary_definitions.pdf (Accessed: 15 November 2019).
- Jones, K.R., Venter, O., Fuller, R.A., Allan, J.R., Maxwell, S.L., Negret, P.J., Watson, J.E.M. (2018). 'One-third of global protected land is under intense human pressure'. *Science* 360:788–791. <https://doi.org/10.1126/science.aap9565>.
- Jongepierová, I., Pešout, P., Jongepier, J.W., and Prach, K. (eds.) (2012). *Ecological Restoration in the Czech Nature Conservation Agency of the Czech Republic, Prague*. <http://www.ochranaprirody.cz/en/what-we-do/territorial-system-of-ecological-stability> (Accessed: 25 March 2019).
- Jongman R., and Bogers M. (2008). *Current Status of the Practical Implementation of Ecological Networks in the Netherlands*. Alterra/ European Centre for Nature Conservation. <http://www.ecologicalnetworks.eu/documents/publications/ken/NetherlandsKENWP2.pdf> (Accessed: 25 March 2019).
- Juffe-Bignoli, J., Harrison, I., Butchart, S.H.M., Flitcroft, R., Hermoso, V., Jonas, H., Lukasiewicz, A., Thieme, M., Turak E., Bingham, H., Dalton, J., Darwall, W., Deguignet, M., Dudley, N., Gardner, R., Higgins, J., Kumar, R., Linke, S., Milton, G.R., Pittock, J., Smith, K.G. & Van Soesbergen, A. (2016). 'Achieving Aichi Biodiversity Target 11 to improve the performance of protected areas and conserve freshwater biodiversity'. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 26:133–151. <https://doi.org/10.1002/aqc.2638>.
- Keeley, A.T.H., Ackerly, D.D., Cameron, D.R., Heller, N.E., Huber, P.R., Schloss, C.A., Thorne, J.H., and Merenlender, A.M. (2018). 'New concepts, models, and assessments of climate-wise connectivity'. *Environmental Research Letters* 13:073002. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aacb85>.
- Keeley, A.T., Beier, P., Creech, T., Jones, K., Jongman, R.H., Stonecipher, G., and Tabor, G.M. (2019). 'Thirty years of connectivity conservation planning: An assessment of factors influencing plan implementation'. *Environmental Research Letters* 14(1):103001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab3234>.
- Kenneth, D., Bowen, J., and Gillingham, C. (2004). 'R9 Species Conservation Assessment for Wood Turtle – *Glyptemys insculpta* (LeConte, 1830)'. Milwaukee, WI: US Forest Service.
- Kettle, A.J., and Haines, K. (2006). 'How does the European eel (*Anguilla anguilla*) retain its population structure during its larval migration across the North Atlantic Ocean?'. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 63:90–106.
- Klaasen, M. (1996). 'Metabolic Constraints on Long-Distance Migration in Birds'. *The Journal of Experimental Biology* 199:57–64.
- KLRI (Korean Legislative Research Institute) (2014). *Baekdu-Daegan Protection Act*. Act No.12414, March 11, 2014. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/kor93916.pdf> (Accessed: 25 March 2019).
- Ladonina, N.N., Cherniakhovsky, D.A., Makarov, I.B., and Basevich, V.F. (2001). 'Managing agricultural resources for biodiversity conservation: Case study of Russia and CIS countries'. *Environment Liaison Center International*: 1–52.
- Lausche, B., Farrier, D., Verschuuren, J., La Vina, A.G.M., Trowborst, A., Born, C-H., and Aug, L. (2013). *The Legal Aspects of Connectivity Conservation: A Concept Paper*. IUCN Environmental Policy and Law Paper, no. 85, volume 1. Gland, Switzerland: IUCN. <https://portals.iucn.org/library/node/10421>.

- Lausche, B. (2012). *Lignes directrices pour la législation des aires protégées*. UICN Droit et politique de l'environnement, no. 81. Gland, Suisse : UICN. <https://portals.iucn.org/library/node/10163>.
- Lawler, J.J., Ruesch, A.S., Olden, J.D., and McRae, B.H. (2013). 'Projected climate-driven faunal movement routes'. *Ecology Letters* 16:1014–1022. <https://doi.org/10.1111/ele.12132>.
- Leibowitz, S., Wigington, P., Schofield, K., Alexander, L., Vanderhoof, M., and Golden, H. (2018). 'Connectivity of streams and wetlands to downstream waters: An integrated systems framework'. *Journal of the American Water Resources Association* 54(2):298–322. <https://doi.org/10.1111/1752-1688.12631>.
- Lindenmayer, D.B., and Burgman, M. (2005). *Practical Conservation Biology*. Victoria, Australia: CSIRO Publishing. <https://doi.org/10.1071/97806430993102>.
- Locke, H., Ellis, C.E., Venter, O., Schuster, R., Ma, K., Shen, X., Woodley, S., Kingston, N., Bhola, N., Strassburg, B.N.B., Paulsch, A., Williams, B., and Watson, J.E.M. (2019). 'Three global conditions for biodiversity conservation and sustainable use: An implementation framework'. *National Science Review* nwz136. <https://doi.org/10.1093/nsr/nwz136>.
- Loss, S.R., Will, T., and Marra, P.P. (2013). 'Estimates of bird collision mortality at wind facilities in the contiguous United States'. *Biological Conservation* 168:201–209. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.10.007>.
- MacArthur, R.H. and Wilson, E.O. (1963). An equilibrium theory of insular zoogeography. *International Journal of Organic Evolution* 17:373–387. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1963.tb03295.x>.
- MacArthur, R.H., and Wilson, E.O. (1967). *The Theory of Island Biogeography*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Margules, C.R. and Pressey, R.L. (2000). 'Systematic conservation planning'. *Nature* 405(6783):243.
- Marine Protected Areas Federal Advisory Committee (2017). *Harnessing Ecological Spatial Connectivity for Effective Marine Protected Areas and Resilient Marine Ecosystems*. <https://nmsmarineprotectedareas.blob.core.windows.net/marineprotectedareas-prod/media/archive/fac/products/connectivity-report-combined.pdf>.
- McCullough, D.R. (1996). *Metapopulations and Wildlife Conservation*. Washington, DC: Island Press.
- McGuire, J. L., Lawler, J.J., McRae, B.H., Nuñez, T.A., and Theobald, D.M. (2016). 'Achieving climate connectivity in a fragmented landscape'. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113:7195–7200. <https://doi.org/10.1073/pnas.1602817113>.
- McRae, B.H. (2006). 'Isolation by resistance'. *Evolution* 60:1551–1561. <https://doi.org/10.1111/j.0014-3820.2006.tb00500.x>.
- McRae, B.H., Shah, V., and Mohapatra, T. (2014). *Circuitscape*. <http://www.circuitscape.org/linkagemapper> (Accessed: 5 February 2018).
- Menxiu, T., Lin, Z., Li, J., Zöckler, C., and Clark, N.A. (2012). 'The critical importance of the Rudong mudflats, Jiangsu Province, China in the annual cycle of the spoon-billed sandpiper *Calidris pygmeus*'. *Wader Study Group Bulletin* 119:74.
- M'Gonigle, L. K., Ponisio, L., Cutler, K., and Kremen, C. (2015). 'Habitat restoration promotes pollinator persistence and colonization in intensively-managed agriculture'. *Ecological Applications* 25:1557–1565. <https://doi.org/10.1890/14-1863.1>.
- Miklos L, Diviakova, A and Izakovičová, Z. (2019). *Ecological Networks and Territorial Systems of Ecological Stability*. London: Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94018-2_1.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment*. Washington, DC: Island Press.
- Miller, K., and Hyun, K. (2011). 'Ecological corridors: Legal framework for the Baekdu Daegan Mountain System (South Korea)'. In: B. Lausche (ed). *Guidelines for Protected Areas Legislation*. IUCN Environmental Policy and Law Paper, no. 81. IUCN, Gland, Switzerland. <https://portals.iucn.org/library/node/9869>.
- Millington, S. (2018). *The Role of Protected Areas in the Conservation of Migratory Waterbirds in the East Asian–Australasian Flyway (PPT)*. http://www.env.go.jp/en/nature/asia-parks/pdf/wg2/APC_WG5-11_Spike%20Millington.pdf (Accessed: 1 November 2019).
- Moilanen, A., Leathwick, J., and Elith, J. (2008). 'A method for spatial freshwater conservation prioritization'. *Freshwater Biology* 53:577–592. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2007.01906.x>.
- Naeem, S., Chapin III, F.S., Costanza, R., Ehrlich, P.R., Golley, F.B., Hooper, D.U., Lawton, J.H., O'Neill, R.V., Mooney, H.A., Sala, O.E., Symstad, A.J., and Tilman, D. (1999). 'Biodiversity and ecosystem functioning: Maintaining natural life support processes'. *Issues in Ecology* 4:2–12.
- Neugarten, R.A., Langhammer, P.F., Osipova, E., Bagstad, K.J., Bhagabati, N., Butchart, S.H.M., Dudley, N., Elliott, V., Gerber, L.R., Gutierrez Arrellano, C., Ivanić, K.-Z., Kettunen, M., Mandle, L., Merriman, J.C., Mulligan, M., Peh, K.S.-H., Raudsepp-Hearne, C., Semmens, D.J., Stolton, S., and Willcock, S. (2018). *Tools for Measuring, Modelling, and Valuing Ecosystem Services: Guidance for Key Biodiversity Areas, Natural World Heritage Sites, and Protected Areas*. Best Practice Protected Area Guidelines Series, no. 28. Gland, Switzerland: IUCN. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2018.PAG.28.en>.
- Newmark, W.D. (1987). 'A land-bridge island perspective on mammalian extinctions in western North American parks'. *Nature* 325:430–432. <https://doi.org/10.1038/325430a0>.

- Newmark, W.D. (1995). 'Extinction of mammal populations in western North American national parks'. *Conservation Biology* 9:512–526. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1995.09030512.x>.
- Newmark, W.D. (2008). 'Isolation of African protected areas'. *Frontiers in Ecology and the Environment* 6:321–328. <https://doi.org/10.1890/070003>.
- Newmark, W.D., Jenkins, C.N., Pimm, S.L., McNeally, P.B., and Halley, J.M. (2017). 'Targeted habitat restoration can reduce extinction rates in fragmented forests'. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114:9635–9640. <https://doi.org/10.1073/pnas.1705834114>.
- Olds, A.D., Connolly, R.M., Pitt, K.A., Pittman, S.J., Maxwell, P.S., Huijbers, C.M., and Schlacher, T.A. (2016). 'Quantifying the conservation value of seascape connectivity: A global synthesis'. *Global Ecology and Biogeography* 25:3–15. <https://doi.org/10.1111/geb.12388>.
- Parks, S., and Harcourt, A. (2002). 'Reserve size, local human density, and mammalian extinctions in U.S. protected areas'. *Conservation Biology* 16:800–808. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2002.00288.x>.
- Phillips, A. (2007). 'A short history of the international system of protected area management categories'. Paper prepared for the WCPA Task Force on Protected Area Categories.
- Pittman, S.J. (ed.) (2017). *Seascape Ecology*. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell.
- Plumptre, A.J., Ayebare, S., Segan, D., Watson, J., and Kujirakwinja, D. (2016). 'Conservation Action Plan for the Albertine Rift.' Unpublished Report for Wildlife Conservation Society and its Partners.
- Proctor, M.F., Paetkau, D., McLellan, B.N., Stenhouse, G.B., Kendall, K.C., Mace, R.D., Kasworm, W.F., Servheen, C., Lausen, C.L., Gibeau, M.L., Wakkinen, W.L., Haroldson, M.A., Mowat, G., Apps, C.D., Ciarniello, L.M., Barclay, R.M.R., Boyce, M.S., Schwartz, C.C., and Strobeck, C. (2012). Population fragmentation and inter-ecosystem movements of grizzly bears in western Canada and the northern United States. *Wildlife Monographs* 180:1–46. <https://doi.org/10.1002/wmon.6>.
- Proctor, M.F., Nielsen, S.E., Kasworm, W.F., Servheen, C., Radandt, T.F., Machutchon, A.G., and Boyce, M.A. (2015). 'Grizzly bear connectivity mapping in the Canada–United States trans-border region'. *Journal of Wildlife Management* 79:544–588. <https://doi.org/10.1002/jwmg.862>.
- Proctor, M.F., Kasworm, W.F., Annis, K.M., MacHutchon, A.G., Teisberg, J.E., Radandt, T.G., and Servheen, C. (2018). 'Conservation of threatened Canada-USA trans-border grizzly bears linked to comprehensive conflict reduction'. *Human Wildlife Interactions* 12:248–272.
- Prugh, L.R., Hodges, K.E., Sinclair, A.R., and Brashares, J.S. (2008). 'Effect of habitat area and isolation on fragmented animal populations'. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105:20770–20775. <https://doi.org/10.1073/pnas.0806080105>.
- Pulsford, I., Lindenmayer, D., Wyborn, C., Lausche, B., Vasilijević, M. and Worboys, G.L. (2015). 'Connectivity conservation management'. In: Worboys, G.L., Lockwood, M., Kothari, A., Feary, S., and Pulsford, I. (eds.). *Protected Area Governance and Management*, pp. 851–888. Canberra: ANU Press.
- Ramírez, G. (2003). 'El Corredor Biológico Mesoamericano'. CONABIO. *Biodiversitas* 47:1–3.
- Rayfield, B., Pelletier, D., Dumitru, M., Cardille, J.A., and Gonzalez, A. (2016). 'Multipurpose habitat networks for short-range and long-range connectivity: A new method combining graph and circuit connectivity'. *Methods in Ecology and Evolution* 7:222–231. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12470>.
- Resasco, J., (2019). 'Meta-analysis on a decade of testing corridor efficacy: What new have we learned?' *Current Landscape Ecology Reports* 4:61–69. <https://doi.org/10.1007/s40823-019-00041-9>.
- Rouget, M., Cowling, R.M., Lombard, A.T., Knight, A.T., and Kerley, G.I. (2006). 'Designing large-scale conservation corridors for pattern and process'. *Conservation Biology* 20:549–561. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00297.x>.
- Rudnick, D.A., Ryan, S.J., Beier, P., Cushman, S.A., Dieffenbach, F., Epps, C.W., Gerber, L.R., Hartter, J., Jenness, J.S., Kintsch, J., Merelender, A.M., Perkl, R.M., Preziosi, D.V., and Trombulak, S.C. (2012). 'The role of landscape connectivity in planning and implementing conservation and restoration priorities'. *Issues in Ecology* 16:1–20.
- Runge, C.A., Watson, J.E.M., Butchart, S.H., Hanson, J.O., Possingham, H.P., and Fuller, R.A. (2015). 'Protected areas and global conservation of migratory birds'. *Science* 350:1266–1268. <https://doi.org/10.1126/science.aac9180>.
- Russi D., ten Brink, P., Farmer, A., Badura, T., Coates, D., Förster, J., Kumar, R., and Davidson, N. (2013). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Water and Wetlands*. London and Brussels: IEEP; Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat.
- Rydell, J., Bach, L., Dubourg-Savage, M.J., Green, M., Rodrigues, L., and Hedenström, A. (2010). 'Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe'. *Acta Chiropterologica* 12:261–274. <https://doi.org/10.3161/150811010X537846>.
- Saura, S., Bertzy, B., Bastin, L., Battistella, L., Mandrici, A., and Dubois, G. (2018). 'Protected area connectivity: Shortfalls in global targets and country-level priorities'. *Biological Conservation* 219:53–67. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.12.020>.

- Saura, S., and de la Fuente, B. (2017). 'Connectivity as the amount of reachable habitat: Conservation priorities and the roles of habitat patches in landscape networks'. In S.E. Gergel and M.G. Turner (eds.). *Learning Landscape Ecology*, pp. 229–254. New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-6374-4_14.
- Sawyer, H., Kauffman, M.J., Nielson, R.M., and Horne, J.S. (2009). 'Identifying and prioritizing ungulate migration routes for landscape-level conservation'. *Ecological Applications* 19:2016–2025. <https://doi.org/10.1890/08-2034.1>.
- Saarman, E., Gleason, M., Ugoretz, J., Airame, S., Carr, M.H., Fox, E.W., Frimodig, A., Mason, T., and Vasques, J. (2013). 'The role of science in supporting marine protected area network planning and design in California'. *Ocean and Coastal Management* 74:45–56. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.08.021>.
- Scheffers, B.R., De Meester, L., Bridge, T.C.L., Hoffmann, A.A., Pandolfi, J.M., Cortlett, R.T., Butchart, S.H.M., Pearce-Kelly, P., Kovacs, K.M., Dudgeon, D., Pacifici, M., Rondinini, C., Foden, W.B., Martin, T.G., Mora, C., Bickford, D., and Watson, J.E.M. (2016). 'The broad footprint of climate change from genes to biomes to people'. *Science* 354:aaf7671. <https://doi.org/10.1126/science.aaf7671>.
- Seidensticker, J., Dinerstein, E., Goyal, S.P., Gurung, B., Harihar, A., Johnsingh, A.J., Manandhar, A., McDougal, C.W., Pandav, B., Shrestha, M., and Smith, J.D. (2010). 'Tiger range collapse and recovery at the base of the Himalayas'. *Biology and Conservation of Wild Felids* 12:305–324.
- Seidler, R.G., Long, R.A., Berger, J., Bergen, S., and Beckmann, J.P. (2015). 'Identifying impediments to long-distance mammal migrations'. *Conservation Biology* 29:99–109. <https://doi.org/10.1111/cobi.12376>.
- Serneels, S., and Lambin, E.F. (2001). 'Impact of land-use changes on the wildebeest migration in the northern part of the Serengeti–Mara ecosystem'. *Journal of Biogeography* 28:391–407.
- Shafer, C.L. (1995). 'Values and shortcomings of small reserves'. *BioScience* 45(2):80–88. <https://doi.org/10.2307/1312609>.
- Simpkins, C. E., and Perry, G.L. (2017). 'Understanding the impacts of temporal variability on estimates of landscape connectivity'. *Ecological Indicators* 83:243–248. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.08.008>.
- Sobolev, N.A. (ed.). (1999). *Criteria for Ecological Network Development*. Moscow: Biodiversity Conservation Center (BCC).
- Sobolev, N.A. (2003). *The State of Progress of Ecological Networks in the Russian Federation*. Department of Protected Areas and Biodiversity Conservation of the Ministry of Natural Resources (Russian Federation) in collaboration with Biodiversity Conservation Center. <http://www.biodiversity.ru/eng/programs/econet.html>.
- Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group (2004). *The SER International Primer on Ecological Restoration*. Tucson, USA: Society for Ecological Restoration International.
- Stolton, S., Shadie, P., and Dudley, N. (2013). *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories: Including IUCN WCPA Best Practice Guidance on Recognising Protected Areas and Assigning Management Categories and Governance Types*. Best Practice Protected Area Guidelines Series, no. 21. Gland, Switzerland: IUCN. <https://portals.iucn.org/library/node/30018>.
- Synes, N.W., Watts, K., Palmer, S.C.F., Bocedi, G., Barton, K.A., Osborne, P.E., Travis, J.M.J. (2015). 'A multi-species modelling approach to examine the impact of alternative climate change adaptation strategies on range shifting ability in a fragmented landscape'. *Ecological Informatics* 30:222–229. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2015.06.004>.
- Tabor, G. (2019). 'Ecological connectivity: A bridge to preserving biodiversity'. In *Frontiers 2018/19 Emerging Issues of Environmental Concern*, pp. 24–37. Nairobi: United Nations Environment Programme.
- Theobald, D M. (2006). 'Exploring the functional connectivity of landscapes using landscape networks'. In K.R. Crooks and M.A. Sanjayan (eds.). *Connectivity Conservation: Maintaining Connections for Nature*, pp. 416–443. Cambridge, UK: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511754821.019>.
- Theobald, D.M. (2013). 'A general model to quantify ecological integrity for landscape assessments and US application'. *Landscape Ecology* 28:1859–1874. <https://doi.org/10.1007/s10980-013-9941-6>.
- Tomlinson, M., and Boulton, A.J. (2010). 'Ecology and management of subsurface groundwater dependent ecosystems in Australia – A review'. *Marine and Freshwater Research* 61:936–949. <https://doi.org/10.1071/MF09267>.
- Trombulak, S.D., and Baldwin, R.F. (eds.) (2010). *Landscape-Scale Conservation Planning*. New York: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-90-481-9575-6>.
- Tyler, N., Stokkan, K.A., Hogg, C., Nellemann, C., Vistnes, A.I., Jeffrey, G. (2014). 'Ultraviolet vision and avoidance of power lines in birds and mammals'. *Conservation Biology* 28:630–632. <https://doi.org/10.1111/cobi.12262>.
- UNEP-WCMC (United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre), IUCN, and NGS (National Geographic Society) (2018). *Protected Planet Report 2018*. Cambridge, UK: UNEP-WCMC; Gland, Switzerland: IUCN; and Washington, DC: NGS. https://livereport.protectedplanet.net/pdf/Protected_Planet_Report_2018.pdf (Accessed: 15 November 2019).
- University of Lleida (2007). Software for Quantifying the Importance of Habitat Patches for Landscape Connectivity through Graphs and Habitat Availability Indices. <http://www.conefor.org/files/usuarios/CS22manual.pdf> (Accessed: 5 February 2018).
- Urban, D., and Keitt, T.H. (2001). 'Landscape connectivity: A graph-theoretic perspective'. *Ecology* 82:1205–1218. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2001\)082\[1205:LCAGTP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2001)082[1205:LCAGTP]2.0.CO;2).

- Van Dover, C.L. (2014). 'Impacts of anthropogenic disturbances at deep-sea hydrothermal vent ecosystems: A review'. *Marine Environmental Research* 102:59–72.
<https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2014.03.008>.
- Vasilijević, M., Zunckel, K., McKinney, M., Erg, B., Schoon, M., and Rosen Michel, T. (2015). *Transboundary Conservation: A Systematic and Integrated Approach*. Best Practice Protected Area Guidelines Series, no. 23, Gland, Switzerland: IUCN.
<https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2015.PAG.23.en>.
- Venter, O., Sanderson, E.W., Magrath, A., Allan, J.R., Behr, J., Jones, K.R., Possingham, H.P., Laurance, W.F., Wood, P., Fekete, B.M., Levy, M.A., and Watson, J.E.M. (2016). 'Sixteen years of change in the global terrestrial footprint and implications for biodiversity conservation'. *Nature Communications* 7:12558.
<https://doi.org/10.1038/ncomms12558>.
- Venter, O., Magrath, A., Outram, N., Klein, C.J., Possingham, H.P., Di Marco, M., Watson, J.E.M. (2017). 'Bias in protected-area location and its effects on long-term aspirations of biodiversity conventions'. *Conservation Biology* 32:127–134.
<https://doi.org/10.1111/cobi.12970>.
- Volenc, Z.M., and Dobson, A.P. 'Conservation value of small reserves'. *Conservation Biology* 34:1 (2020): 66–79.
<https://doi.org/10.1111/cobi.13308>
- Walker, B., and Salt, D. (2006). *Resilience Thinking: Sustaining Ecosystems and People in a Changing World*. Washington, DC: Island Press.
- Watson, J.E.M., Venter, O., Lee, J., Jones, K.R., Robinson, J.G., Possingham, H.P. and Allan, J.R. (2018). 'Protect the last of the wild'. *Nature* 563 7729:27–30.
<https://doi.org/10.1038/d41586-018-07183-6>.
- Weeks, R. (2017). 'Incorporating seascape connectivity into conservation prioritisation'. *PLoS One* 12:1–16.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182396>.
- Weldon, A.J. (2006). 'How corridors reduce indigo bunting nest success'. *Conservation Biology* 20(4):1300–1305.
<https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00403.x>
- White, J.W., Scholz, A.J., Rassweiler, A., Steinback, C., Botsford, L.W., Kruse, S., Costello, C., Mitarai, S., Siegal, D.A., Drake, P.T., and Edwards, C.A. (2013). 'A comparison of approaches used for economic analysis in marine protected area network planning in California'. *Ocean & Coastal Management* 74:77–89.
<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.06.006>.
- Wittemyer, G., Elsen, P., Bean, W.T., Burton, A.C.O., and Brashares, J.S. (2008). 'Accelerated human population growth at protected area edges'. *Science* 321:123–126.
<https://doi.org/10.1126/science.1158900>.
- Worboys, G.L., Lockwood, M., Kothari, A., Feary, S., and Pulsford, I. (eds.). (2015). *Protected Area Governance and Management*. Canberra: ANU Press. <https://doi.org/10.22459/PAGM.04.2015>.
- Wu, J. (2008). 'Landscape ecology'. In: S.E. Jorgensen (ed.). *Encyclopedia of Ecology*, pp. 2103–2108. Oxford, UK: Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-008045405-4.00864-8>.
- Zhang, H.K., Cheng, H.F., Zhuyun, L.I., and Li, D.Q. (2007). 'Status and conservation strategy of giant panda habitat in Qinling tunnel area of 108 national road'. *Journal of Shaanxi Normal University (Natural Science Edition)*: S1.

Annexe : Approches de la conservation des corridors écologiques au sein de réseaux écologiques

Introduction

Ce recueil d'études de cas présente des initiatives de préservation ou de restauration de la connectivité écologique menées dans différentes parties du monde. Les études de cas donnent un aperçu de la diversité des approches employées pour faire progresser la conservation des corridors écologiques au profit des réseaux écologiques dans les milieux terrestres, d'eau douce et marins (tableau 5). Chaque étude de cas décrit le contexte et les défis liés à la connectivité dans la région étudiée, explique l'approche de conservation adoptée, fournit un exemple de corridor écologique dans le réseau et fait état de certains résultats.

Les études de cas ont été sélectionnées dans un souci de démontrer la variété de réseaux écologiques de conservation et de corridors écologiques qui les composent, ainsi que les différentes approches visant à en assurer la conservation. Ces exemples peuvent non seulement nous aider à comprendre la diversité des efforts en cours, mais aussi à saisir la nécessité de reconnaître officiellement les corridors écologiques comme des éléments des réseaux écologiques de conservation.

Tableau 5. Aperçu schématique des études de cas.

Titre de l'étude de cas	Type de région à l'étude	Principale menace pour la connectivité	Approches de conservation des corridors écologiques
1. Paysages du Kilimandjaro : assurer la viabilité des populations d'animaux sauvages	terrestre, rurale	perte et fragmentation de l'habitat	<ul style="list-style-type: none"> programme de baux de conservation pour les propriétaires fonciers privés
2. Conservation de la connectivité dans la zone de conservation transfrontalière du Kavango-Zambèze : la zone de dispersion de la faune de la plaine inondable Zambèze-Chobe	terrestre, rurale	déforestation, peuplements non contrôlés, surpâturage, surexploitation du poisson, incendies non maîtrisés	<ul style="list-style-type: none"> création d'une zone de conservation transfrontalière regroupant cinq pays élaboration de plans de développement intégrés sensibilisation et mobilisation des parties prenantes locales création de réserves communautaires promotion de l'agriculture de conservation création de sanctuaires pour la faune sauvage
3. Conservation de six paysages du rift Albertin aux fins de connectivité	terrestre, rurale	perte et fragmentation de l'habitat	<ul style="list-style-type: none"> promotion de la coopération mise en place de zones communautaires à utilisation durable
4. Le site Ramsar de la vallée du Kilombero, Tanzanie	terrestre, rurale	immigration humaine soutenue et croissance des établissements et de l'agriculture	<ul style="list-style-type: none"> désignation comme site Ramsar approche de gouvernance transitoire pour passer de la gestion centrale de grandes aires protégées à la gestion d'une mosaïque de petites aires protégées
5. Corridor écologique pour permettre le rassemblement des pandas géants dans le paysage de Qinling	terrestre, rurale	autoroute et utilisation anthropique des terres	<ul style="list-style-type: none"> relevés et cartographie de base restauration de l'habitat mobilisation de la communauté gestion du trafic renforcement des capacités surveillance de la faune
6. L'expérience de la Thaïlande en matière de connectivité écologique de ses aires protégées	terrestre, rurale	déforestation et conversion des forêts en plantations	<ul style="list-style-type: none"> établissement de zones sans chasse et de zones tampons gestion des terres à des fins de connectivité

Tableau 5 (suite). Aperçu schématique des études de cas.

Titre de l'étude de cas	Type de région à l'étude	Principale menace pour la connectivité	Approches de conservation des corridors écologiques
7. Corridor de conservation de la côte est de la Tasmanie	terrestre, rurale	changement d'affectation des terres	<ul style="list-style-type: none"> restauration de l'habitat / restauration écologique aménagement du territoire gestion à des fins de connectivité
8. Great Eastern Ranges : le premier réseau écologique de conservation à l'échelle continentale de l'Australie	terrestre, rurale	dégradation des terres	<ul style="list-style-type: none"> restauration écologique conservation par les propriétaires fonciers privés sensibilisation de la communauté relevés biologiques programmes de recherche
9. COREHABS et BearConnect : assurer les déplacements dans les contrées sauvages d'Europe	terrestre, rurale	développement rapide des infrastructures	<ul style="list-style-type: none"> identification et l'évaluation des corridors écologiques intégration des aires protégées et des corridors écologiques dans les plans cadastraux et les registres fonciers
10. La connectivité écologique dans un contexte urbain : Utrechtse Heuvelrug, Pays-Bas	terrestre, urbanisée	pressions exercées par les infrastructures, l'expansion urbaine, l'agriculture et les activités récréatives	<ul style="list-style-type: none"> restauration de l'habitat et préservation de la connectivité écologique du paysage grâce à des traversées routières et à la préservation des espaces ouverts
11. Le réseau national espagnol des chemins de pastoralisme (Vías Pecuarias)	terrestre, rurale et urbanisée	disparition de l'élevage extensif et de la transhumance	<ul style="list-style-type: none"> protection juridique délimitation des corridors écologiques promotion de l'élevage extensif, promotion de la transhumance et de l'élevage auprès des jeunes restauration écologique sensibilisation exploitation de la multifonctionnalité
12. ECONET : réseau écologique dans la région de Kostroma, Russie	terrestre, rurale	déforestation	<ul style="list-style-type: none"> réseau écologique constitué d'aires protégées et de corridors écologiques aires protégées comprenant différents régimes d'activités multifonctionnelles
13. La connectivité des paysages forestiers dans les Appalaches nordiques : l'initiative Staying Connected	terrestre, rurale et urbanisée	fragmentation causée par les routes et le développement anthropique	<ul style="list-style-type: none"> efforts ciblés sur neuf domaines de liaison prioritaires protection stratégique des terres aménagement du territoire sensibilisation et mobilisation de la communauté restauration de l'habitat atténuation des transports
14. Initiative de Yellowstone au Yukon (Y2Y) : relier et protéger l'un des écosystèmes de montagne les plus intacts	terrestre, rurale	fragmentation causée par les routes et le développement d'origine anthropique	<ul style="list-style-type: none"> protection des zones importantes pour la biodiversité restauration de l'habitat et préservation des zones de connectivité écologique orientation du développement en dehors des zones d'importance biologique promotion d'une coexistence harmonieuse entre les gens et les animaux
15. Conservation de la connectivité de longue distance : le corridor de migration du cerf muet entre le désert rouge et Hoback, Wyoming, États-Unis	terrestre, rurale	développement d'origine anthropique	<ul style="list-style-type: none"> cartographie détaillée des routes de migration évaluations des modes d'utilisation des sols et des menaces le long des routes protection des terres gestion des terres traversée des routes

Tableau 5 (suite). Aperçu schématique des études de cas.

Titre de l'étude de cas	Type de région à l'étude	Principale menace pour la connectivité	Approches de conservation des corridors écologiques
16. Des corridors de vie : améliorer les moyens de subsistance et relier les forêts au Brésil	terrestre, rurale	fragmentation du paysage causé par l'agriculture et les établissements	<ul style="list-style-type: none"> • plan conceptuel de reboisement à grande échelle • élargissement des fragments de forêt et liaison éventuelle par le reboisement • adoption de modes d'utilisation des sols respectueux de la biodiversité • promotion de changements dans les pratiques d'utilisation des terres • adoption d'une agriculture et d'une agroforesterie durables • amélioration des moyens de subsistance des agriculteurs • compensations carbone
17. Aménagement du territoire au Costa Rica : connectivité, services écosystémiques et solutions naturelles	terrestre, rurale	développement d'origine anthropique	<ul style="list-style-type: none"> • plans municipaux d'utilisation des terres
18. La Jaguar Corridor Initiative : Une stratégie de conservation d'une espèce à l'échelle de l'aire de répartition	terrestre, rurale	changements dans l'utilisation des terres par l'être humain	<ul style="list-style-type: none"> • modélisation des corridors écologiques • priorisation des populations et des corridors écologiques • validation de la modélisation des corridors par une méthodologie d'évaluation rapide fondée sur des entretiens • mise en œuvre adaptée aux besoins locaux
19. Les réserves communautaires profitent largement aux écosystèmes aquatiques du bassin du fleuve Salween	eau douce, rurale	surpêche	<ul style="list-style-type: none"> • réseaux écologiques de petites réserves riveraines
20. Le corridor écologique Mura-Drava-Danube et la future réserve de biosphère à cinq pays	eau douce, rurale	changements dans l'utilisation des terres par l'être humain	<ul style="list-style-type: none"> • coopération transfrontalière pour harmoniser la conservation, la gestion intégrée et la restauration • établissement d'une réserve de biosphère transfrontalière
21. Restaurer la connectivité des bassins du saumon du Pacifique	eau douce, rurale	obstacles aux migrations des poissons causés par les barrages	<ul style="list-style-type: none"> • démantèlement des barrages et mesures d'atténuation au profit des saumons et d'autres poissons migrateurs
22. Fragmentation de la protection des zones riveraines dans les bassins versants, Oregon, États-Unis	eau douce, rurale	utilisations des terres par l'être humain et protection fragmentée des terres le long du continuum du fleuve	<ul style="list-style-type: none"> • approfondissement de la compréhension de la multiplicité des efforts de protection afin d'en déceler les lacunes
23. Protection de la rivière Bitá dans son état naturel	eau douce, rurale	industries extractives, pâturage, grandes plantations forestières et urbanisation	<ul style="list-style-type: none"> • formation d'une alliance • collaboration avec les acteurs locaux • cadre décisionnel pour choisir les meilleures actions de conservation • protection en tant que site Ramsar
24. La Grande barrière de corail : Une protection systématique de la connectivité malgré le manque de données sur la connectivité	marine	blanchissement récurrent des récifs coralliens, cyclones, prolifération d'espèces envahissantes, mauvaise qualité de l'eau, pêche non durable, dragage et développement côtier	<ul style="list-style-type: none"> • réseaux de réserves marines stratégiquement situées • zonage reposant sur des principes de planification systématique
25. Northern Channel Islands : la connectivité au sein d'un réseau d'aires marines protégées favorise les populations et les écosystèmes	marine	impacts anthropiques comme la pêche, ainsi que les espèces envahissantes et les changements climatiques	<ul style="list-style-type: none"> • réseau d'aires marines protégées et les corridors écologiques connexes

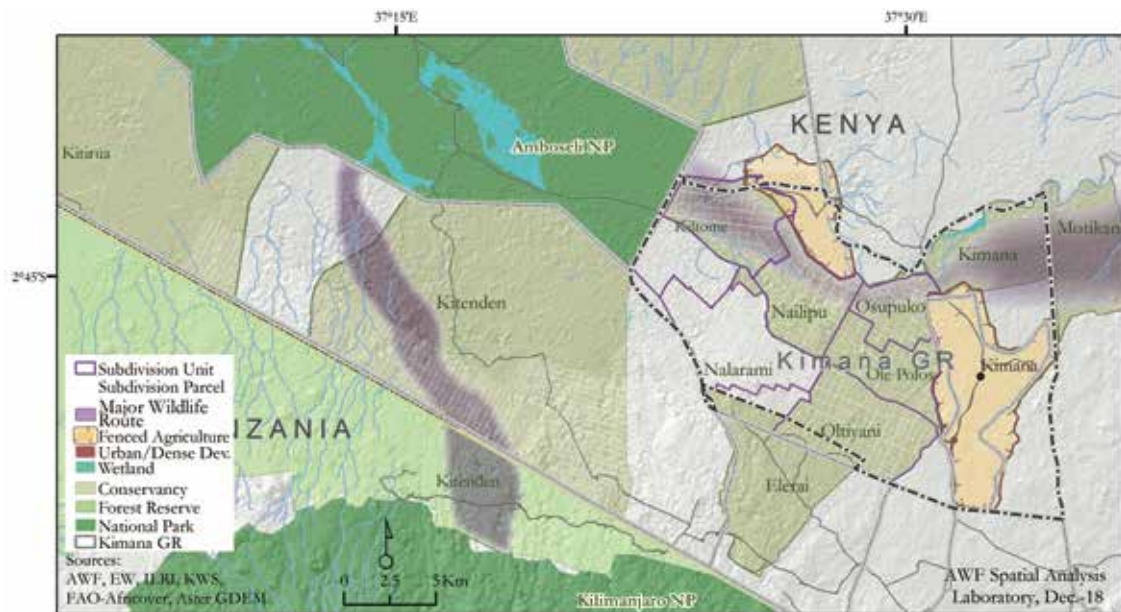


Figure 2. Lotissement des terres dans le paysage du Kilimandjaro. La ferme collective Kimana est située à l'est du parc national d'Amboseli. © African Wildlife Foundation

(www.biglife.org), et IFAW, le Fonds international pour la protection des animaux (www.ifaw.org).

Exemple de corridor écologiquer

AWF a collaboré avec les propriétaires terriens d'une zone précise, la ferme collective Kimana située directement à l'est d'Amboseli, et leur a présenté le concept de convention de bail de conservation au cours d'une série de réunions communautaires auxquelles ont participé des femmes, des jeunes et des hommes de la communauté. Les réunions se déroulaient dans la langue locale, le kimaasai, et la traduction en swahili et en anglais était assurée selon les besoins. L'organisateur communautaire d'AWF, qui était issu de la communauté de Kimana, a joué un rôle essentiel dans l'organisation et l'animation de ces réunions.

Le bail de conservation décrit l'objectif, les modalités, les restrictions quant à l'utilisation des terres, les droits réservés, les conditions de paiement, les modalités de traitement des violations et d'autres questions pertinentes. Le bail de conservation a pour objectifs de « fournir un habitat ainsi que des zones de dispersion et de déplacement pour la faune » et d'aider à « relier les aires de conservation » et à « contribuer à la viabilité des espaces fauniques dans l'écosystème d'Amboseli ainsi qu'à la poursuite de l'écotourisme en tant que moyen de réduction de la pauvreté, de développement économique et de source de retombées pour tous grâce à la préservation des espèces sauvages au profit des générations futures ».

Le bail de conservation interdit la construction de nouvelles maisons, la pose de clôtures, l'exploitation forestière, l'exploitation minière, le dragage, l'agriculture, l'extraction de ressources, les activités commerciales non liées au tourisme et la capture illégale d'animaux sauvages. Le pâturage est autorisé dans le cadre d'un plan de gestion.

Les membres de la communauté ont retenu les services d'un avocat masaï qui les a rencontrés (en l'absence des représentants d'AWF) pour examiner la version finale de la convention de bail avant sa signature. Grâce à cette réunion sans AWF, les membres de la communauté ont pu exprimer leurs préoccupations librement, et ont pu ainsi apporter certaines modifications au document. AWF a payé les honoraires de l'avocat de la communauté. Le vaste processus de consultation de la communauté s'est étalé sur environ huit mois. AWF a établi la valeur du bail sur la base d'une évaluation de marché d'autres baux liés au tourisme et à l'agriculture dans la région. Bien que les baux de ce programme ne soient pas perpétuels, il faut espérer qu'ils permettront de franchir une étape vers une protection permanente.

Résultats

À l'heure actuelle, cinq zones de conservation communautaires regroupant plus de 350 propriétaires fonciers individuels assurent la protection d'environ 8 000 ha de corridors écologiques qui relient les aires protégées. Considérant que chaque ménage est composé en moyenne de sept personnes, le programme de baux bénéficie directement à plus de 2 450 personnes, sans compter les gens qui ont trouvé un emploi, comme les éclaireurs.

L'un des défis des programmes de PSE est de trouver des sources de financement. L'autorité responsable des aires protégées reconnaît l'importance des corridors écologiques, mais elle n'est pas en mesure d'en assumer les coûts; par conséquent, le projet dépend des donateurs. Comme les terres sont privées et que le programme est entièrement volontaire, certains propriétaires fonciers ont choisi de ne pas y participer. Il en résulte une fragmentation du paysage et la pose de clôtures, ce qui compromet la viabilité à long terme du programme.

2. Conservation de la connectivité dans la zone de conservation transfrontalière du Kavango-Zambèze : la zone de dispersion de la faune de la plaine inondable Zambèze-Chobe

Lésa van Rooyen, *Peace Parks Foundation*

Contexte et défi

La zone de conservation transfrontalière (ZCT) du Kavango-Zambèze (KAZA) est située dans les bassins des fleuves Kavango et Zambèze, où se rejoignent les frontières de l'Angola, du Botswana, de la Namibie, de la Zambie et du Zimbabwe (figure 1). Couvrant une superficie d'environ 520 000 km² et englobant 36 aires protégées reconnues, la ZCT du KAZA accueille plus de 200 000 éléphants, dont la plupart se trouvent au sud du fleuve Zambèze. Les activités humaines entraînent la fragmentation de l'habitat et la perte de connectivité de la ZCT du KAZA. Les aires protégées qui s'y trouvent pourraient devenir des îlots écologiques isolés, ce qui provoquerait une réduction de la biodiversité et entraverait les déplacements des éléphants. Les principales menaces qui pèsent sur la zone sont les suivantes :

- la déforestation de la région pour y créer des champs destinés à l'agriculture et à la production de charbon de bois;
- les peuplements non contrôlés le long des routes principales et des cours d'eau, qui causent la fragmentation du paysage;
- le surpâturage dans la région en raison du nombre incontrôlé d'animaux d'élevage;

Leçon clé

La désignation de zones de dispersion de la faune sauvage en collaboration avec les communautés locales constitue une démarche prometteuse vers des dispositions juridiques visant à maintenir la connectivité de la faune sauvage.

- la surexploitation du poisson du fait de pratiques de pêche non durables;
- des incendies non maîtrisés dans l'écosystème de l'écosystème marécageux de la plaine inondable de Simalaha.

L'un des principaux objectifs de la ZCT du KAZA est de constituer un réseau écologique transfrontalier pour assurer la connectivité entre les principales aires protégées et, lorsque cela est nécessaire, de reconnecter les aires fauniques isolées.

Approche

Le processus de création de la ZCT du KAZA a commencé en 2006, lorsque les cinq pays partenaires ont signé un



Figure 1. Zone de conservation transfrontalière du Kavango Zambèze. La principale menace pour la biodiversité dans la zone du projet est la surexploitation des ressources dans les milieux humides sensibles de la plaine inondable (au centre de l'image). La rivière Kasaya marque la frontière entre les deux chefferies et coule en plein milieu de la réserve communautaire de Simalaha. © Peace Parks Foundation

protocole d'entente visant à établir la plus grande zone de conservation transfrontalière au monde. Chacun des cinq pays a convenu d'élaborer un plan de développement intégré pour indiquer comment les plans de développement nationaux seraient reliés de part et d'autre des frontières. Le processus a aussi servi à sensibiliser et à mobiliser les parties prenantes locales. Un plan directeur de développement intégré a été créé, lequel identifie six zones de dispersion de la faune (ZDF) transfrontalières, qui revêtent une importance capitale dans le rétablissement de la connectivité et la conservation des systèmes écologiques à grande échelle qui dépassent les limites des aires protégées.

Exemple de corridor écologique

La ZDF de la plaine inondable Zambèze-Chobe abrite plusieurs sites sensibles, principalement le long des rivières et des plaines inondables connexes, qui ne sont pas officiellement protégés. Au cœur de cette ZDF se trouve la plaine inondable de Simalaha, en Zambie, qui a été retenue par les communautés comme une zone d'importance capitale nécessitant une protection pour assurer la connectivité entre le parc national de Chobe, au Botswana, et le parc national de Kafue, en Zambie. Les communautés ont rappelé que la zone était autrefois un refuge pour les animaux et un lieu de passage pour les espèces mobiles telles que l'éléphant et le buffle.

La Peace Parks Foundation a travaillé avec les chefferies de Sesheke et de Sekute au cours des dix dernières années pour établir et mettre en place les réserves de la communauté de Simalaha (180 000 ha) en collaboration avec les chefs traditionnels et les communautés locales afin d'assurer la conservation des terres. Les chefferies Sesheke et Sekute ont créé un comité directeur composé de membres des Kutas, les deux conseils traditionnels. Un groupe de travail formé de représentants des Kutas et de la Peace Parks Foundation a été créé pour coordonner des activités telles que la liaison avec les communautés et l'élaboration d'un plan d'aménagement du territoire. La Fondation Peace Parks a été invitée à contribuer aux efforts de financement pour la mise en œuvre du projet. Les premiers fonds obtenus ont permis de financer un programme d'information et de sensibilisation au cours duquel les membres du groupe de travail ont visité différents villages pour expliquer le concept de conservation communautaire. Parallèlement, les limites de la zone de conservation ont été établies avec la collaboration de la communauté. Les deux chefs ont ratifié la délimitation en signant une copie de la carte et l'ont soumise au ministère des Terres pour enregistrement.

La réserve communautaire de Simalaha est gérée selon des principes commerciaux et enregistrée en tant que personne morale. Un avocat local a été nommé pour aider à la rédaction des documents constitutifs et à la mise en place d'une structure juridique appropriée. Une fiducie communautaire a été créée, laquelle est propriétaire des actifs. La fiducie a constitué une société à but lucratif qui gère le volet commercial et s'occupe également de la gestion de la faune sauvage et du développement du tourisme. Tous les profits réalisés par la société sont versés à la fiducie pour être distribués aux bénéficiaires selon une

formule prédéterminée. Sept groupes d'action villageois ont été formés pour représenter les communautés. La réserve communautaire de Simalaha a été lancée officiellement en 2012.

Résultats

Le projet a bénéficié dès le départ d'une acceptation générale et a suscité un grand enthousiasme de la part des chefs traditionnels. Cependant, comme le développement d'un produit lié à la faune sauvage exige du temps et des ressources importantes, il était également important de prévoir d'autres moyens de subsistance. L'agriculture de conservation a été introduite avec succès et est devenue la pratique agricole préférée, produisant des rendements plus élevés que les méthodes traditionnelles.

Un sanctuaire de 24 000 hectares a été clôturé et peuplé d'espèces des plaines : gnous (*Connochaetes* spp); zèbres (*Equus* spp); cobe à croissant (*Kobus defassa*); impalas (*Aepyceros melampus*); cobes de Lechwe rouge (*Kobus leche*); pukus (*Kobus vardonii*); girafes (*Giraffa camelopardalis*); et buffles (*Syncerus caffer*). Dans un premier temps, environ 780 animaux y ont été transférés, et à la fin 2018 le sanctuaire comptait plus de 1 400 animaux.

Une vingtaine de patrouilleurs locaux ont été formés pour garder la faune. Au cours des cinq années de présence de la faune dans le sanctuaire, un seul incident de braconnage a été enregistré : une personne de l'extérieur de la région y a installé des pièges. La communauté locale a rapporté l'incident – une preuve que les gens de la place ont assumé la responsabilité de la vie sauvage. Bien que les clôtures aient initialement joué un rôle important pour contenir la faune transférée, le plan à long terme est de les enlever et de permettre aux animaux sauvages de se déplacer librement. On y observe déjà une migration saisonnière de la faune, qui se déplace dans les forêts et les hautes terres pendant la période d'inondation et retourne dans la plaine inondable le long du fleuve Zambèze pendant la saison sèche en hiver.

L'expérience de la réserve de la communauté de Simalaha a vite été connue par les chefs traditionnels, et sans tarder d'autres chefs se sont rendus dans la région pour en savoir plus sur le projet. Dans la foulée, d'autres réserves sont en voie d'être créées. Des échanges avec les chefs traditionnels en Namibie pourraient mener à une expansion des réserves existantes du côté namibien afin d'assurer un lien entre le parc national de Chobe et la réserve communautaire de Simalaha.

À heure actuelle, la plaine inondable du Zambèze-Chobe n'est pas une ZDF fonctionnelle. On s'attend à ce qu'elle commence à jouer un rôle de ZDF une fois que les réserves communautaires actuelles auront été élargies et que de nouvelles réserves auront été établies. L'amélioration des capacités d'application de la loi en Angola et en Zambie le long de la rivière Kwando a renforcé la sécurité dans la région, favorisant ainsi une augmentation du nombre d'éléphants qui se déplacent dans le parc national de Luengue Luiana, en Angola.

3. Conservation de six paysages du rift Albertin aux fins de connectivité

Andrew J. Plumptre, *Key Biodiversity Areas Secretariat (auparavant Wildlife Conservation Society)*

Contexte et défi

La région du Rift Albertin s'étend sur six pays (Burundi, République démocratique du Congo, Rwanda, Ouganda, Tanzanie et Zambie) et sa biodiversité est l'une des plus riches d'Afrique - on y trouve plus d'espèces endémiques et d'espèces vertébrés menacées qu'ailleurs sur le continent (figure 1) (Plumptre et al., 2007). C'est également une région où la densité démographique est l'une des plus élevées d'Afrique et qui, de ce fait, a perdu 30 % de ses habitats naturels aux mains de l'agriculture et des établissements humains (Ayebare et al., 2018). Bien que la région soit relativement bien couverte par des aires protégées, nombre de celles-ci sont séparées les unes des autres et risquent de devenir des îlots naturels isolés dans une mer de cultures agricoles.

Approche

En 2000, la Fondation MacArthur a financé une approche de planification collaborative pour le rift Albertin qui a

Leçon clé

Les communautés locales sont engagées dans la conservation de la connectivité, car elles reconnaissent que la désignation de zones de connectivité écologique protégera également leurs terres ancestrales des nouveaux arrivants. La reconnaissance des zones de connectivité locale aux échelons fédéral et/ou international favoriserait les efforts locaux de conservation de la connectivité.

permis aux gouvernements nationaux et de nombreuses organisations de conservation de collaborer à l'élaboration d'un plan-cadre de conservation.

Ce cadre général a recensé six zones clés du rift Albertin qui pourraient faire l'objet d'une gestion à l'échelle du paysage afin d'assurer la connectivité entre les aires protégées (figure 1).

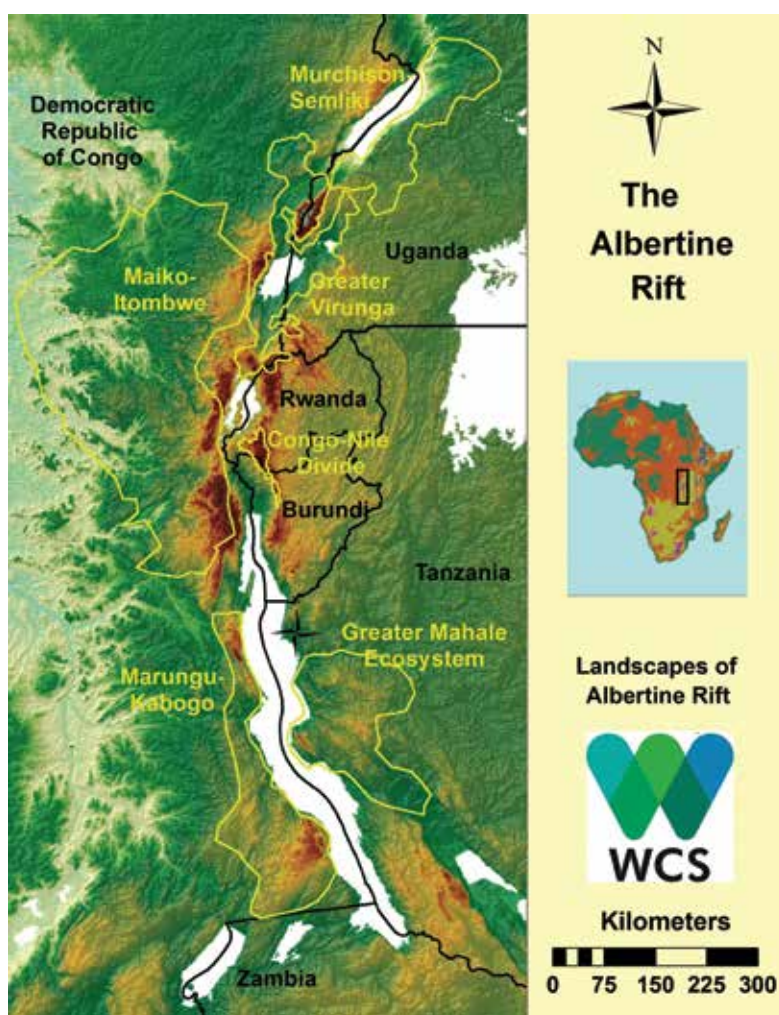


Figure 1. Les six paysages du rift Albertin © A.J. Plumptre

Des plans de conservation détaillés ont été élaborés pour chacun des six paysages. Des protocoles d'entente (PE) ont été établis pour les deux paysages transfrontaliers (le paysage du Grand Virunga et la ligne de partage des eaux Congo-Nil) afin de favoriser une collaboration. Dans le paysage du Grand Virunga, le protocole a évolué pour devenir un traité transfrontalier pour la conservation du paysage. Un financement a ensuite été obtenu pour la mise en œuvre de ces plans. Dans certaines régions, des relevés de la biodiversité ont été effectués et une planification systématique de la conservation a été réalisée en fonction des modèles de distribution des espèces endémiques dans la région. Cet exercice a permis de repérer d'autres zones critiques dans les six paysages qui se trouvaient en dehors des réseaux écologiques de conservation existants (Plumptre et al., 2017).

Exemples de corridors écologiques

La mise en œuvre de la conservation de la connectivité dans le rift Albertin a été très hétérogène. Dans le paysage de Murchison-Semuliki, une région très peuplée et fragmentée où de nombreux immigrants sont à la recherche de terres, l'accent a été mis sur la conservation des corridors écologiques restants (figure 2). On y a protégé les corridors forestiers le long des ruisseaux et des rivières, ainsi qu'un corridor de savane le long de l'escarpement surplombant le lac

Albert. Dans le paysage de Maiko-Itombwe, de grandes zones de forêt tropicale contiguë existent encore. Pour cette raison, l'accent a été mis sur la collaboration avec les populations locales en vue de désigner certaines des zones les plus importantes comme zones protégées et de les relier à des corridors écologiques sous forme de zones communautaires à utilisation durable (figure 3). Les communautés locales étaient prêtes à s'engager dans le processus parce qu'elles ont compris que cela les aiderait à protéger leurs terres ancestrales contre les immigrants étrangers à leur culture.

Dans les deux paysages transfrontaliers, l'accent a été mis sur les aires protégées, car la plupart des habitats naturels en dehors de celles-ci n'existaient plus. Cependant, la conservation et la gestion à l'échelle du paysage demeurent importantes pour les espèces qui se déplacent sur de longues distances, comme les lions, les éléphants, les hyènes tachetées, les léopards, les chimpanzés, les gorilles de montagne et les vautours. Pour le bien de ces espèces, il importe d'assurer que la connectivité existante entre les aires protégées ne sera pas brisée par le développement des parcs et les infrastructures touristiques.

Résultats

Depuis 2000, chacun des six paysages a fait l'objet d'un plan d'action pour la conservation qui est reconnu

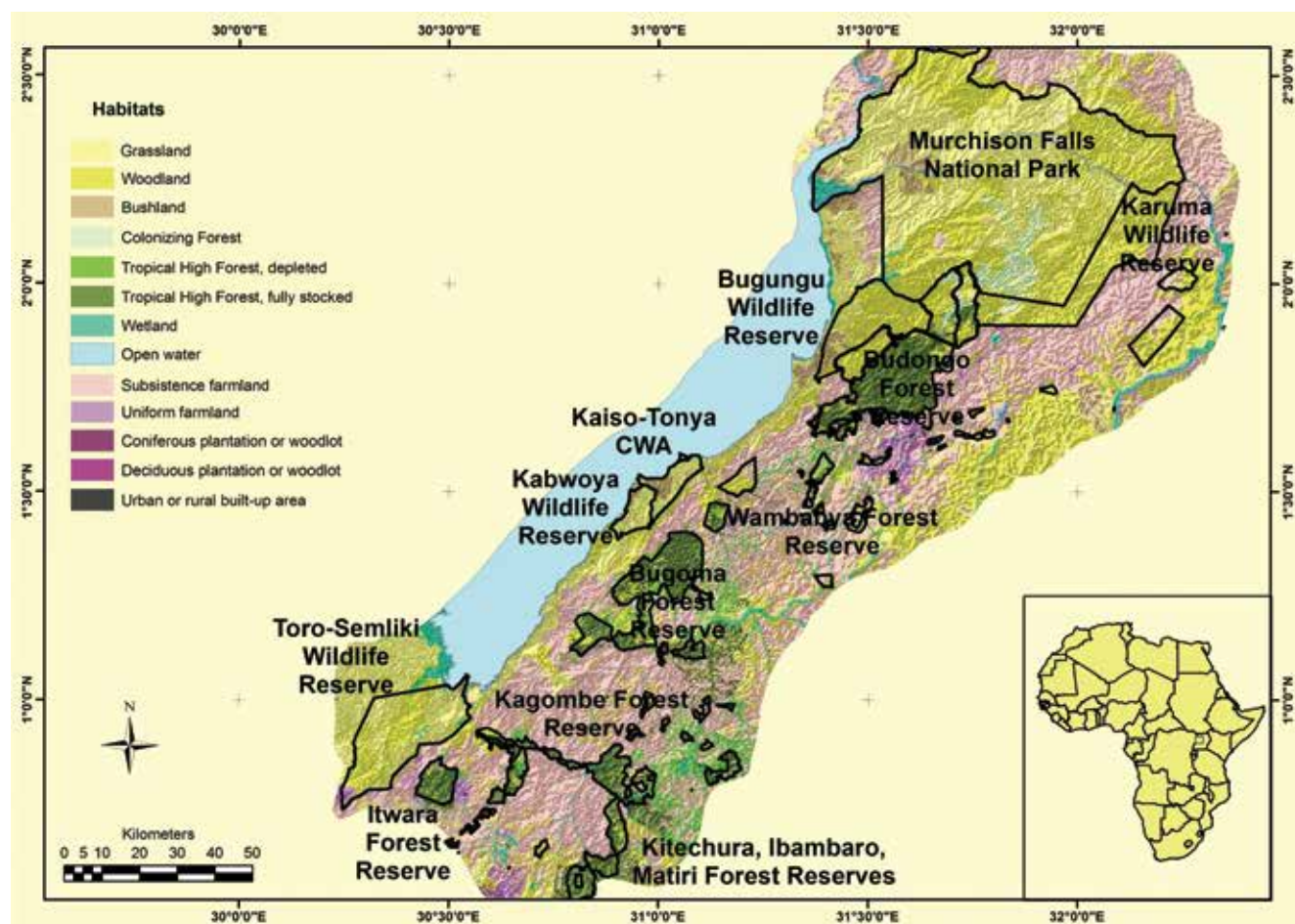


Figure 2. Les principales aires protégées et les principaux habitats naturels du paysage de Murchison-Semuliki. © A.J. Plumptre

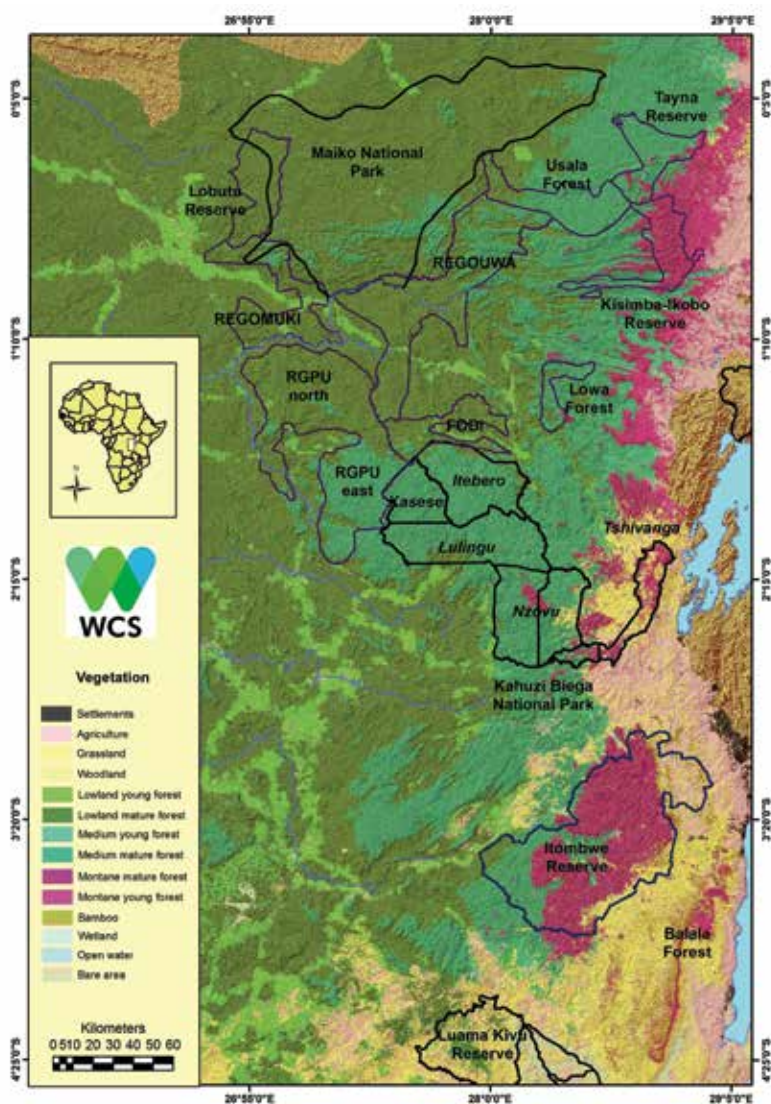


Figure 3. Les principales aires protégées (limites noires), les réserves communautaires (limites bleues) et les habitats naturels du paysage de Maiko-Itombwe. © A.J. Plumptre

localement, nationalement, et les paysages transfrontaliers ont bénéficié d'un plan aussi, reconnu internationalement. La préservation ou la restauration de la connectivité entre les aires protégées existantes a été plus efficace pour certains paysages que pour d'autres.

Des études sur la biodiversité dans certaines régions de la République démocratique du Congo ont abouti à l'établissement de quatre nouvelles zones protégées : la réserve naturelle d'Itombwe et la réserve de Tayna dans le paysage Maiko-Itombwe, et les réserves de Kabobo et Ngandja dans le paysage Marungo-Kabobo. Elles assurent le maintien de la connectivité et la conservation des espèces endémiques et menacées dans ces deux paysages.

Plusieurs autres réserves communautaires ont également été désignées dans le paysage de Maiko-Itombwe aux fins de maintien de la connectivité. Elles sont reconnues localement, mais n'ont pas été reconnues légalement à l'échelle nationale. Par ailleurs, les communautés locales s'affairent à créer une cinquième aire protégée, la réserve des primates d'Oku

dans le même paysage pour mieux relier et conserver les populations de gorilles de Grauer et d'éléphants.

Dans la région de Marungo-Kabobo, des efforts ont été faits pour établir ces deux aires protégées contiguës, qui représentent le plus grand bloc de forêt le long du lac Tanganyika.

Même si la connectivité subsiste dans le paysage du Grand Mahale, l'accent mis excessivement sur les chimpanzés gêne la conservation de plusieurs autres espèces endémiques, dont beaucoup ont des exigences différentes en matière d'habitat et de connectivité. Des plans de conservation doivent être élaborés en fonction de la biodiversité de l'ensemble de cette région. N'empêche, la reconnaissance de ces grands paysages est utile pour en assurer la conservation et la gestion à long terme. Davantage de ressources sont nécessaires pour assurer la mise en œuvre des mesures de conservation, mais les ressources disponibles, bien que limitées, sont utilisées efficacement pour préserver la connectivité à l'échelle du paysage.

4. Le site Ramsar de la vallée du Kilombero, Tanzanie

Giuseppe Daconto, anciennement de l'Agence belge de développement/ministère des Ressources naturelles et du Tourisme de la Tanzanie

Contexte et défi

La vallée du Kilombero est une plaine inondable qui fait environ 220 km de long et jusqu'à 70 km de large dans le bassin versant du fleuve Rufiji, au sud de la Tanzanie, enserrée entre les montagnes d'Udzungwa et les collines de Mahenge (figure 1). De multiples affluents convergent dans la vallée pour former la rivière Kilombero. Pendant la saison des pluies, les eaux de ruissellement des affluents situés en pente raide atteignent rapidement le fond de la vallée, qui se transforme alors en un grand marécage. La vaste vallée servait autrefois de refuge pendant la saison sèche et offrait différents corridors aux populations d'animaux sauvages se déplaçant entre la chaîne d'Udzungwa et la réserve de Selous, jouant ainsi un rôle essentiel pour la connectivité à l'échelle régionale dans le sud de la Tanzanie. La plaine

Leçon clé

Ce site Ramsar nécessite un cadre de conservation qui prévoit des corridors écologiques permettant d'orienter les efforts du gouvernement central et des acteurs locaux.

inondable accueillait auparavant d'importantes populations d'animaux sauvages, notamment des éléphants et un grand nombre de pukus, une variété d'antilope presque menacée.

À partir des années 1990, le paysage a subi un changement drastique, sous l'effet d'une immigration humaine soutenue et de l'expansion des peuplements, de l'expansion massive de la riziculture et du pâturage du bétail, de la déforestation et de l'aménagement d'infrastructures. La riziculture et le

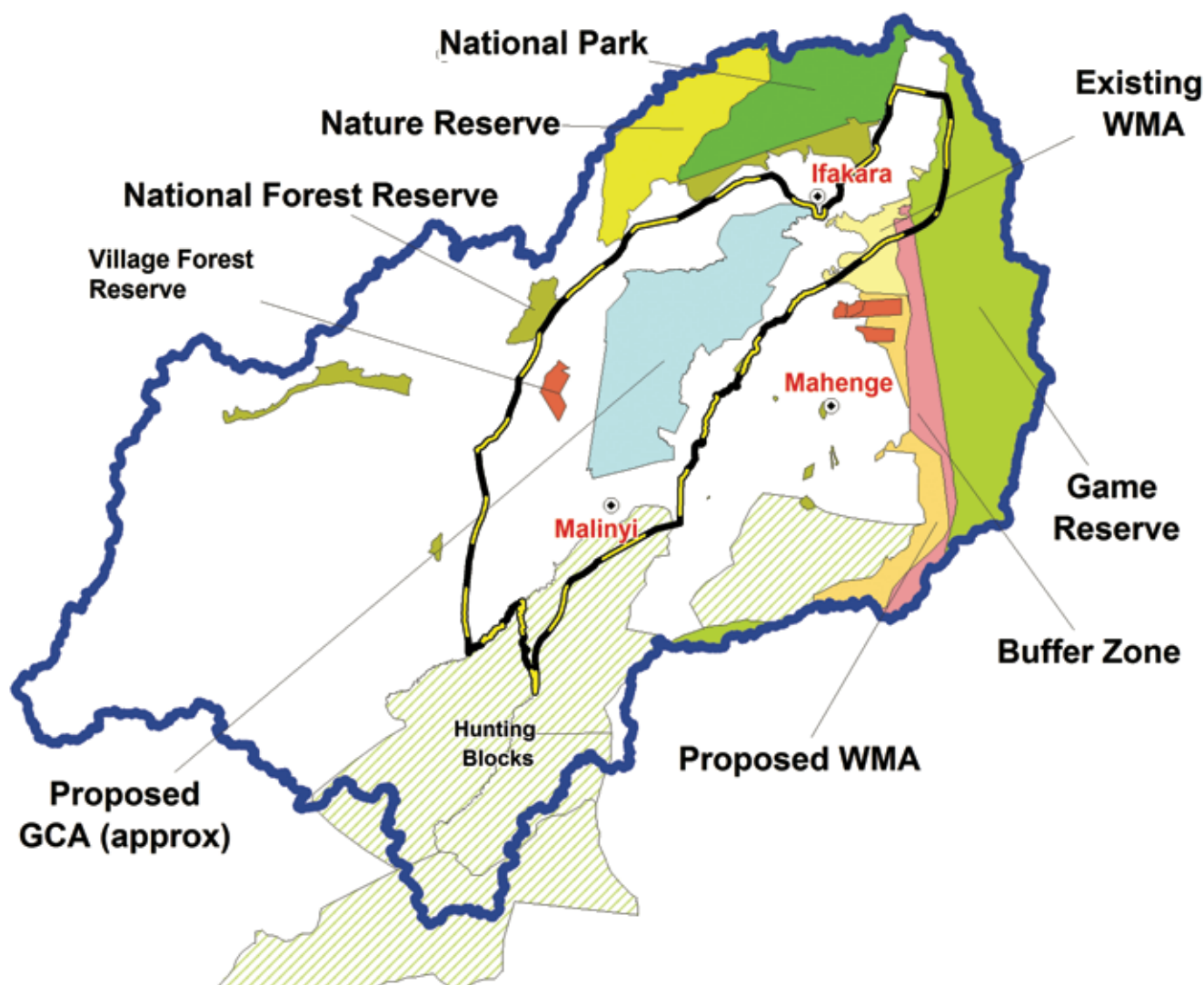


Figure 1. Aires protégées dans le bassin versant du Kilombero (source : document du plan). Le corridor écologique de la Ruipa relie le parc national d'Udzungwa et la réserve naturelle de Kilombero à la réserve de chasse de Selous, en franchissant la vallée du Kilombero au sud d'Ifakara. La ligne noire et jaune délimite le site Ramsar.

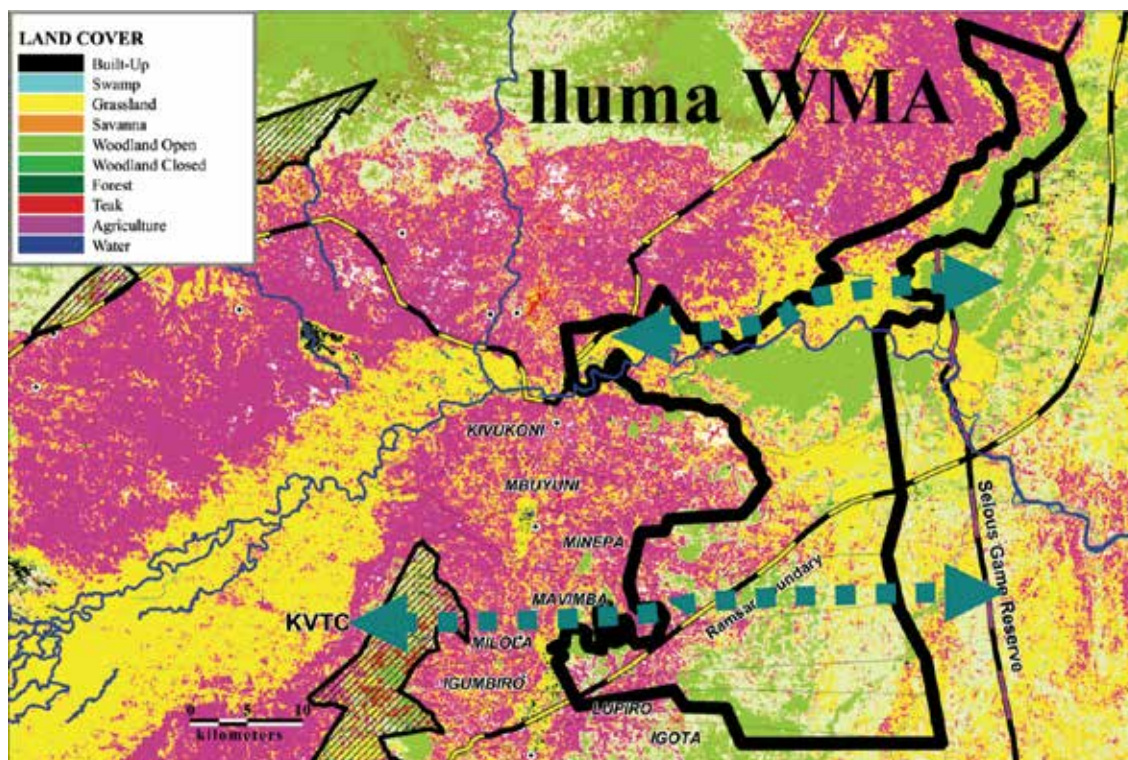


Figure 2. Analyse détaillée de l'utilisation des terres du corridor Ruipa-Est reliant la vallée à la réserve de chasse de Selous.
Source : Documents de planification.

pâturage ont considérablement réduit l'habitat naturel des milieux humides. Les changements dans l'utilisation des terres et les peuplements ont presque complètement brisé la connectivité de la faune sauvage dans la vallée. Les populations de gibier ont été décimées (Leemhuis et al., 2017).

Approche

Le gouvernement central a conservé une autorité nominale sur la zone centrale et de grandes étendues de terre dans les bassins versants. La désignation de la zone comme site Ramsar en 2000 a souligné l'importance du paysage. Cependant, les changements sociaux et économiques se sont opérés pour la plupart sans réglementation. Les conflits fonciers sont nombreux et fortement politisés. La gestion du paysage, y compris la conservation des zones de faune résiduelle, la préservation de la connectivité et la protection des valeurs et fonctions écologiques globales de la vallée nécessite une concertation entre plusieurs intérêts locaux et nationaux. La gestion de la vallée doit mobiliser plusieurs agences sectorielles, quatre autorités de district et des centaines de villages, qui sont en définitive les autorités de gestion des terres en Tanzanie. En termes de gouvernance, il faut passer de la gestion centralisée traditionnelle des grandes aires protégées à une gestion en mosaïque de plus petites aires intégrées dans les zones agricoles productives, certaines sous la responsabilité du gouvernement central et d'autres des instances locales. Le plan de gestion intégrée du site Ramsar de la vallée du Kilombero, élaboré de 2016 à 2018 par le ministère des Ressources naturelles et du Tourisme, constitue un cadre visant à assurer cette transition progressive. L'élaboration du plan a reçu le soutien de l'Agence belge de développement et de l'Union européenne,

par le biais du Projet de gestion de l'écosystème du Kilombero et du Bas-Rufiji. Des analyses de fond et les documents de planification sont disponibles sur le site <https://kilomberovalley.wordpress.com/>.

Le maintien et la restauration de la connectivité écologique nécessiteront des mesures locales, régionales et nationales :

1. Regrouper la portion centrale de la vallée (environ 2 000 km²) sous le contrôle du gouvernement central.
2. Gérer les pressions du développement dans la ceinture agricole et de peuplement autour de la zone centrale. Selon la tendance actuelle, la population de cette ceinture devrait dépasser le million d'habitants d'ici 2040 environ.
3. Consolider et protéger une myriade de petites zones à travers le paysage. Certaines d'entre elles appartiennent à des villages et sont gérées en vertu de la cession des zones de gestion de la faune ou des réserves forestières villageoises; d'autres sont des concessions de chasse, des terres privées louées pour la foresterie et l'agriculture, ou des aires protégées relevant d'un gouvernement local.
4. Protéger et réhabiliter l'habitat naturel résiduel sur les terres agricoles le long des affluents du fleuve principal. Pour cela, il faut une planification et un contrôle efficaces de l'utilisation des terres et des pratiques agricoles des villages, qui sont pour la plupart très précaires, et une coordination de l'utilisation des terres entre plusieurs villages, qui est quasiment inexistante.
5. Préserver le cycle hydrologique du fleuve et son rythme saisonnier grâce à une gestion efficace des ressources hydriques à l'échelle du bassin versant.



Buffle (*Syncerus caffer*) © Adobe Stock

Exemple de corridor écologique

Le corridor écologique de la Ruipa permet à la faune sauvage de se déplacer entre la réserve de Selous à l'est et les montagnes d'Udzungwa à l'ouest (figure 2). Ce corridor (0,5-6 km de large, 20 km de long) pour les grands mammifères traverse une mosaïque d'habitats, dont des forêts riveraines, des boisées, des broussailles, des pâturages dégradés et des marécages. Une grande partie de la portion occidentale du corridor est dégradée, mais la partie orientale conserve encore une certaine fonctionnalité. Le corridor est utilisé chaque année par les éléphants (*Loxodonta spp.*) et les buffles (*Syncerus caffer*) lors de leurs migrations entre les aires protégées, même si leur nombre a considérablement diminué ces dernières années. On recense également d'autres animaux ayant été aperçus dans le corridor : l'oryctérope (*Orycteropus afer*), le colobe noir et blanc d'Angola (*Colobus angolensis*), le guib harnaché (*Tragelaphus sylvaticus*), le porc-épic à crête (*Hystrix cristata*), le duiker de Harvey (*Cephalophus harveyi*), l'hippopotame (*Hippopotamus amphibius*), le léopard (*Panthera pardus*), le lion (*Panthera leo*), le puku (*Kobus vardonii*), la hyène tachetée (*Crocuta crocuta*), le cobe à croissant (*Kobus ellipsiprymnus*) et le colobe rouge d'Udzungwa (*Procolobus gordonorum*), qui est endémique aux montagnes d'Udzungwa. Le corridor de la Ruipa et plusieurs autres qui traversent la plaine inondable du Kilombero sont très importants pour la conservation, car ils sont peut-être les seuls liens viables qui subsistent entre les populations d'éléphants de l'ouest et du sud de la Tanzanie.

Résultats

Le plan établit un cadre global pour le processus très complexe de gérer ce paysage et de réhabiliter sa connectivité écologique. Des évaluations exhaustives réalisées pendant l'élaboration du plan et d'autres démarches ont permis de dégager plusieurs priorités d'intervention. La mise en œuvre du plan nécessite un mécanisme institutionnel capable de :

1. Coordonner les nombreux acteurs locaux et les priorités divergentes concernant l'utilisation des terres et de l'eau;

2. Établir une coordination efficace entre les services gouvernementaux responsables de l'administration des terres, de la conservation et de la gestion des ressources hydriques;
3. Harmoniser le contrôle du gouvernement central et celui découlant de la décentralisation et de la cession (principalement par le biais du cadre national pour la gestion communautaire des ressources naturelles, mais aussi en veillant à ce que les autorités locales reçoivent un minimum de transferts budgétaires du gouvernement central);
4. Négocier la coordination de l'utilisation des terres dans les zones de connectivité prioritaires.

Une vision à long terme articulée autour des agences de conservation pourrait en principe favoriser un processus de gestion adaptative à long terme, mais la mise en œuvre du plan nécessite une vision commune, des ressources financières et des capacités institutionnelles, trois conditions qui ne sont pas encore remplies. Le plan propose un jalon clé à court terme : la mobilisation de ressources financières par le biais des budgets des gouvernements central et local afin d'établir un premier mécanisme de coordination locale. Une évaluation a démontré que cette démarche serait réalisable sur le plan financier. Cette première étape pourrait être accomplie sans soutien externe (qui sera éventuellement nécessaire), et favoriserait donc la prise en charge et le leadership local de la gestion du paysage à des fins de connectivité écologique.

Note : Images produites par le projet KILOREWMP, financé par l'Union européenne et l'Agence belge de développement et mis en œuvre par le ministère des Ressources naturelles et du Tourisme (par le biais de la Division de la faune et l'Autorité de gestion de la faune de la Tanzanie) et l'Agence belge de développement (Enabel) en collaboration avec les districts d'Ulanga, Kilombero et Malinyi de la région de Morogoro et de la région côtière de Rufiji.

Connectivité terrestre : Asie

5. Corridor écologique pour permettre le rassemblement des pandas géants dans le paysage de Qinling

Hui Wan, anciennement du WWF

Contexte et défi

La route nationale 108 a été aménagée dans les années 1970 à travers le paysage de Qinling, en Chine centrale, et a entraîné une circulation intense au fil du temps (figure 1). La route a séparé une forêt intacte et a provoqué la fragmentation de l'habitat des pandas jusqu'alors connecté. Elle a également facilité l'accès des populations humaines locales à la forêt. L'exploitation des ressources sauvages qui en a résulté a aggravé la dégradation de l'habitat. La population résidente de panda a été progressivement divisée en deux : le sous-groupe Xinglongling, à l'ouest, et le sous-groupe Tianhuashan, à l'est.

Approche

En 2000, le gouvernement a construit un tunnel en vue de l'aménagement d'une nouvelle route. L'abandon de l'ancienne route et le rétablissement de l'habitat terrestre en haut du tunnel ont permis de reconnecter les groupes de pandas séparés. En 2003, la réserve naturelle de Shaanxi Guanyinshan a été légalement créée et en 2005, le Fonds mondial pour la nature (WWF) a lancé, en collaboration avec la réserve, le projet de restauration du corridor du tunnel

Leçon clé

Aménager des routes avec des tunnels souterrains peut être un moyen efficace de restaurer la connectivité de la faune; le suivi de la restauration est important pour documenter les résultats.

routier de la route G108 à Qinling (figure 2). Le projet a mis en œuvre les mesures stratégiques suivantes pour le corridor écologique :

- La réalisation de relevés et d'une cartographie de base pour permettre de comprendre l'état de la population des sous-groupes de panda, la distance physique entre eux, la condition socioéconomique des communautés locales, la capacité de gestion de la réserve et le régime foncier des forêts dans la région.
- La plantation de bambous dans les parcelles vides afin d'améliorer la qualité de l'habitat et d'établir une connectivité entre les parcelles d'habitat connecté, ouvrant ainsi des voies de déplacement pour les pandas.

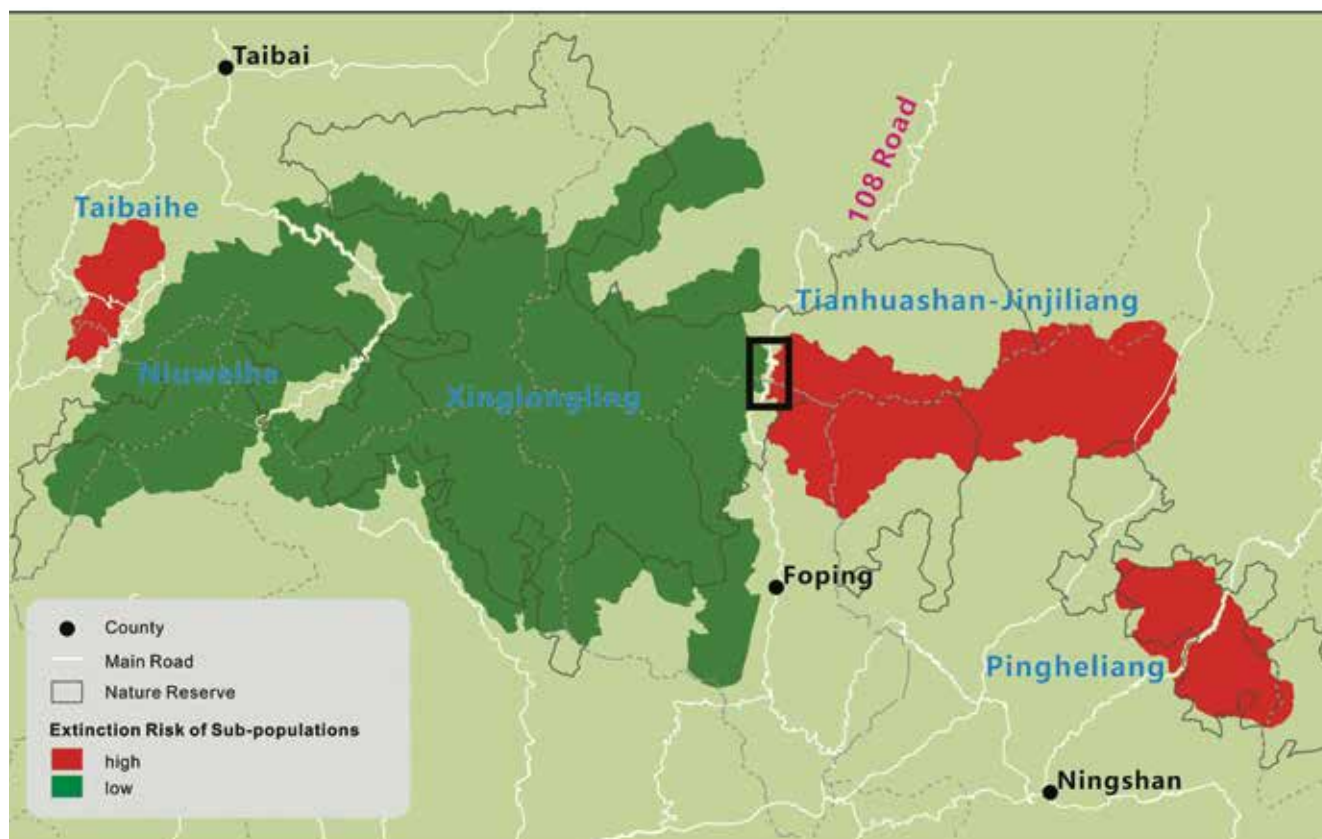


Figure 1. Sous-populations de pandas dans le paysage de Qinling. La route nationale 108 est orientée du nord au sud. Le rectangle noir indique l'emplacement du corridor écologique. © WWF China

- La mobilisation des communautés locales, notamment par l'apport d'un soutien aux ménages locaux, des démonstrations des pratiques de gestion durable des forêts et des programmes éducatifs sur l'importance de la conservation des habitats.
- La gestion de la circulation pour faire respecter l'interdiction d'utiliser la route abandonnée imposée aux personnes et aux véhicules.
- Le renforcement des capacités pour améliorer l'efficacité de la gestion de la réserve naturelle de Guanyinshan.
- La surveillance de la faune.

Résultats

Des pandas géants ont été recensés dans le corridor écologique, qui comprend des terres situées en haut du tunnel routier et des terres environnantes reliant les zones centrales. La distance écologique entre les sous-groupes a été réduite et est maintenant plus courte que celle parcourue quotidiennement par un panda. Le nombre d'espèces de mammifères et de faisans présentes dans la zone du corridor est passé de zéro à 15.

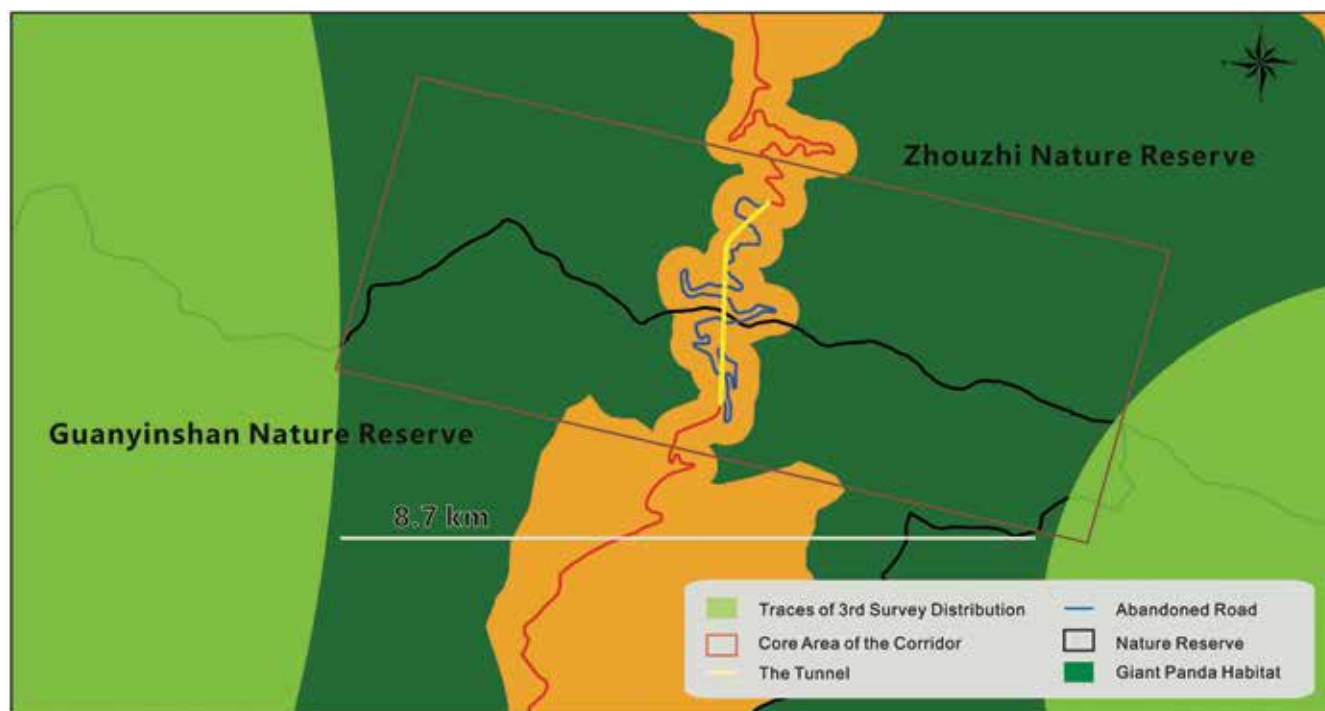


Figure 2. Le corridor écologique comprend des aires non protégées des deux côtés de la route (en orange). Le corridor relie maintenant l'habitat des deux sous-groupes de pandas. © WWF China



Panda géant (*Ailuropoda melanoleuca*) © Adobe Stock

6. L'expérience de la Thaïlande en matière de connectivité écologique de ses aires protégées

Songtam Suksawang, *Office des parcs nationaux de la Thaïlande, Agence des parcs nationaux et de la conservation de la faune et de la flore, ministère des Ressources naturelles et de l'Environnement*

Contexte et défi

Au cours des dernières années, la Thaïlande a considérablement élargi son réseau d'aires protégées. On y dénombre actuellement 128 parcs nationaux terrestres, 26 parcs nationaux marins, 60 sanctuaires de la faune et de la flore et 63 zones interdites à la chasse qui sont gérés par l'Agence des parcs nationaux et de la conservation de la faune et de la flore (APN). Ces aires protégées couvrent environ 23 % du territoire thaïlandais, et cette proportion se justifie par les nombreux avantages que la conservation procure au peuple thaïlandais. Lorsque les aires protégées sont adjacentes ou proches les unes des autres, on peut les gérer comme des réseaux écologiques de conservation, mais beaucoup d'entre elles sont de petites zones fragmentées par des autoroutes, des chemins de fer et d'autres infrastructures.

De manière générale, les aires protégées de la Thaïlande contribuent efficacement à réduire la déforestation à l'intérieur de leurs limites (exception notable étant la persistance des activités forestières illégales visant certaines essences

Leçon clé

Le suivi et l'évaluation des corridors désignés indiquent que certains corridors sont déjà fonctionnels; la gestion des activités autorisées dans ces corridors sera importante à long terme.

de grande valeur, comme le bois de rose). Toutefois, la déforestation continue et la conversion des forêts en plantations dans les zones entourant de nombreuses aires protégées du pays font de ces aires protégées des îlots de nature dans une mer de cultures. Elles sont par conséquent trop petites pour soutenir toutes les espèces qui occupaient le paysage avant sa fragmentation.

Approche

Pour promouvoir la connectivité des paysages, l'APN a fait appel au concept de réseaux écologiques, appelés « complexes forestiers ». Les parcs nationaux et les

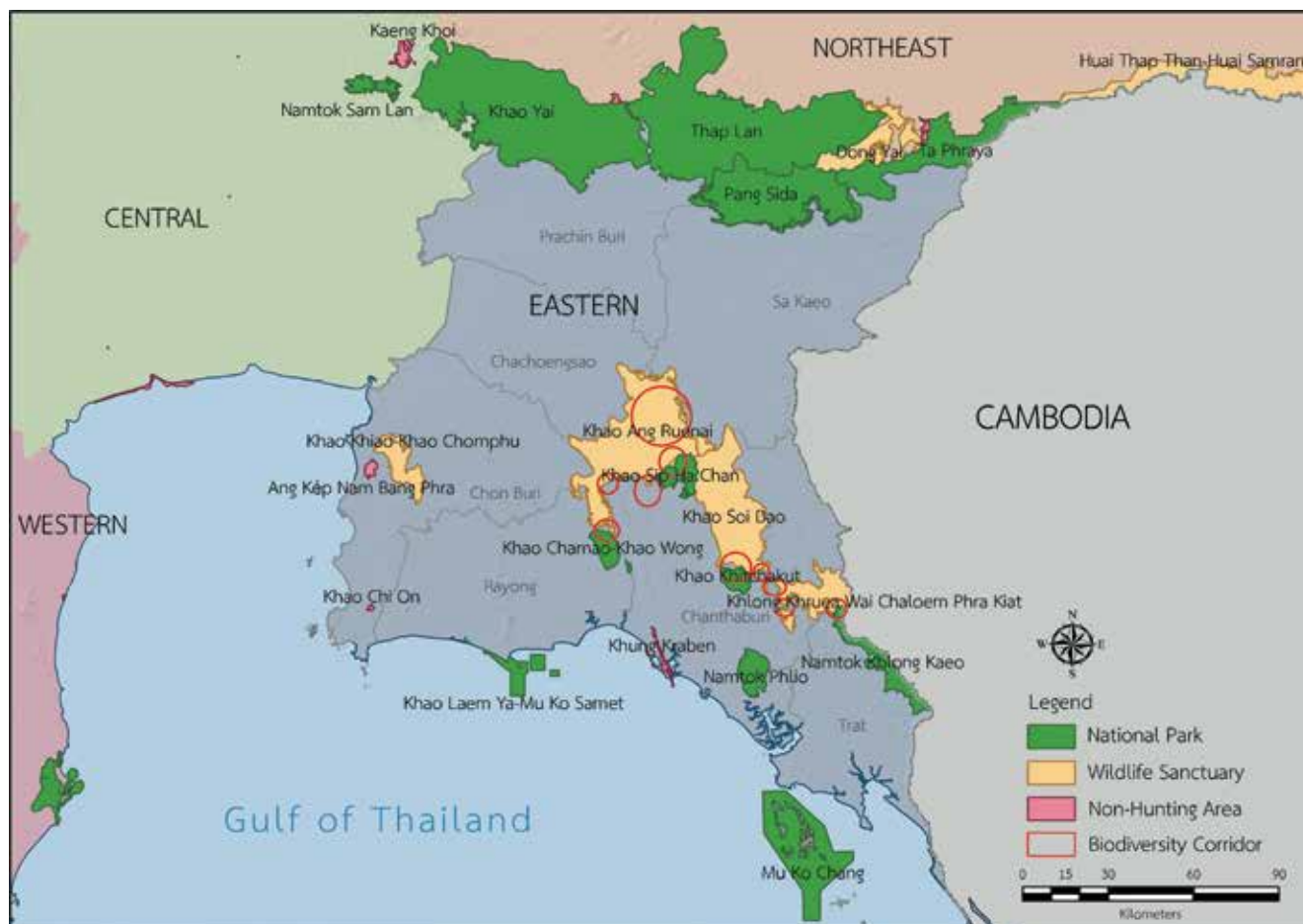


Figure 1. Couloirs écologiques dans le complexe forestier oriental © Songtam Suksawang / Office des parcs nationaux de la Thaïlande, Agence des parcs nationaux et de la conservation de la faune et de la flore, ministère des Ressources naturelles et de l'Environnement.

sanctuaires de faune sont liés écologiquement de manière à former une grande zone qui permettra de soutenir des populations viables d'un large éventail d'espèces végétales et animales, ainsi que de contribuer au développement social et économique régional grâce aux services écosystémiques qui en découlent. Ces espaces peuvent être reliés par des corridors écologiques qui comprennent des zones interdites à la chasse, des zones tampons, des terres gérées par des agences gouvernementales autres que l'APM et des terres privées. Dans le cadre de cette approche, il est impératif que les hauts responsables des aires protégées pensent à gérer leurs sites en tant que composantes de paysages plus vastes.

Afin de tirer des leçons au sujet des complexes d'écosystèmes, l'APN a mis en place des activités pilotes dans des sites ciblés : le complexe forestier oriental (figure

1, page précédente) et le complexe forestier occidental (figure 2). En outre, un forum sur la question des corridors écologiques a été organisé, lequel a rassemblé une cinquantaine de gestionnaires d'aires protégées parmi les plus chevronnés de la Thaïlande ainsi que d'autres experts des complexes forestiers. Ces experts se sont penchés sur différentes questions, notamment comment les corridors écologiques peuvent relier les aires protégées; comment augmenter leur taille réelle pour permettre la dispersion des plantes et le déplacement des animaux entre elles; comment relier physiquement les habitats; et comment offrir aux écosystèmes un moyen efficace de s'adapter aux changements climatiques

L'approche des complexes forestiers est prometteuse, mais l'ANP doit également réfléchir à la manière de gérer tout

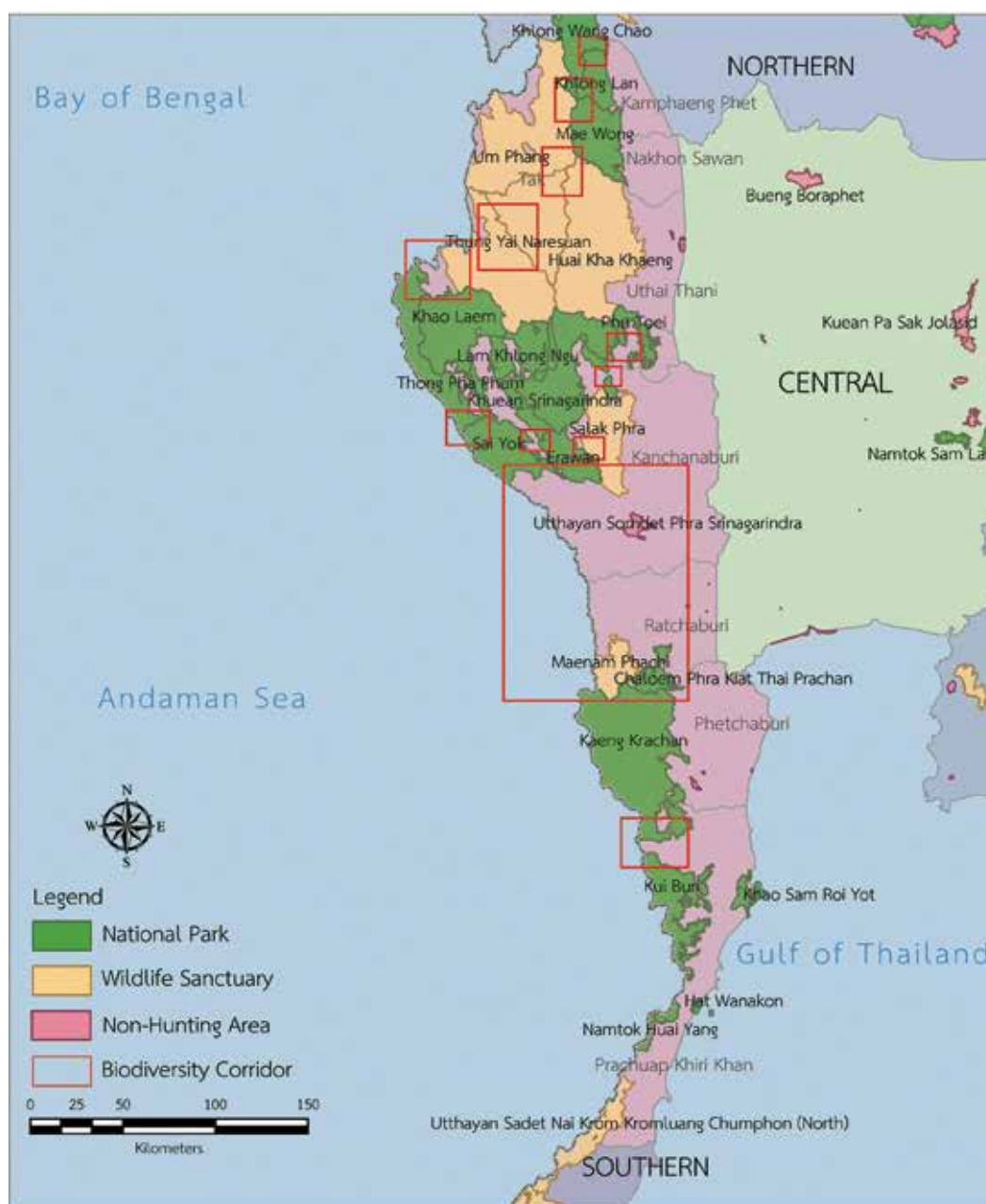


Figure 2. Corridor écologique dans le complexe forestier oriental © Songtam Suksawang/Office des parcs nationaux de la Thaïlande, Agence des parcs nationaux et de la conservation de la faune et de la flore, ministère des Ressources naturelles et de l'Environnement.



Sanctuaire de faune de Khao Ang Rue Nai, Thaïlande © Adobe Stock

impact environnemental négatif potentiel de la connectivité. En effet, faute d'une gestion adéquate, les corridors de connectivité pourraient faciliter la propagation de maladies, d'espèces exotiques envahissantes, d'incendies de forêt et d'autres risques naturels. Les corridors écologiques peuvent également poser certains problèmes liés à la gestion des visiteurs. Par exemple, il sera important d'assurer que les visiteurs qui paient leur entrée dans un parc national ne s'attendent pas à avoir nécessairement le droit d'entrer dans un sanctuaire de faune adjacent soumis à des mesures de protection strictes et où les visites sont limitées (un problème potentiel dans le cas du sanctuaire de faune de Huay Kha Khaeng).

Exemples de corridors écologiques

Le complexe forestier oriental comprend huit aires protégées (figure 1). Le parc national de Khao Chamao-Khao Wong (84 km²) est légèrement séparé du sanctuaire de faune de Khao Ang Rue Nai (1078 km²), mais on a démontré la faisabilité d'un corridor écologique entre ces deux sites – son établissement dépend de la volonté des propriétaires des terres visées par le corridor de collaborer avec les responsables des aires protégées. Le parc national de Khao Sipa Chan (118 km²) est adjacent à Khao Ang Rue Nai et fait partie d'un écosystème naturellement connecté. De même, le parc national de Khao Khitchakut, relativement petit (58 km²), est relié au sanctuaire de faune de Khao Soi Dao (744 km²), de sorte qu'ils forment également une unité naturelle. Le sanctuaire de faune de Klong Krua Wai est relié au parc national de Namtok Khlong Kaew, ce qui les intègre à une longue bande naturelle plutôt étroite. Ils partagent une frontière avec le Cambodge, et l'APN travaille à la conservation d'une aire protégée transfrontalière avec l'aire protégée de Samlout, au Cambodge (cette initiative est soutenue) par la Banque asiatique de développement.

Toutes les aires protégées du complexe forestier occidental sont écologiquement reliées et forment le plus grand complexe d'écosystèmes forestiers contigus de la Thaïlande, couvrant 14 866 km² (figure 2). Trois parcs nationaux (une partie du parc national de Khao Laem, le parc national de Thong Pha Phum et le parc national de Sai Yok) sont séparés des autres sites du complexe occidental par une autoroute et divers développements commerciaux le long de l'autoroute. Ces aménagements constituent une barrière écologique qui devra être atténuée par des structures de passage, comme de larges passages supérieurs couverts de végétation pour permettre les déplacements des grands mammifères.

Résultats

Des preuves tangibles montrent que la population de tigres, qui sont bien protégés dans le sanctuaire de faune de Huay Kha Khaeng dans le complexe forestier occidental, est en expansion, et on observe une dispersion de « nouveaux » tigres vers le nord, dans les parcs nationaux de Mae Wong et Klong Lan, où ils sont désormais bien établis. De nombreuses autres espèces, dont le cerf d'Eld qui a fait l'objet d'une réintroduction, pourraient également repeupler ces parcs nationaux à partir de Huay Kha Khaeng, ce qui indique son importance en tant que source de vie sauvage pour d'autres régions du fait de l'existence de corridors écologiques. Les communautés locales ont participé à la délimitation des frontières du parc national de Mae Wong tout en bénéficiant des zones à usages multiples, qui peuvent servir de corridors écologiques. Les communautés entourant le sanctuaire de faune de Huay Kha Khaeng ont établi des zones de développement communautaire dont la contribution aux objectifs de l'aire protégée a été officiellement reconnue. Il est clair qu'il reste encore du travail à faire pour établir et améliorer la conservation de la connectivité dans les réseaux d'aires protégées, mais les complexes forestiers oriental et occidental sont la preuve de la pertinence de cette approche.

Connectivité terrestre : Australie

7. Corridor de conservation de la côte est de la Tasmanie

Todd Dudley, *North East Bioregional Network*

Contexte et défi

Le corridor de conservation de la côte est (CCCE) est un réseau écologique de conservation à l'échelle du paysage qui se déploie sur 280 km depuis Cap Portland (au nord) jusqu'à Cape Pillar (au sud), couvrant 2½ degrés de latitude sur la côte est et l'arrière-pays de la Tasmanie. Le réseau d'aires protégées existant et les projets de conservation en cours offrent une fondation solide pour la concrétisation de la « WildCountry vision », une vision axée sur la protection de la nature qui prévoit notamment la conservation de la connectivité du paysage dans le nord-est de la Tasmanie (figure 1). En 2012, le célèbre expert en patrimoine naturel Peter Hitchcock a déclaré que « les corridors de connectivité de la côte est ont été évalués collectivement comme ayant une importance pour le patrimoine national – ils constituent l'une des plus importantes étendues d'habitat indigène connectées de manière latitudinale en Australie. »

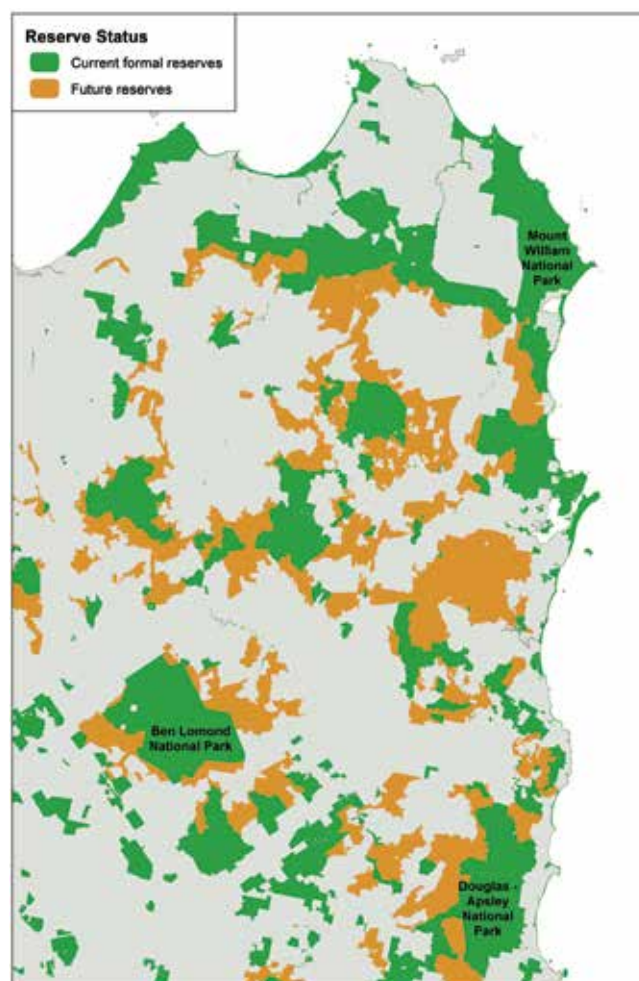


Figure 1. Réserves destinées à améliorer la connectivité du paysage dans le nord-est de la Tasmanie. © North East Bioregional Network

Leçon clé

Trouver des intérêts communs parmi de nombreux acteurs et communiquer avec différents types de partenaires contribue à la restauration écologique de la connectivité; les efforts à long terme, y compris le suivi, peuvent être assurés par des fonds de dotation.

Bien que le CCCE assure encore une excellente connectivité des paysages, sa viabilité est menacée par différents facteurs, notamment l'expansion de l'agriculture intensive et des barrages connexes, l'exploitation forestière (plantations et forêts indigènes), le développement côtier, les plantes envahissantes et les animaux féraux. Le défi consiste à élargir le réseau de zones protégées existant afin de limiter l'étendue et les impacts des menaces et de restaurer stratégiquement les zones importantes pour la connectivité.

Approche

L'approche mise sur une gestion holistique des terres de conservation à travers les différents régimes fonciers, tout en cherchant à élargir la végétation et les habitats indigènes et à améliorer leur état et leur connectivité. La stratégie comprend aussi l'identification et le traitement des raisons physiques et éthiques du déclin écologique, telles que la croissance de la population humaine, la consommation et le soutien idéologique à la croissance économique dans un monde aux ressources limitées.

Le North East Bioregional Network est une organisation entièrement bénévole qui travaille avec environ 45 entités gouvernementales, communautés, entreprises, organisations privées et propriétaires fonciers privés en vue d'harmoniser leurs points de vue. L'organisation œuvre actuellement à la création d'un fonds de dotation qui lui permettra de poursuivre ses efforts à long terme en faveur de la protection et de la restauration de la flore, de la faune et des paysages uniques de l'est de la Tasmanie.

Exemple de corridor écologique

Le projet de restauration Skyline Tier œuvre à la restauration d'une zone consacrée à une plantation de pins radiata non indigènes sur une superficie de 2 000 ha pour qu'elle retrouve sa condition de forêt naturelle riche en biodiversité (figure 2). Le rétablissement de l'écosystème indigène permettra de reconnecter les aires protégées du littoral et de l'arrière-pays. Les terres appartiennent au gouvernement, mais sont louées à une société privée, et sont actuellement gérées conjointement par cette société et North East Bioregional Network.



Figure 2. Projet de restauration écologique Skyline Tier. (haut) Une plantation de pins radiata mûrs a été récoltée, puis un feu contrôlé a été pratiqué. (bas) Six ans plus tard, des travaux de restauration intensifs ont permis de régénérer la forêt indigène. © North East Bioregional Network

Résultats

Différentes activités ont contribué à l'amélioration de la connectivité des paysages dans la zone du CCCE depuis 2005 :

- Création de 30 conventions de conservation permanentes et 60 enregistrements dans le cadre du programme « Land-for-Wildlife » [terres pour la faune] sur des terres privées.
- Mesures de création d'emplois et de formation qui ont bénéficié plus de 80 personnes au cours des cinq dernières années grâce aux projets de restauration écologique du North East Bioregional Network, qui a généré d'importantes retombées écologiques, sociales et économiques et a contribué à consolider la conservation en tant qu'activité très avantageuse dans les communautés rurales éloignées.
- Interdiction de nouveaux lotissements à moins de 1 km de la côte dans la municipalité de Break O'Day, ce qui permet de préserver un corridor écologique entre la côte et l'arrière-pays.
- Création de la North East Tasmania Land Trust, une organisation non gouvernementale qui achète des terres privées et en reçoit en guise de dons (déductibles d'impôt) à des fins de conservation de la nature.
- Transfert de la gestion de plus de 100 000 ha de forêts indigènes publiques dans le nord-est de la Tasmanie du ministère des Forêts au Service des parcs nationaux et de la faune (figure 1).
- Publication d'un plan d'action de conservation pour la municipalité de Break O'Day.
- Intégration des plans de conservation de la connectivité dans le processus d'aménagement du territoire des municipalités.
- Élaboration de plans de conservation de la connectivité qui visent expressément à protéger les corridors fauniques et les liens entre les paysages contre un développement inapproprié; ces plans sont juridiquement contraignants dans les plans d'aménagement municipaux.

Pour en savoir plus : www.northeastbioregionalnetwork.org.au

8. Great Eastern Ranges : le premier réseau écologique de conservation à l'échelle continentale de l'Australie

Ian Pulsford, *consultant spécialisé dans la conservation de la connectivité et les aires protégées*

Gary Howling, *Great Eastern Ranges Initiative*

Contexte et défi

L'Australie figure dans la liste des 17 nations très riches en biodiversité. On y trouve 6 794 espèces de vertébrés – dont 1 350 espèces endémiques de vertébrés terrestres, le nombre le plus élevé au monde – ainsi que 22 000 espèces végétales. La plus grande concentration de cette biodiversité exceptionnelle se trouve le long des montagnes et des côtes accidentées de l'est du pays. Cette zone comprend une partie importante des « Forêts de l'Australie orientale », un point chaud de la biodiversité selon la liste de Conservation International. Des sections importantes sont conservées dans un espace qui comprend une série d'aires protégées intégrées, notamment trois sites du patrimoine mondial, ainsi que des terres utilisées pour l'agriculture, l'exploitation minière, le développement urbain, les infrastructures et la foresterie. Le défrichage et la fragmentation de l'habitat, la dégradation des terres, l'introduction de plantes, d'animaux et d'agents pathogènes exotiques et les changements climatiques sont autant de menaces graves qui dégradent et fragmentent ce réseau écologique de conservation.

Approche

L'initiative Great Eastern Ranges (GER) a été lancée en 2007 avec la mission audacieuse de protéger, de restaurer et de relier des habitats afin d'assurer la pérennité de la nature et des humains. L'initiative englobe les terres naturelles qui s'étendent sur plus de 3 600 km le long des massifs montagneux de la côte est de l'Australie, depuis les monts Grampian dans l'État de Victoria, en passant par l'est de la Nouvelle-Galles du Sud (NSW) et le Territoire de la capitale de l'Australie (ACT), jusqu'au cap York, à l'extrême nord du Queensland (figure 1). D'innombrables espèces utilisent cette région pour se déplacer et s'adapter aux conditions climatiques extrêmes. L'initiative GER prend la forme d'un réseau écologique de conservation qui aide les gens à travailler ensemble dans le but de restaurer et de reconnecter la nature dans des zones de grande importance biologique, comme celles qui sont fragmentées ou qui manquent de connectivité. L'initiative repose sur la vision suivante : les écosystèmes des Great Eastern Ranges d'Australie doivent être sains et connectés de manière à contribuer au bien-être économique, social, culturel et spirituel à long terme des communautés, ainsi que des plantes et des animaux indigènes.

L'initiative GER est l'une des rares initiatives de conservation de la connectivité dans le monde à avoir été lancée par un gouvernement. Elle a été lancée en 2007 grâce à un financement de la Nouvelle-Galles du Sud, ce qui a permis au ministère de l'Environnement, du Changement climatique et de l'Eau de cet État de mettre en place une nouvelle approche de la conservation reposant sur

Leçon clé

Se donner une mission audacieuse de protéger, de restaurer et de relier les habitats pour assurer la pérennité de la nature et de l'être humain dans un contexte de changements climatiques peut susciter un engagement de nombreux secteurs de la société et favoriser les activités de conservation sur le terrain.



Figure 1. Le réseau écologique de conservation des Great Eastern Ranges forme un arc de 3 600 km de terres naturelles pour la plupart interconnectées qui s'étend des monts Grampians dans l'état de Victoria jusqu'à Cape York dans l'extrême nord du Queensland. © Great Eastern Ranges Ltd.



Figure 2. Réseau des partenariats régionaux pour les zones de conservation de la connectivité de l'initiative Great Eastern Ranges. © Great Eastern Ranges Ltd.

des partenariats. Cinq « partenariats régionaux » ont été établis concernant cinq zones de connectivité prioritaires. Au nombre des partenaires figuraient des organisations non gouvernementales de conservation, des groupes de protection des terres, des groupes aborigènes, des institutions universitaires, des collectivités locales et d'autres organismes gouvernementaux. En 2010, la gouvernance a été confiée à un groupe de cinq grands partenaires non gouvernementaux dans le cadre d'un partenariat public-privé. En 2016, le nombre de groupes régionaux était passé à dix. En 2017, la gouvernance a été transférée à Great Eastern Ranges Ltd., dont le conseil d'administration est composé de huit administrateurs indépendants.

Great Eastern Ranges Ltd. est désormais une organisation à but non lucratif qui intervient en tant que partenaire à part entière au sein d'un réseau national de partenaires régionaux répartis dans dix zones de partenariat dans le Victoria, la Nouvelle-Galles du Sud, le Territoire de la capitale d'Australie et le Queensland.

Exemples de corridors écologiques

Les groupes de partenaires régionaux sont composés d'organisations publiques et privées et de particuliers qui participent à des activités de conservation volontaires sur le terrain et qui se réunissent pour collaborer et partager leurs ressources et leurs capacités (figure 2). Certaines zones du partenariat pour la connectivité relient le nord au sud le long de la chaîne montagneuse centrale, et plusieurs autres se prolongent à l'est vers la côte et à l'ouest sur les versants

qui relient les montagnes à l'intérieur des terres. Par exemple, les partenariats Slopes to Summit et Kanangra to Wyangala représentent des réseaux écologiques qui relient les forêts alpines et montagnardes aux terres intérieures.

Le réseau écologique Kosciuszko2Coast relie les zones alpines à la côte est. La Victorian Biolinks Alliance s'efforce de relier les paysages forestiers élevés des hauts plateaux victoriens centraux. La Border Ranges Alliance s'efforce de préserver et d'améliorer la connectivité des forêts tropicales humides inscrites au patrimoine mondial et des forêts de grands eucalyptus à la frontière entre la Nouvelle-Galles du Sud et le Queensland.

Résultats

Grâce à un financement sur dix ans accordé par les gouvernements de la Nouvelle-Galles du Sud et de l'Australie, l'Initiative GER et ses partenaires se sont coordonnés pour mettre en place des activités de conservation volontaires par le biais de différents mécanismes : des accords de restauration des terres de pâturage, des accords de conservation volontaires, des accords concernant les terres destinées à la faune, des subventions pour clôturer les berges des cours d'eau, la plantation d'arbres, la restauration des habitats, le contrôle des animaux féraux et des mauvaises herbes, la sensibilisation de la communauté par le biais de journées communautaires sur le terrain, la conception d'une gamme de produits de communication comprenant des vidéos et un site Web, la réalisation de relevés biologiques et la mise en place de programmes de recherche.

Connectivité terrestre : Europe

9. COREHABS et BearConnect : assurer les déplacements dans les contrées sauvages d'Europe

Ancuta Fedorca, *Transilvania University*

Contexte et défi

La partie roumaine des Carpates renferme les plus grands écosystèmes forestiers continus d'Europe, recèle de nombreux habitats naturels bien préservés et abrite de grands herbivores et carnivores, dont l'ours brun (*Ursus arctos arctos*), le loup (*Canis lupus lupus*) et le lynx (*Lynx lynx*) (figure 1). La chaîne de montagnes est un point chaud de biodiversité qui se trouve au carrefour de plusieurs régions biogéographiques importantes. Des changements récents dans la propriété foncière et le développement accéléré des infrastructures (autoroutes, installations industrielles, établissements humains et complexes touristiques) menacent la nature en grande partie intacte des Carpates roumaines. Au total, 30,2 % du territoire roumain est couvert de forêts, y compris des forêts vierges et des hêtraies ancestrales. Si une portion des forêts est de propriété publique, une grande partie est de propriété privée en raison des restitutions qui ont eu lieu au cours des dernières décennies. De nombreux sites – qui représentent 24,46% du paysage terrestre national –

Leçon clé

La législation roumaine impose une modélisation pour identifier les corridors écologiques qui peuvent aider à maintenir la diversité génétique de la faune et de la flore et faciliter l'adaptation aux changements climatiques.

font partie du réseau Natura 2000, mais ces sites ne sont pas connectés entre eux.

Approche

En 2015, une initiative appelée COREHABS (Corridors écologiques pour les habitats et les espèces en Roumanie) a regroupé six entités (deux universités publiques, un institut national de recherche et trois ONG) dans le but de concevoir un réseau écologique national pour assurer la connectivité des habitats et favoriser le développement durable. Dans ses démarches, COREHABS fournit aux parties prenantes une modélisation des corridors pour les aider à prendre des

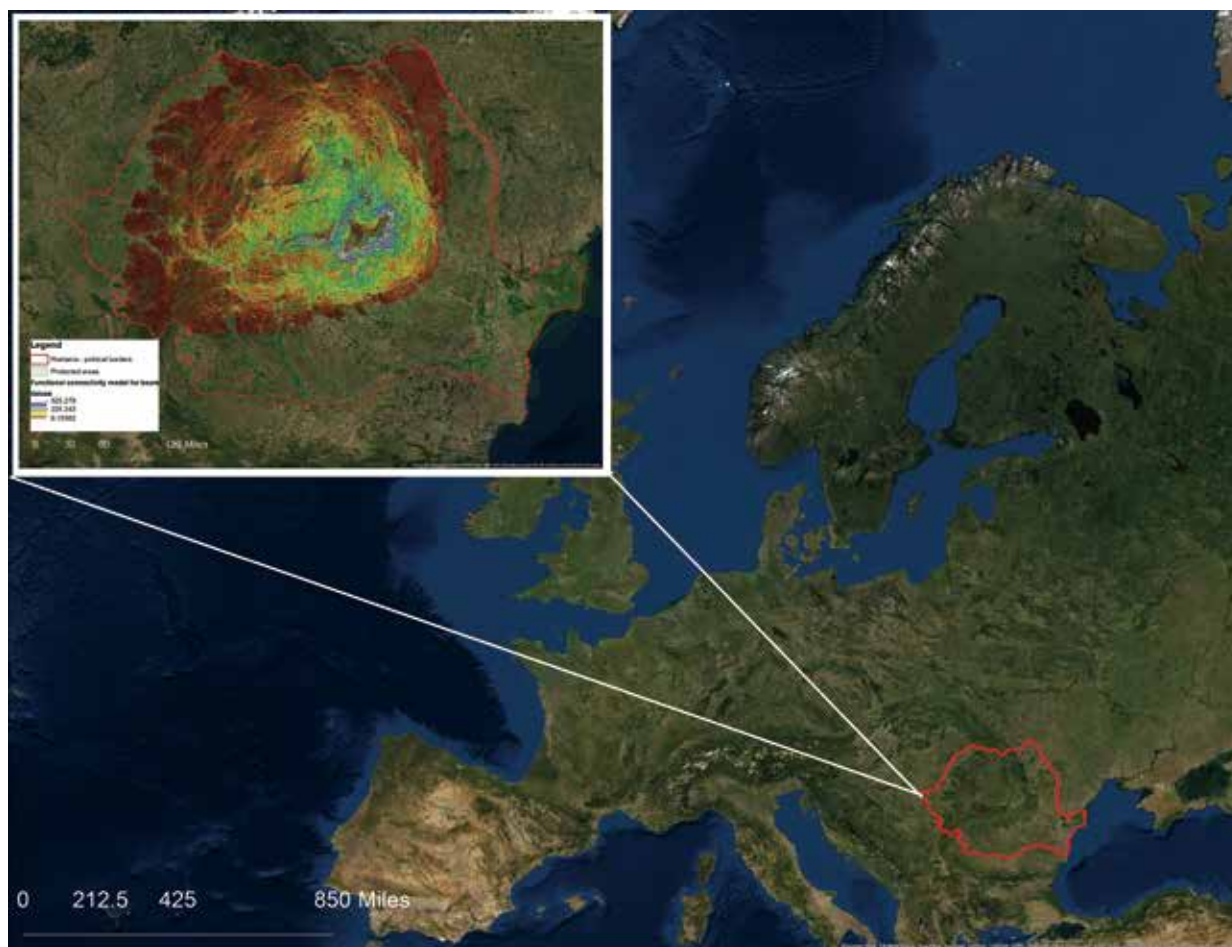


Figure 1. La chaîne de montagnes des Carpates forme un arc qui traverse le centre de la Roumanie. Cette carte montre une modélisation des valeurs de la connectivité fonctionnelle prévue dans l'habitat de l'ours brun, superposée aux aires protégées en Roumanie. © Ancuta Fedorca

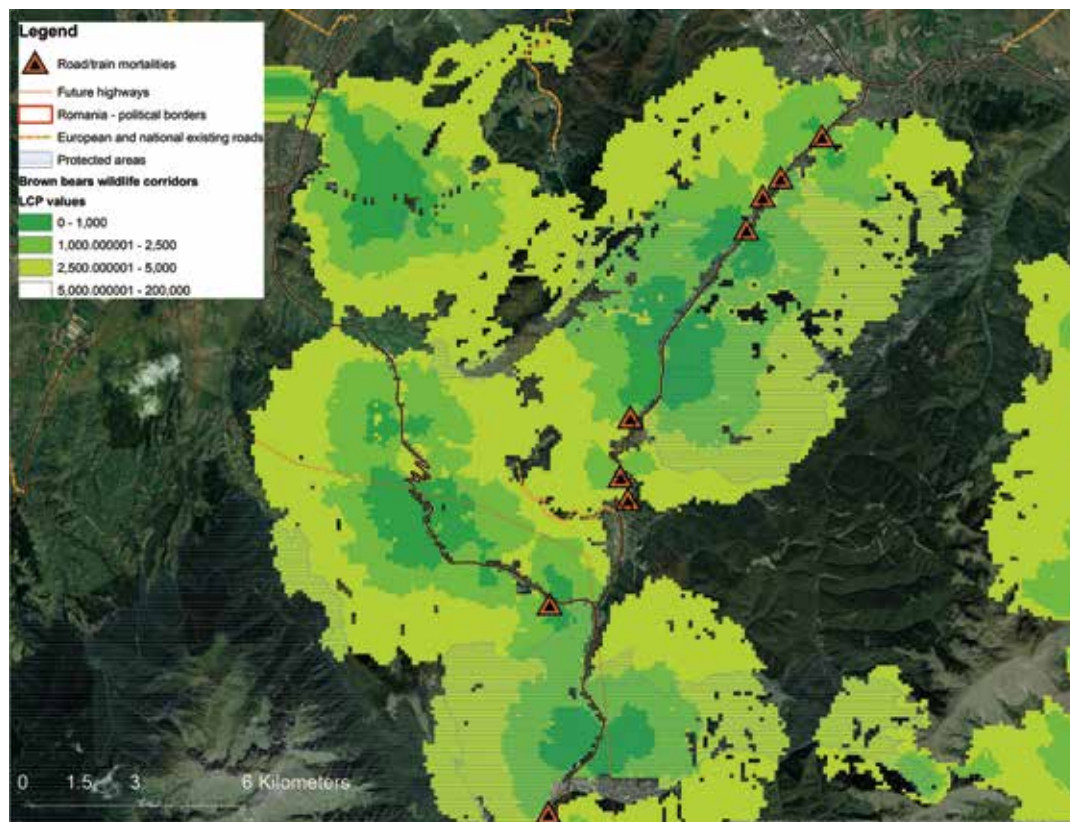


Figure 2. Les aires protégées en bleu ont besoin de connectivité (la réserve naturelle de Bucegi, le parc naturel de Bucegi et l'aire protégée de Bucegi au nord et l'aire protégée de Piatra Mare et l'aire protégée de Postavaru au sud). Les tons de vert indiquent les zones prévues pour la connectivité allant du besoin plus élevé (vert foncé) au moins élevé (vert pâle) afin d'aider à déterminer les priorités des activités de conservation. © Ancuta Fedorca

décisions, ce qui leur permet de planifier des infrastructures tout en considérant les mesures écologiques nécessaires à la viabilité à long terme des espèces et des habitats.

En 2017, COREHABS s'est associé à BearConnect (connectivité fonctionnelle et durabilité écologique des réseaux écologiques européens), une organisation axée sur l'ours brun. Afin d'assurer la conservation des corridors écologiques et de faciliter certains processus écosystémiques, les deux organisations cherchent à déterminer la mesure dans laquelle les réseaux écologiques existants, qui comprennent les aires protégées nationales et le réseau Natura 2000, assurent la connectivité fonctionnelle et la durabilité écologique des paysages à différentes échelles. Les deux partenaires formulent aussi des recommandations pratiques en matière de conservation de la connectivité.

La législation roumaine sur la désignation des corridors écologiques (GO 57/2007) prévoit la protection de la connectivité par la désignation de corridors écologiques spatialement explicites à partir d'une modélisation sur le terrain et d'une validation empirique de cette dernière. Les corridors écologiques sont établis à la lumière d'études scientifiques, puis désignés par un décret du chef de l'Autorité responsable des forêts et de l'environnement qui est adopté après que l'Académie roumaine des sciences a donné son aval. L'Agence nationale du cadastre et de la publicité immobilière intègre les aires protégées et les corridors écologiques dans la planification rurale et urbaine

aux échelons national, régional et local, dans les plans cadastraux et dans les registres fonciers, et les inscrit dans le système d'identification des parcelles. Les partenaires de mise en œuvre comprennent les ministères et les agences responsables des ressources naturelles et des infrastructures, l'Université Transilvania de Brasov, l'Institut national de recherche et de développement, des conseils locaux et régionaux, des propriétaires forestiers privés et des ONG.

Exemples de corridors écologiques

Une zone d'environ 10x10 km a été reconnue comme importante pour la connectivité des ours bruns entre les aires protégées de Bucegi, au sud, et les aires protégées de Piatra Mare et de Postavaru, au nord (figure 2). La plupart des terres appartiennent à l'État, tandis que de petites sections sont détenues par la communauté et des propriétaires privés.

Résultats

COREHABS a conçu un mécanisme efficace pour la désignation et l'évaluation des corridors écologiques, et offre des services spécialisés en matière de planification locale et de mise en œuvre d'un réseau écologique de conservation national. La Roumanie est sur la bonne voie pour protéger un réseau écologique intégré d'aires protégées et de corridors écologiques qui permettra le croisement des espèces sauvages et, par le fait même, améliorera la viabilité génétique à long terme des espèces et leur résilience aux changements climatiques.

10. La connectivité écologique dans un contexte urbain : Utrechtse Heuvelrug, Pays-Bas

Rob H.G. Jongman, *chercheur indépendant*

Chris Klemann, *province d'Utrecht*

Contexte et défi

L'urbanisation est très prononcée aux Pays-Bas, pays où la nature subit les pressions de l'expansion urbaine, des infrastructures, de l'agriculture intensive et des activités de loisirs. Les collines d'Utrecht (Utrechtse Heuvelrug) se déploient du nord-ouest au sud-est et englobent plusieurs réserves naturelles importantes ainsi qu'un parc national. Cette région est découpée par plusieurs autoroutes et lignes de chemin de fer, qui rendaient presque impossible le déplacement de la faune dans le paysage. Pourtant, elle fait partie du Réseau néerlandais pour la nature. C'est pourquoi la province d'Utrecht et les organismes responsables de la gestion de la nature, Utrechts Landschap (<https://www.utrechtslandschap.nl/>) et Goois Natuurreservaat (<https://gnr.nl/>), ont reçu le mandat de rétablir la connectivité pour la faune.

Le principe du « pollueur-payeur » est un principe fondamental de la politique environnementale des Pays-Bas. Ainsi, il incombe au propriétaire et au gestionnaire des infrastructures de transport de financer et de mettre en œuvre tous les écopassages (ponts et ponceaux écologiques). Autrement dit, les fonds ne proviennent pas du budget alloué à la protection de la nature. C'est la raison pour laquelle les écopassages n'ont pas été installés dans les années 1990. Le mandat confié au district de rétablir la connectivité et l'absence d'actions de la part des autorités routières nationales (qui disposent d'un budget de mise en œuvre) ont suscité des

Leçon clé

Les Pays-Bas appliquent un modèle de « pollueur-payeur » qui permet de financer la connectivité, comme des passages sécuritaires sur les routes, et d'organiser des activités compatibles avec les objectifs de connectivité (p. ex. les loisirs) à même les corridors.

tensions. Une coordination entre les autorités nationales et provinciales était nécessaire pour permettre la mise en œuvre des mesures de connectivité nécessaires pour les routes provinciales et assurer une optimisation des ressources investies à cette fin.

Approche

De nouvelles démarches ont été entreprises pour accélérer le processus de défragmentation du paysage par le biais du Réseau néerlandais de la nature, qui comprend des aires protégées et les espaces qui les relie, et d'un plan national de défragmentation accompagné de fonds supplémentaires. La mise en œuvre de ces deux programmes était prévue pour la période de 2004 à 2018.

Exemples de corridors écologiques

En ce qui concerne la province d'Utrecht, des mesures prioritaires ont été prévues pour les collines d'Utrecht afin d'améliorer les déplacements de la faune à travers les autoroutes et les voies ferrées nationales, qui sont de

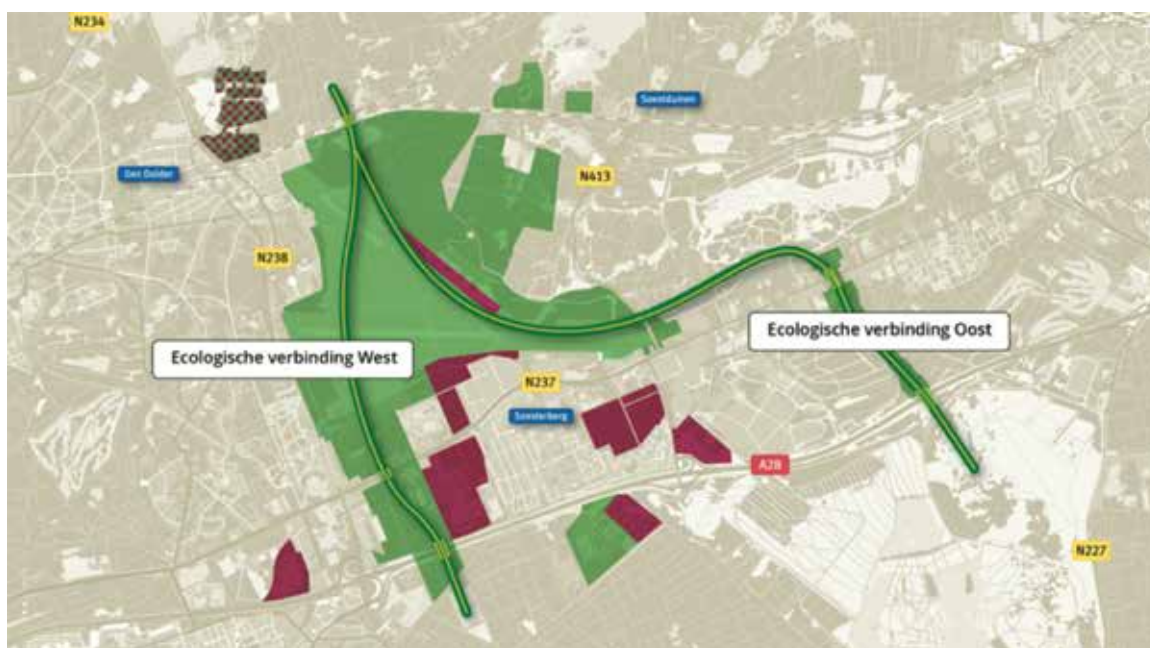


Figure 1. Les corridors écologiques Ouest et Est dans les collines d'Utrecht. Les numéros indiquent les autoroutes (rouge) et les voies de liaison (jaune). Les noms en bleu indiquent les zones bâties; en violet, les landes; en vert, les forêts. © Provincie Utrecht



Figure 2. Ecoduct Op Hees au-dessus de la ligne ferroviaire Utrecht-Amersfoort. La piste cyclable est située en avant-plan du passage. © ProRail

compétence nationale. La province était censée contribuer au plan par des mesures de défragmentation visant les routes sous sa responsabilité.

La province d'Utrecht a en effet élaboré des plans et des mesures pour les collines d'Utrecht (<http://www.hartvandeheuvelrug.nl/projecten/ecologische-verbindingen/>). Le projet « Hart van de Heuvelrug » prévoit deux grands corridors écologiques qui se rejoignent au nord (figure 1).

Dans la section ouest de la zone du projet, on a aménagé corridor forestier est prévu, et dans la section est, un corridor de lande. Les deux corridors contiennent de nombreux petits tunnels qui se croisent sous les routes (comme un tunnel dans le sud-est de la province sous la route N225; <https://www.youtube.com/watch?v=hHAN-Clwy8Q&feature=youtu.be>). Pour assurer la connectivité, cinq autres écoducs ont été aménagés

dans ces deux corridors écologiques, dont l'écoduc Op Hees (figure 2). Achévé en 2013, il croise une ligne de chemin de fer très fréquentée entre les villes d'Amersfoort et d'Utrecht.

En plus de faciliter les déplacements des animaux sauvages, il sert également de corridor de loisirs. Dans ce but, il a été élargi pour accueillir les cyclistes et les piétons.

Résultats

Les deux corridors écologiques servent de voies de déplacement pour les mammifères tels que le chevreuil (*Capreolus capreolus*); le blaireau (*Meles meles*) et la martre (*Martes martes*) ainsi que d'aire de vie et de reproduction temporaire pour les petits mammifères. Grâce à ces corridors écologiques, les plantes et les animaux peuvent se disperser et se déplacer de Gooimeer (lac Gooi), dans le nord-ouest, vers le parc national du Veluwe, dans le sud-est.

11. Le réseau national espagnol des chemins de pastoralisme (Vías Pecuarias)

Marcos Pradas, *ingénieur forestier indépendant*

Contexte et défi

Le réseau national espagnol de Vías Pecuarias est un réseau de chemins de pastoralisme (chemins traditionnellement utilisés pour conduire le bétail à pied d'un endroit à un autre, p. ex. au marché ou aux pâturages d'été) et d'autres chemins utilisés pour la transhumance et les petits déplacements du bétail (figure 1). Ils sillonnent l'Espagne sur une longueur de 125 000 km et une superficie de 400 000 ha, et relient une multitude d'aires protégées, non protégées et urbaines. Ces chemins remontent à la préhistoire – les premiers documents à leur sujet datent de l'époque romaine – et ont fait l'objet d'une protection juridique par des décrets publiés en 654, 1273 et 1995 de notre ère. La région de la Méditerranée est un point chaud de la biodiversité. C'est aussi une région où l'humain est tellement omniprésent que l'exode rural et la disparition des activités traditionnelles sont considérés comme deux des principales menaces écologiques qui pèsent sur la péninsule ibérique.

Key lesson

A transportation network originally established for moving livestock can provide ecological connectivity among protected areas, especially when restored for that function.

Les chemins de pastoralisme ne sont pas que des chemins cahoteux et poussiéreux; ils peuvent aussi être au milieu de pâturages ouverts ou boisés. On y trouve souvent des arbres, des haies, des murs en pierre sèche, des étangs, des puits et des points d'eau. La biodiversité peut y être très élevée, bien plus que dans les environs. En outre, ils sont importants pour la protection de nombreuses races anciennes d'animaux d'élevage, dont beaucoup sont en danger d'extinction. Ils servent de corridors écologiques de différentes manières. Par exemple, les bovins et les ovins propagent des organismes le long de leur parcours sur ces routes. D'après



Figure 1. Images des chemins de pastoralisme conducteurs en Espagne :

(en haut à gauche) Balise standard (gracieuseté de Juan Díaz Hidalgo);

(en haut à droite) Le chemin de Salamanca; multifonctionnel et utile tant que corridor écologique © Federico Sanz;

(en bas à gauche) La Fiesta de la Transhumancia à Madrid (gracieuseté du Diario de Madrid);

(en bas à droite) Un chemin important pour quatre races locales d'animaux domestiques : le mouton mérinos (blanc et noir), la chèvre Verata, et l'âne andalou, qui est la doyenne des races d'ânes d'Europe et qui est maintenant classée comme gravement menacée de disparition © Agustín Pérez, la réserve de biosphère de la Siberia Extremeña.

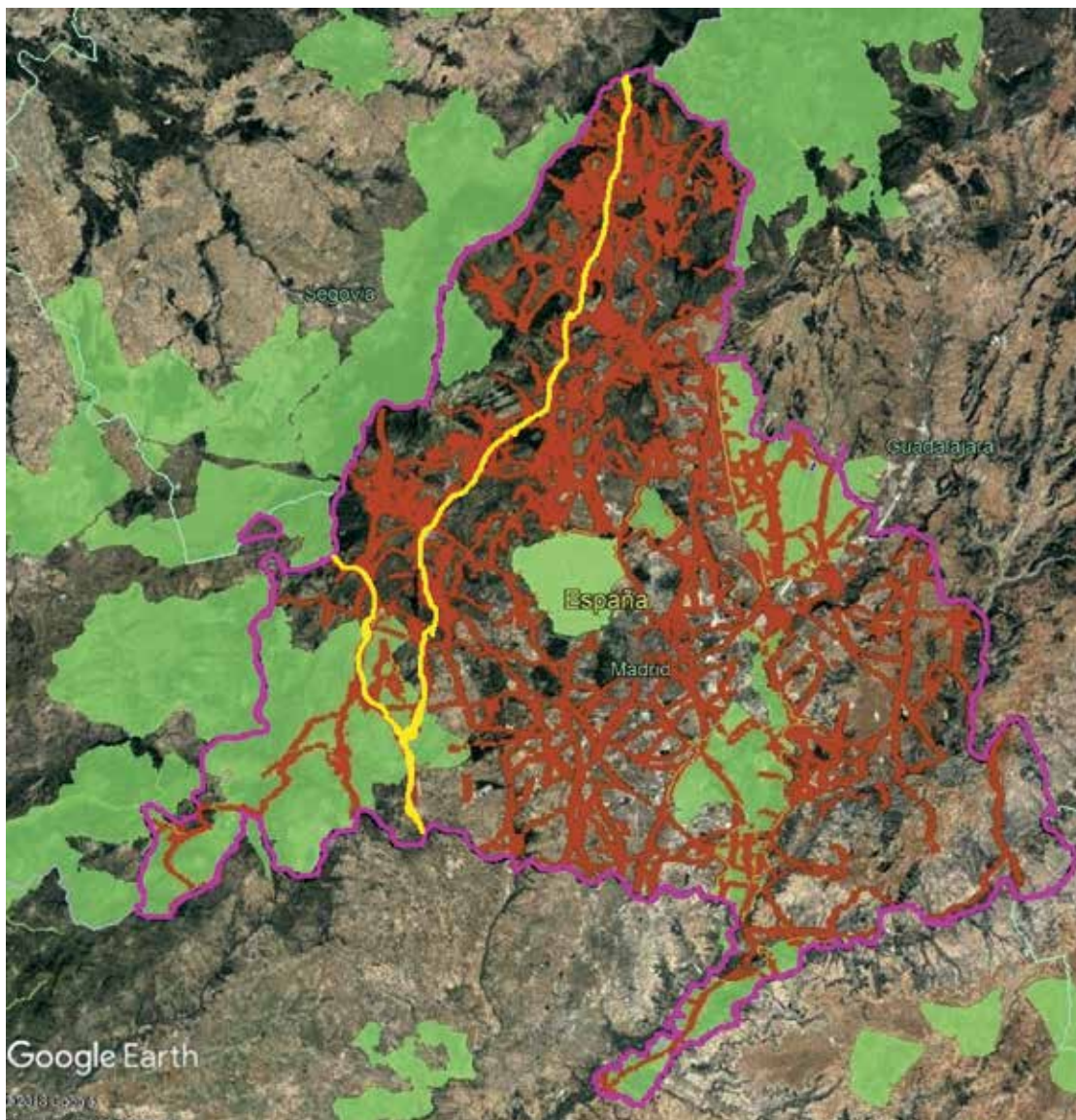


Figure 2. Les Vías pecuarias de la Communauté autonome de Madrid superposées aux aires protégées. Notez comment elles relient les zones rurales, urbaines, protégées et non protégées. En jaune, la Cañada Real Segoviana. Les chemins en dehors de la Communauté autonome ne sont pas représentés. Marcos Pradas, Instituto Geográfico Nacional espagnol et la Communauté de Madrid; données de base fournies par Google Earth.

les estimations, des troupeaux de 1 000 moutons ou de 100 bovins répandent chaque jour de 3 à 5 millions de graines et quelque 3 tonnes de déjections, contribuant ainsi à modifier l'aire de répartition des espèces, ce qui constitue une adaptation opportune aux changements climatiques (Manzano & Malo, 2006). Les chemins de pastoralisme traversent des aires protégées, des zones de conservation et des zones non protégées, y compris des zones urbaines, et sont essentiels dans le cadre du réseau Natura 2000. Ils ont un rôle particulièrement important à jouer pour favoriser la connectivité fonctionnelle entre les prairies isolées. Comme il s'agit de structures linéaires dans le paysage, les espèces migratrices, dont les oiseaux, les empruntent non seulement pour leurs déplacements, mais aussi pour se reposer, s'abreuver et se nourrir.

L'importance écologique des chemins de pastoralisme, notamment leur rôle de corridors écologiques, est à présent reconnue à sa juste valeur, et la nécessité de les protéger a

été reconnue par l'article 8 de la Convention sur la diversité biologique, les objectifs de développement durable et des conventions telles que la Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification et la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques, entre autres. Le déclin de l'élevage extensif et de la transhumance constitue la principale menace pour les chemins de pastoralisme. S'y ajoutent l'absence d'une stratégie de conservation concrète, la réticence du gouvernement à protéger les « Vías », les établissements illégaux, les décharges, la pose de clôtures, l'extraction des ressources, les pesticides et le recouvrement des puits. De nombreux chemins sont aujourd'hui occupés de manière irréversible et leur statut de domaine public a été ou est en passe d'être révoqué.

Approche

La loi nationale « Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias » précise que les routes de pastoralisme relèvent

du domaine public et sont insaisissables, inaliénables et imprescriptibles. La loi protège un important corridor écologique et oblige les gouvernements à les délimiter. Des particuliers, des agences, des associations, des universités, des ONG et des groupes de travail sont nombreux à explorer différentes manières de protéger, de récupérer et de valoriser les chemins et de mieux les faire connaître auprès de la société. Ces intervenants s'efforcent de rétablir et d'encourager l'élevage extensif, d'attirer les jeunes vers la transhumance et l'élevage du bétail, et de terminer rapidement la délimitation de tous les chemins de pastoralisme. En outre, ils font pression sur les gouvernements pour qu'ils appliquent les lois, s'efforcent de tirer pleinement parti de la multifonctionnalité (transport du bétail, services écosystémiques, conservation de la biodiversité, loisirs, etc.) des Vías Pecuarias et cherchent à sensibiliser une plus large partie de la société.

Exemple de corridor écologique

C'est dans la Communauté autonome de Madrid que le réseau espagnol de chemins de pastoralisme est le plus dense (figure 2), et où de nombreuses mesures sont en cours pour les protéger. Par exemple, la Fondation Repsol et Reforesta œuvrent à l'amélioration de la fonctionnalité écologique de la Real Cañada Segoviana (Route royale de Ségovie) en procédant au reboisement avec des espèces indigènes, à l'installation de clôtures pour protéger les plantes menacées, à la restauration des étangs et à la création de nouveaux étangs, à l'établissement de refuges pour différentes espèces animales et à la pose de clôtures pour ces refuges, à l'amélioration de l'habitat des insectes, à la sensibilisation à l'environnement et à la surveillance.

Résultats

Les gouvernements ont tendance à être ambivalents sur la question. D'une part, sur 125 000 km de chemins, on a

probablement déjà perdu 40 000 km. Les pouvoirs publics autorisent souvent le changement d'utilisation de ces chemins lorsque leur utilité pour le bétail disparaît. Pour ce faire, les autorités décrètent par la loi le changement d'utilisation des terres et les retirent du domaine public. La Communauté autonome de Madrid ne fait pas exception et a peut-être perdu environ 38 % de ses chemins de pastoralisme au cours des 20 dernières années. La Cañada de Madrid en est un exemple : une ville linéaire a été construite illégalement sur 14,2 km de la voie royale de Galiana. D'autre part, de nombreux gouvernements sont en train de délimiter les chemins de pastoralisme, de sensibiliser le public et de prendre des mesures sur le terrain pour protéger ces chemins et maximiser leurs services écosystémiques. Dans un monde qui pousse à la réduction urgente des impacts environnementaux de la consommation de viande, l'émergence d'une nouvelle génération d'éleveurs qui pratiquent la transhumance offre au consommateur responsable la possibilité de consommer des produits animaux ayant une empreinte écologique positive. La protection des chemins de pastoralisme espagnols favorisera cette activité économique toute en permettant à ces corridors écologiques de continuer à assurer les services écosystémiques dont on a tant besoin.

Pour en savoir plus :

<http://www.pastos.es/>

<https://www.viaspecuariasdemadrid.org/>

<http://trahumancia.cat/es/inicio/>

<http://trahumanciadehoy.emiweb.es/paginas/cartografia-y-conocimiento-de-los-caminos.html>

12. ECONET : réseau écologique dans la région de Kostroma, Russie

Alexander V. Khoroshev, *Lomonosov Moscow State University*

Contexte et défi

Les changements indésirables survenus récemment dans le paysage de la région de Kostroma, en Russie centrale européenne, ont révélé la nécessité d'un réseau écologique de conservation performant. La région est située dans la ligne de partage des eaux entre la mer Caspienne et la mer Blanche. Dans cette région, les espèces sibériennes font place à des espèces européennes, et la taïga se voit remplacée par des forêts de feuillus. La diversité des paysages est à son maximum là où les dépressions des collines morainiques côtoient les lacs postglaciaires, les marais, les tourbières ainsi que les forêts anciennes et les forêts secondaires qui contrôlent le ruissellement de l'eau et offrent de précieux habitats en milieu humide. Au cours des dernières décennies, de vastes zones de forêts ont sensiblement diminué sous l'effet de l'exploitation forestière. Cette exploitation s'est étendue à des bassins versants éloignés, ce qui a entraîné une diminution du volume des eaux de ruissellement, la perte de possibilités de navigation sur les rivières et la dégradation des ressources halieutiques, le tout avec des conséquences économiques négatives manifestes pour les populations locales. On a vu alors la nécessité de préserver les vestiges des peuplements vierges de la taïga du sud au sein d'un réseau écologique.



Figure 1. Réseau écologique pour la conservation dans la région de Kostroma, en Russie. Lignes bleues : limites des zones naturelles protégées. Lignes jaunes : limites des bassins hydrographiques. © Alexander Khoroshev



Leçon clé

Les corridors écologiques qui englobent des bandes riveraines et des forêts offrent de multiples avantages, comme la réduction de l'érosion et l'amélioration de la qualité de l'eau.

Approche

Lancé en 2003 avec le ferme soutien du gouvernement régional, le projet ECONET de Kostroma avait pour mission d'assurer la protection et la connectivité des paysages les plus riches sur le plan écologique, ainsi que de faciliter la réinsertion des débouchés économiques traditionnels perdus au profit des populations locales. Le projet ECONET de Kostroma a été conçu en tenant compte de l'importance critique d'un paysage connecté.

Les principales zones du réseau écologique de conservation sont composées de quatre types de paysages : 1) les paysages intacts représentatifs de la taïga méridionale européenne, tels que les plaines morainiques abritant des forêts d'épinettes et de sapins (par exemple, la réserve naturelle de la forêt de Kologriv); 2) les terrasses fluvio-glaciaires comportant des forêts de pins et des tourbières; 3) les paysages rares et uniques (p. ex. les forêts de mélèzes sur les terrasses sablonneuses); et 4) les paysages comportant des habitats clés pour les oiseaux



Taïga à Kostroma, Russie © Adobe Stock

et les mammifères migrateurs (p. ex. les plaines inondables utilisées par les oies lors de leur migration printanière de l'Europe occidentale vers le nord de la Sibérie). Le réseau couvre toute la gamme des paysages interfluviaux et des vallées hydrographiques typiques (figure 1), et comprend une plus grande concentration d'aires protégées dans les secteurs en amont des bassins hydrographiques qui présentent une plus forte proportion de tourbières à proximité des lignes de partage des eaux. Le régime juridique du réseau ECONET interdit les coupes à blanc dans les emplacements clés pour assurer la formation de ruissellement dans les interfluves et préserver une proportion appropriée de forêts dans un bassin donné. Le processus de planification des aires protégées a nécessité de vastes consultations avec les parties prenantes locales.

Exemple de corridor écologique

Les aires protégées sont reliées par des corridors écologiques constitués soit de forêts riveraines, soit de forêts de conifères zonales encastrées dans une matrice de zones d'exploitation forestière. Le réseau écologique tient compte de la contribution cruciale des paysages régionaux au fonctionnement du grand bassin hydrographique du fleuve Volga, car les trois principaux affluents du cours supérieur de celui-ci proviennent de la région de Kostroma. Les corridors écologiques comportent des secteurs hydrologiques importants le long des pentes des vallées fluviales, des terrasses et des plaines inondables. Par conséquent, en plus de relier les principales aires protégées,

les corridors écologiques réduisent l'érosion, l'eutrophisation de l'eau et le ruissellement indésirable.

Résultats

En 2008, les autorités régionales ont adopté un régime visant la création d'un réseau écologique de conservation. Depuis, on y travaille à l'établissement de cinquante-neuf aires protégées dont les plans de gestion prévoient des restrictions raisonnables concernant l'exploitation forestière, le développement de nature anthropique et, si nécessaire, la chasse et la pêche. Le régime est désormais un aspect obligatoire de l'aménagement du territoire, tant au niveau régional que municipal.

L'expérience de la réserve naturelle de la forêt de Kologriv a démontré que l'interdiction de la chasse dans des zones relativement petites peut se traduire par une augmentation des populations d'espèces de gibier, leur prolifération dans les paysages non protégés adjacents et, par conséquent, une augmentation des ressources en gibier. Certaines des aires protégées établies conjuguent efficacement la protection de la nature, les loisirs et le tourisme écologique. Ce constat est particulièrement important pour les communautés des districts éloignés de Kostroma qui se heurtent à des sources de revenus insuffisantes. Actuellement, le défi le plus préoccupant pour le projet ECONET réside dans les délais de désignation des limites des aires protégées par les autorités de l'État, délais qui entraînent des conflits avec les exploitants forestiers et agricoles.

Connectivité terrestre : Amérique du Nord et du Sud

13. La connectivité des paysages forestiers dans les Appalaches nordiques : l'initiative Staying Connected

Jessica Levine, *The Nature Conservancy*

Contexte et défi

L'écorégion des Appalaches nordiques et de l'Acadie, qui couvre 32 millions d'hectares sur cinq États des États-Unis et trois provinces du Canada, contient la plus grande étendue de forêt de feuillus tempérée qui subsiste dans le monde. On y trouve différentes zones protégées : une forêt nationale, des parcs étatiques et provinciaux, des parcs nationaux et des servitudes de conservation. Cependant, ces espaces sont imbriqués dans une matrice de développement rural et d'utilisations humaines. La région n'est qu'à une demi-journée de route de plusieurs grands centres urbains, dont New York, Boston et Montréal, et est de plus en plus menacée par la fragmentation causée par les routes et autres développements d'origine anthropique. En 2009, des agences publiques et des organisations privées de toute la région binationale ont créé l'initiative « Staying Connected » (SC) pour s'attaquer à ce défi.

Leçon clé

Aux États-Unis, les servitudes de conservation sont un outil important pour assurer une connectivité permanente.

Approche

L'initiative regroupe plus de 55 organisations, notamment les ministères des Ressources naturelles et des Transports des États américains et des provinces canadiennes de la région, des organisations de conservation et des universités. Les partenaires collaborent activement pour préserver, améliorer et restaurer la connectivité des paysages dans cette vaste région. À la lumière des changements climatiques, les efforts sur le terrain visent à assurer la perméabilité du paysage à long terme dans neuf zones de connectivité hautement prioritaires (figure 1). Pour ce faire, les partenaires mettent

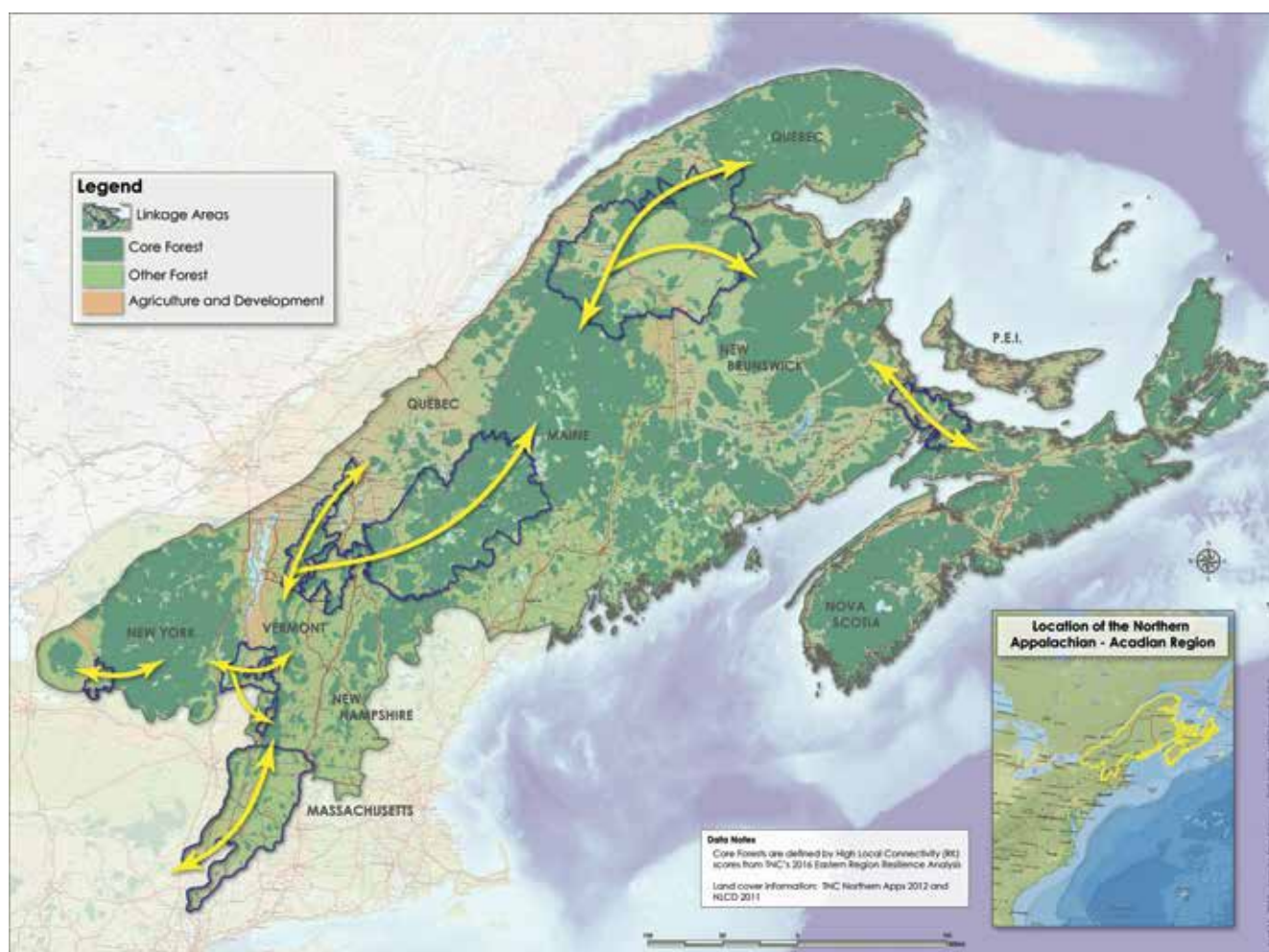


Figure 1. Régions des Appalaches du nord et de la région de l'Acadie sous la Staying Connected Initiative et secteurs environnants. © The Nature Conservancy

en œuvre une combinaison de stratégies de conservation de la connectivité, conscients du fait qu'aucune stratégie unique n'est suffisante et que les partenaires ont des champs d'influence et d'expertise différents. Les principales stratégies sont les suivantes :

- La protection stratégique des zones terrestres des parcelles prioritaires pour la connectivité, comme les chemins forestiers et les bandes riveraines;
- La planification de l'utilisation des terres pour éloigner le développement des zones de connectivité prioritaires;
- La mobilisation de la communauté en vue de sensibiliser les propriétaires fonciers privés et d'encourager la gestion des terres privées afin de maintenir la perméabilité du paysage;
- La restauration de l'habitat dans des secteurs clés tels que les milieux humides et les terrains en bordure de route;
- La facilitation du déplacement de la faune sous les routes grâce à l'amélioration des ponts et des ponceaux, de la signalisation et des clôtures.

À l'échelle régionale, les partenaires échangent les pratiques exemplaires et les leçons retenues au moyen de webinaires, de réunions et de communications écrites.

Exemple de corridor écologique

La zone de liaison des Montagnes vertes du Nord s'étend sur 2 923 km² et est centrée sur la chaîne principale des montagnes Vertes. La zone de liaison s'étend de la forêt d'État du mont Mansfield, où se trouve le plus haut sommet du Vermont, vers le nord jusqu'au parc national du mont Orford au Québec. La région est largement couverte de forêts, et les nombreuses vallées qui coupent la chaîne montagneuse sont parsemées de cultures agricoles et de petites villes et villages. Dans cette zone de connectivité, Jackson Valley est un important corridor écologique le long de la frontière canado-américaine (figure 2). Selon une étude réalisée en 2010, cette parcelle de 379 hectares constitue un corridor écologique transfrontalier essentiel pour un éventail d'animaux. Le corridor de Jackson Valley relie les terres forestières conservées Atlas au sud, la forêt Jay State à l'est, et une réserve de 652 ha au Québec, protégée par Conservation de la nature Canada, au nord. En 2012, grâce au financement du programme américain Forest Legacy, l'organisme Trust for Public Land a pu assurer la conservation de Jackson Valley, après des années de travail en ce sens. Une servitude de conservation, détenue par le Vermont, empêche le développement et le lotissement dans le corridor écologique et exige une gestion durable de la faune, des forêts, des loisirs publics et de la conservation des sols. Le corridor est ouvert aux randonneurs et aux skieurs ainsi qu'à d'autres formes de loisirs non motorisés.

La conservation de cette zone en tant que corridor écologique est rendue possible grâce au travail de nombreux partenaires de SCI de part et d'autre de la frontière. Ce travail comprend la protection des terres dans d'autres parties du lien (plus de 12 140 ha à ce jour), l'assistance technique aux municipalités en matière d'aménagement du territoire pour éloigner le développement des corridors écologiques essentiels, des études scientifiques le long des

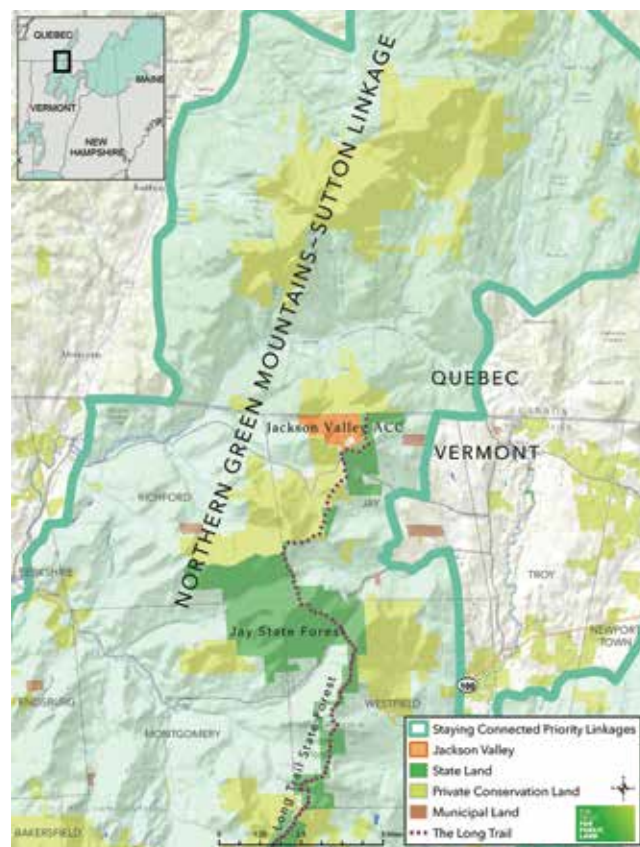


Figure 2. Corridor écologique de Jackson Valley dans la zone de connectivité des montagnes Vertes du Nord. © The Trust for Public Land

grands axes routiers pour recenser les sites potentiels à des fins de mesures d'atténuation des effets sur la faune, et la sensibilisation des propriétaires fonciers privés à la gestion durable des forêts.

Résultats

Depuis 2009, les partenaires gouvernementaux et du secteur des fiducies foncières de SCI ont assuré la protection permanente de plus de 222 500 ha dans les neuf zones de connectivité. La notion de connectivité faunique est désormais clairement intégrée dans au moins 30 plans d'utilisation des terres dans ces zones et dans les plans d'action pour la faune sauvage des cinq États de la région. Les partenaires de SCI ont contribué à l'élaboration et à l'avancement de la Résolution sur la connectivité écologique adoptée en 2016 par la Conférence des gouverneurs de la Nouvelle-Angleterre et des premiers ministres de l'Est du Canada. Les partenaires des agences gouvernementales de SCI assurent la mise en œuvre de cette résolution. La résolution reconnaît l'importance de la connectivité écologique dans une perspective d'adaptation aux changements climatiques et appelle les organismes compétents des 11 administrations à travailler ensemble pour améliorer la connectivité grâce à la modernisation des transports, à la protection des terres, à la gestion des forêts entre autres efforts.

Pour en savoir plus sur SCI et la résolution : <http://stayingconnectedinitiative.org/> et <https://www.coneg.org/wp-content/uploads/2019/01/40-3-Ecological-Connectivity-EN.pdf>.

14. Initiative de Yellowstone au Yukon (Y2Y) : relier et protéger l'un des écosystèmes de montagne les plus intacts

Jodi Hilty, *Yellowstone to Yukon Conservation Initiative*

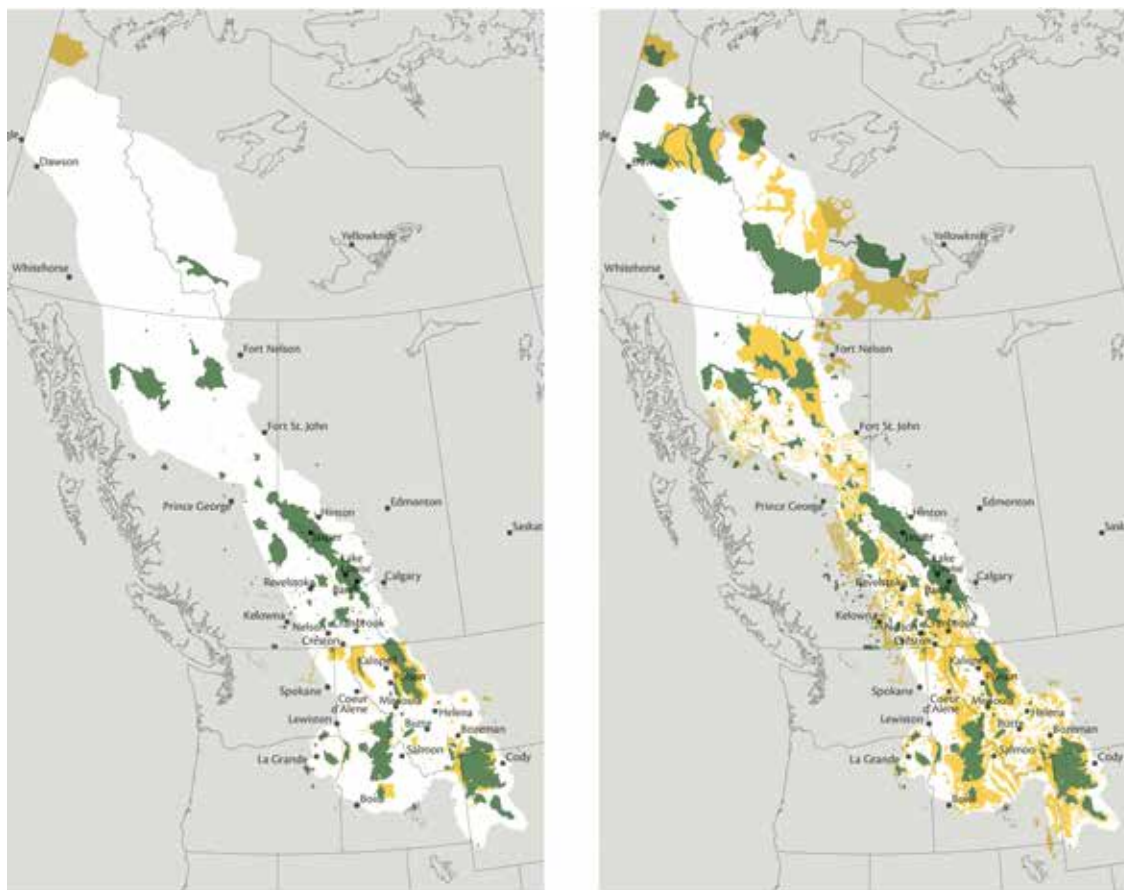
Contexte et défi

La hausse des activités anthropiques menace de fragmenter la région montagneuse de Yellowstone au Yukon (Y2Y), longue de 3 200 km, dans l'ouest de l'Amérique du Nord (figure 1), ce qui aurait un impact sur les processus naturels, les zones sauvages et les espèces animales telles que les grizzlis (*Ursus arctos horribilis*), les caribous de montagne (*Rangifer tarandus caribou*), les limaces sauteuses (*Hemphillia dromedarius*) et les oiseaux migrateurs. Différentes compétences administratives ont une influence sur la région, dont de nombreux territoires autochtones. Les gouvernements des États-Unis et du

Leçon clé

La concrétisation d'une vision d'un réseau écologique de grande envergure fait appel à la science, à l'action sur le terrain et au suivi des incidences des efforts de conservation concertés afin d'évaluer dans quelle mesure les objectifs de connectivité sont atteints dans la pratique.

Canada ont déclaré environ 80 % des terres de Y2Y comme publiques, et 20 % comme des terres privées ou des réserves tribales.



1993

2013

● Lands represented as 'protected' in both maps include: Canadian National Parks and Reserves, Alberta Wilderness Areas, Alberta Wilderness Parks, Alberta Provincial Parks, B.C. Provincial Parks, B.C. Conservancies, B.C. Ecological Reserves, NWT Parcels of Conservation Interest, Yukon Territorial Parks, Yukon Wilderness Preserves, Yukon Peel River Protected Areas, U.S. National Parks, U.S. Wilderness and U.S. National Monuments.

● Other Conservation Designations include: Provincial Natural Areas, Recreation Areas, High Conservation Value Forests, Special Management Zones, Territorial Conservation Zones, Natural Environment Parks, Restricted Use Wilderness Areas, U.S. Grizzly Bear Recovery Zones, National Recreation Areas and Rivers, Roadless Rule Lands, National Wild and Scenic Rivers, USFS Administrative Designations and Private Conservancy Lands.

Figure 1. Progression des aires protégées pendant deux décennies dans la région de l'initiative de conservation Yellowstone au Yukon, en Amérique du Nord. © Y2Y

Approche

Depuis 1993, une organisation sans but lucratif canado-américaine – la Yellowstone to Yukon Conservation Initiative – rassemble des partenaires autour d'une vision : relier et protéger la région afin que les êtres humains et la nature puissent s'épanouir au sein d'un réseau écologique de conservation. Plus de 400 entités différentes collaborent ou ont collaboré à des actions de conservation pour faire progresser cette vision, notamment des groupes de conservation, des propriétaires fonciers locaux, des entités autochtones, des entreprises, des agences gouvernementales, des bailleurs de fonds, des donateurs et des scientifiques. Les efforts de ces différents intervenants sont à l'origine des progrès en matière de conservation accomplis dans la région de Y2Y. Les priorités de conservation comprennent la protection des zones importantes pour la biodiversité, la restauration et la préservation des zones entre les aires protégées à des fins de connectivité écologique, le déplacement du développement hors des zones d'importance biologique et la promotion de l'harmonie entre les humains et la faune dans toute la région. Font partie des aires protégées les parcs nationaux, les parcs étatiques et provinciaux, ainsi que les aires de nature sauvage. Dans la région de l'initiative Y2Y, on peut accroître la connectivité grâce à des aires protégées de grande taille et bien situées, des terres conservées par des particuliers ou d'autres terres désignées pour une gestion à long terme.

Exemples de corridors écologiques

Dans le cadre de l'initiative Y2Y, divers groupes travaillent dans la région transfrontalière de la Colombie-Britannique,

du Montana et de l'Idaho pour repérer et rétablir les liens entre les petites populations isolées de grizzlis le long de la frontière canado-américaine dans le sud-est de la Colombie-Britannique. Grâce à la génétique, les chercheurs ont constaté que les populations de grizzlis autrefois continues avaient commencé à se fragmenter; ils ont ensuite identifié les meilleurs corridors restants (figure 2). De nombreux groupes différents ont travaillé à la mise en œuvre d'une gestion favorisant la connectivité (comme la sauvegarde de terres privées et la diffusion d'outils pour faciliter la coexistence). Une décennie plus tard, on a pu finalement constater les mouvements des grizzlis entre des écosystèmes auparavant fragmentés, et aussi leur reproduction (Proctor et al., 2018).

Résultats

La protection d'un réseau écologique régional gagne du terrain. Les aires protégées ont augmenté de plus de 50 % dans la région Y2Y, et une série de corridors écologiques et d'autres espaces de conservation de la connectivité ont été désignés, restaurés et/ou maintenus entre les aires protégées. En outre, les projets de conservation se sont multipliés dans toute la région et ont permis de réduire considérablement les conflits entre l'humain et la faune sauvage. Certains animaux, tels que le grizzli et le loup (*Canis lupus*) dans les 48 États américains plus au sud, ont vu leur nombre et leur aire de répartition augmenter. Toutefois, il reste encore beaucoup à faire en matière de conservation, car d'autres animaux, tels que le caribou de montagne, sont en déclin dans toute la région.



Figure 2. La région transfrontalière de l'initiative Y2Y, où l'on voit les principales zones de répartition du grizzli et les liens entre elles. Les trois flèches indiquent trois liens différents – Duck Lake, Kidd Creek et Yaak River – où l'acquisition de terres privées a permis de sécuriser des corridors écologiques pour cette espèce. © Y2Y

15. Conservation de la connectivité de longue distance : le corridor de migration du cerf mulet entre le désert rouge et Hoback, Wyoming, États-Unis

Matthew J. Kauffman, *Wyoming Cooperative Fish and Wildlife Research Unit*

Holly Copeland, *Wyoming Cooperative Fish and Wildlife Research Unit; Hall Sawyer, Western EcoSystems Technology, Inc.*

Contexte et défi

Il est reconnu que la protection efficace des paysages pour les espèces migratrices est un enjeu de conservation global face aux changements anthropiques toujours plus importants dans l'utilisation des terres. Les ongulés qui migrent sur de longues distances doivent traverser diverses limites territoriales, des habitats transformés ou dégradés et des obstacles dressés par l'humain, soit des routes, des clôtures, des habitations et des installations énergétiques.

À l'échelle mondiale, les espèces qui entreprennent de longues migrations terrestres continuent à décliner en raison de ces défis, et les ongulés de l'Ouest américain ne font pas exception. Par exemple, le cerf mulet (*Odocoileus hemionus*) est une espèce migratrice emblématique de

Leçon clé

Ce projet démontre comment des études scientifiques ont permis de circonscrire des voies de migration de la faune et de la flore, ce qui a mené à l'acquisition de terrains privés qui auraient autrement été exploités.

l'Ouest américain, et c'est dans le Wyoming que l'on trouve certaines des migrations de cerfs muets les plus longues et les plus intactes des 48 États du sud des États-Unis. Dans l'ouest de cet État, le bassin supérieur de la rivière Green est réputé pour héberger certaines des plus grandes populations de cerfs muets de l'Amérique du Nord. On a maintenant cartographié des dizaines de voies de migration longue distance empruntées par les cerfs muets, les

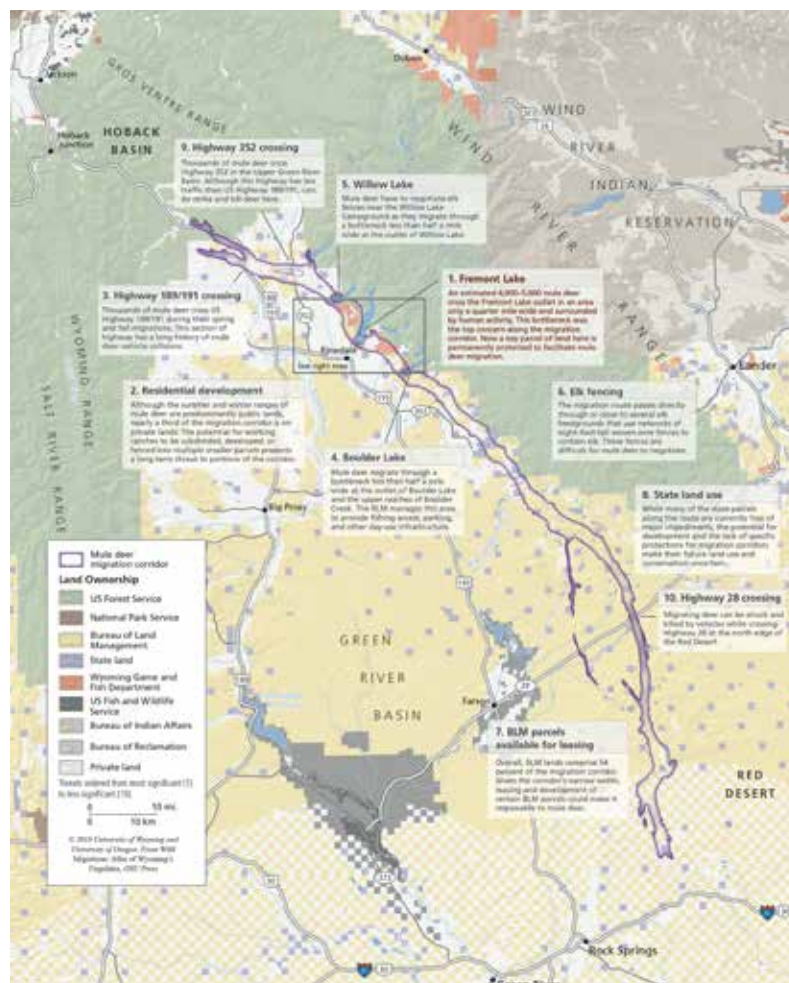


Figure 1. Le corridor de migration des cerfs muets entre le désert rouge et Hoback s'étend sur 240 km dans le sud-ouest du Wyoming, aux États-Unis, à travers un paysage à usages multiples. On y relève les dix principaux obstacles potentiels à la continuité du corridor. Carte tirée de *Wild Migrations : Atlas of Wyoming's Ungulates*, Oregon State University Press. © 2018 Université du Wyoming et Université de l'Oregon. Image reproduite avec l'aimable autorisation de la Wyoming Migration Initiative (migrationinitiative.org).

wapitis (*Cervus canadensis*) et les antilocapres (*Antilocapra americana*) dans les montagnes et les plaines du Wyoming. À mesure que les influences anthropiques se multiplient et que les populations d'ongulés migrateurs continuent de décliner dans le monde entier, on se doit de mettre l'accent sur la connectivité des paysages afin d'élargir les efforts de conservation au-delà des aires de répartition hivernales et estivales pour y intégrer les voies de migration en tant qu'habitats essentiels.

Approche

La première démarche entreprise pour recenser les menaces et mettre en œuvre une conservation à long terme a été de dresser une cartographie détaillée des voies de migration. Cette tâche a été appuyée par de nouvelles données sur les déplacements des ongulés obtenues grâce à des télémesures par GPS. Les nouvelles cartes permettent d'évaluer les habitudes d'utilisation des terres et les menaces le long des routes, ce qui peut éclairer directement les mesures de conservation.

Exemple de corridor écologique

En 2014, les scientifiques ont découvert une voie de migration des cerfs muets de 240 km de long qui s'étend des bassins désertiques du sud-ouest du Wyoming aux chaînes de montagnes environnantes. On l'appelle le « Red Desert to Hoback corridor » (figure 1). On estime à 1 000 le nombre de cerfs muets qui parcourent une distance de 240 km dans un seul sens depuis le désert rouge jusqu'au bassin de la Hoback et aux chaînes de montagnes environnantes, où ils rencontrent de 4 000 à 5 000 autres cerfs qui passent l'hiver dans les contreforts de la chaîne de Wind River. Ils parcourent ensuite un étroit corridor le long de la base des montagnes sur 96 km avant de traverser le bassin supérieur de la rivière Green.

Les chercheurs ont cartographié le corridor écologique en détail et ont ensuite publié une évaluation dans laquelle ils ont analysé les schémas d'utilisation des terres et les menaces pour chaque section (Sawyer et al., 2014). Cette évaluation a permis de déterminer les dix principales menaces le long du corridor et a fourni aux organisations de conservation les données nécessaires pour qu'ils puissent affecter les rares fonds disponibles aux sites qui en ont le plus besoin, comme des goulots d'étranglement, des passages routiers ou des portions non protégées se trouvant sur des terres privées. En haut de la liste des menaces se trouvait le « goulot d'étranglement » du lac Fremont, un passage de 400 mètres de large formé par le lac et la ville de Pinedale, en pleine expansion, où de 4 000 à 5 000 cerfs se fauillent deux fois par an. Les cerfs devaient soit franchir le lac à la nage (ou le traverser à pied lorsqu'il était gelé), soit passer à gué à sa sortie, ce qui les plaçait du mauvais côté d'une clôture de ferme tissée de 2,5 m de haut.

Résultats

Le goulot d'étranglement du lac Fremont était constitué en grande partie d'une parcelle de 145 hectares de terres privées qui devait faire l'objet d'un lotissement en vue de la construction de chalets au bord du lac. Si le projet avait été réalisé, il aurait entravé la migration des cerfs. En se basant sur les informations contenues dans l'évaluation, le Conservation Fund, une organisation nationale de conservation à but non lucratif, a fait l'acquisition de la parcelle. Le terrain a été cédé au Wyoming Game and Fish Department, qui l'a ensuite protégé en le désignant comme zone de gestion de l'habitat de la faune de Luke Lynch, préservant ainsi à perpétuité la connectivité du corridor écologique en ce lieu clé (figure 2).

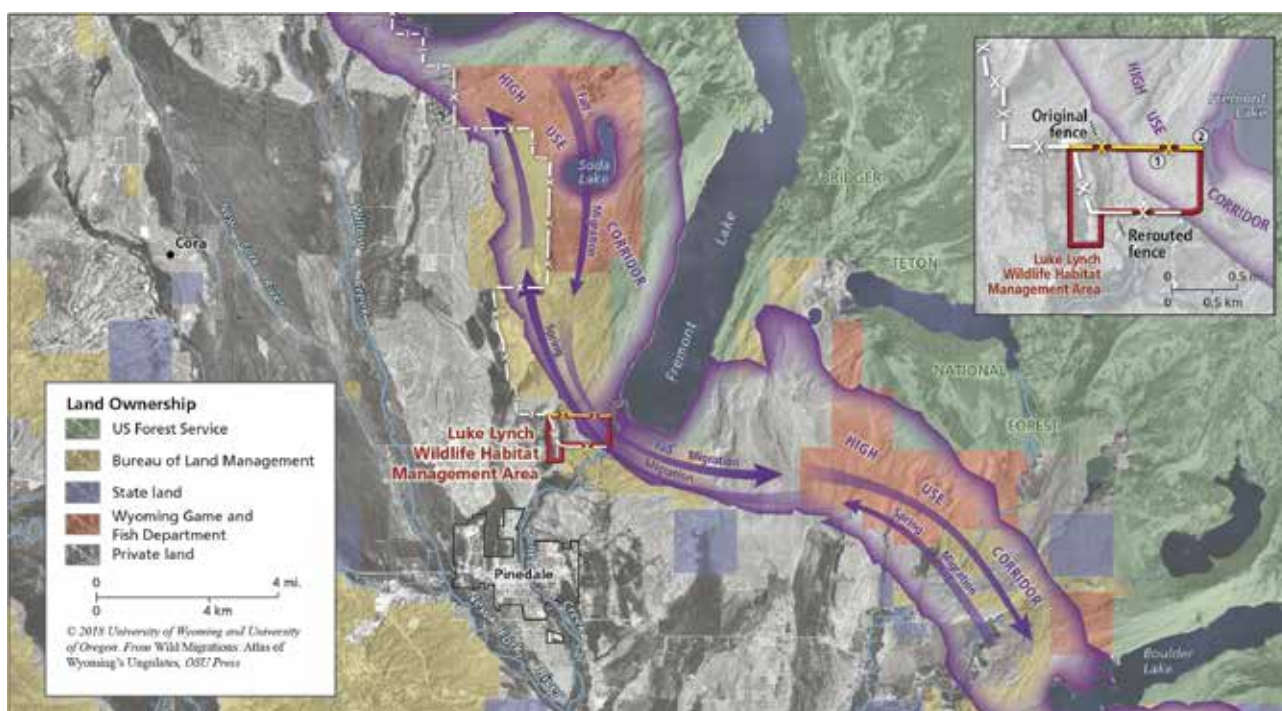


Figure 2. Emplacement du goulot d'étranglement du lac Fremont, qui est maintenant conservé en tant que zone de gestion de l'habitat de la faune de Luke Lynch. Carte tirée de *Wild Migrations: Atlas of Wyoming's Ungulates*, Oregon State University Press. © 2018 Université du Wyoming et Université de l'Oregon. Image reproduite avec l'aimable autorisation de la Wyoming Migration Initiative (migrationinitiative.org)

16. Des corridors de vie : améliorer les moyens de subsistance et relier les forêts au Brésil

Laury Cullen, *Instituto de Pesquisas Ecológicas, Brazil*

Contexte et défi

Au Brésil, les plus grands vestiges de la forêt atlantique à l'intérieur des terres se trouvent dans la région de Pontal do Paranapanema, dans l'ouest de l'État de São Paulo. Au départ, on y avait établi une réserve forestière publique de 124 000 hectares, mais celle-ci a été progressivement empiétée au cours des années 1960-1990 par des élevages et des plantations de canne à sucre à grande échelle. Au milieu des années 1990, sous la pression du Mouvement des travailleurs ruraux sans terre (MST) et d'autres groupes en faveur d'une redistribution des terres, beaucoup de ces forêts ont d'abord été occupées par des familles de membres du MST, puis expropriées dans le cadre d'un processus public de réforme agraire, ce qui a augmenté considérablement la densité de l'occupation humaine dans le secteur. Après que de nombreux ménages des membres du MST s'y sont établis, le rythme de la redistribution des terres s'est ralenti et les autorités nationales cherchent désormais à consolider les établissements existants. Dans ce contexte, il est urgent de promouvoir la création de revenus pour les

Leçon clé

Lorsqu'on travaille avec les communautés agricoles, il est essentiel de faire ressortir les nombreux avantages de la restauration des corridors écologiques, comme l'amélioration des moyens de subsistance et l'obtention de financement pour la séquestration du carbone.

populations locales et de protéger les forêts fragmentées qui subsistent dans ce paysage productif, et ce, avant que de nouvelles pressions ne se fassent sentir. Bien que les établissements issus de la réforme agraire et les grands propriétaires terriens constituent une série d'obstacles à la conservation de la biodiversité, ils offrent également des possibilités intéressantes et reproductibles pour la restauration des paysages forestiers à grande échelle.

Approche

Le projet Corridors de vie vise à 1) encourager l'adoption de modes d'utilisation des terres « respectueuses de

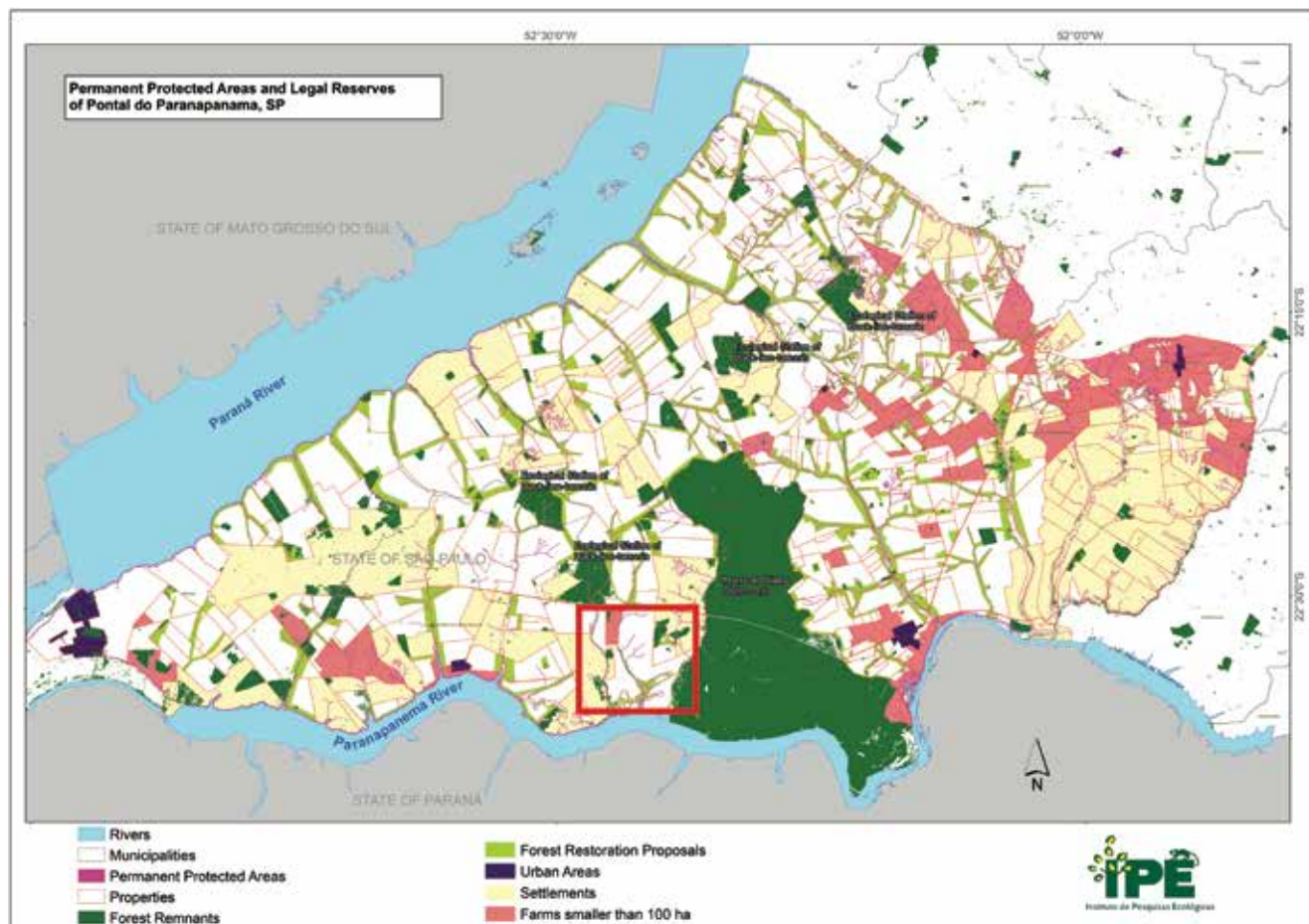


Figure 1. La « carte conceptuelle » de l'IPÉ pour Pontal de Paranapanema utilise des données écologiques et foncières afin d'établir la meilleure approche pour les efforts de reboisement. Le polygone rouge contient le plus grand corridor écologique (1 200 ha) restauré dans la forêt atlantique, reliant le parc d'État du Morro do Diabo et la station écologique du tamarin-lion à croupe dorée. © Instituto de Pesquisas Ecológicas

la biodiversité »; 2) promouvoir des changements dans les pratiques d'utilisation des terres des petits et grands agriculteurs dans les paysages ruraux fragmentés et favoriser l'adoption d'une agriculture et d'une agroforesterie durables sur leurs terres; 3) améliorer les moyens de subsistance des agriculteurs; et 4) offrir une compensation aux investisseurs sous la forme de crédits de carbone avantageux. Des zones stratégiquement sélectionnées pour l'agroforesterie et la restauration augmenteront la viabilité des habitats au moyen de corridors écologiques permettant d'accroître la connectivité entre les fragments forestiers vitaux, assurant ainsi l'échange génétique. Là où il n'est pas possible d'établir des corridors, cet échange sera facilité au moyen des étapes-relais.

L'agroforesterie et la restauration permettront également de minimiser la dégradation autour des sites biologiquement importants, notamment le parc d'État de Morro do Diabo, principal habitat de populations d'espèces clés et menacées. Les projets de reboisement ont pour principaux objectifs d'élargir la superficie des fragments et à terme, de les relier. D'un point de vue écologique, cette étape est essentielle pour préserver des populations végétales et animales viables et atténuer les effets de lisière néfastes, tels que l'exposition à la lumière et au vent, les maladies et les espèces envahissantes. L'Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ) a élaboré une « carte conceptuelle » pour Pontal de Paranapanema, la municipalité de l'extrême ouest de São Paulo, lieu de sa fondation. Il s'agit en fait d'un plan de reboisement à grande échelle de la forêt atlantique qui prend en considération les informations sur les propriétés locales ainsi que la proximité des aires protégées publiques et des fragments de forêt existants pour estimer où les efforts de reboisement seraient les plus efficaces (figure 1, page précédente). Parmi les principaux partenaires du projet figurent les agences de développement rural de l'État et du gouvernement fédéral, des entreprises privées intéressées par le marché de compensation des émissions de carbone, des sociétés qui produisent et commercialisent de l'éthanol et

du sucre, et d'autres groupes nationaux et internationaux de production d'électricité.

Exemple de corridor écologique

Une carte conceptuelle a été utilisée pour orienter la création du plus grand corridor de reboisement du Brésil (figure 2). Après dix ans d'efforts, ce corridor qui fait environ 7 km de long et 400 m de large relie les deux principaux vestiges de la forêt atlantique dans la région de Pontal de Paranapanema. La bande de forêt qui fait office de corridor a été entièrement restaurée sur des terres privées. Elle est sous la protection de la Loi pour la protection de la végétation indigène, adoptée en 2012, avec laquelle le Congrès national brésilien a remanié l'ancien « code forestier », comme la version précédente de la loi était connue. La loi de 2012 réaffirme l'obligation des propriétaires fonciers privés de conserver ou de restaurer les zones de préservation permanente et les réserves officielles qui se trouvent sur leurs propriétés.

Résultats

Jusqu'à présent, environ 1 800 ha de forêt ont été restaurés à Pontal do Paranapanema. Cela comprend les 1 200 ha du principal corridor écologique, 600 ha supplémentaires dans cinq corridors secondaires et 90 étapes-relais dans des propriétés rurales. Ce projet permet de consolider les stratégies visant à offrir des moyens de subsistance durables aux communautés qui militent pour la réforme agraire au Brésil, en adoptant de bonnes pratiques et des politiques en matière de création de revenus et de conservation de la biodiversité. L'IPÊ, en collaboration avec d'autres organisations civiles de la région, cherche à influencer l'élaboration de politiques pouvant affecter l'utilisation et la conservation des terres. En misant sur des données scientifiques, la coopération avec les nouveaux occupants et les grands propriétaires terriens, et la collaboration avec les agences fédérales et d'État, le programme met en place un cadre d'utilisation des terres qui favorise l'agriculture durable et la conservation de la biodiversité à long terme.



Figure 2. Quelque 2,4 millions d'arbres composent le corridor écologique de 1 200 hectares de l'IPÊ, le plus grand du Brésil, qui relie deux grands fragments de la forêt atlantique. © Instituto de Pesquisas Ecológicas

17. Aménagement du territoire au Costa Rica : connectivité, services écosystémiques et solutions naturelles

Félix Zumbado Morales et Jonathan Agüero Valverde, *Programme de recherche en développement urbain durable, Université du Costa Rica*

Contexte et défi

Le Costa Rica est un petit pays de 51 000 km² qui abrite environ 5 % de la biodiversité mondiale et qui a fait de la gestion durable de la biodiversité l'un des volets de ses orientations politiques. De ce fait, sa stratégie de conservation repose en premier lieu sur les aires protégées, qui jouent un rôle crucial dans la protection des écosystèmes. En deuxième lieu vient le programme des corridors biologiques, géré par le gouvernement national, mais en collaboration étroite avec les communautés par le biais des comités locaux sur les corridors biologiques. Les plans municipaux de gestion des terres apparaissent comme le troisième volet de la stratégie, en complément des aires protégées et des corridors biologiques. Ces plans de gestion établissent les lignes directrices qui régissent la conduite des activités de développement de nature anthropique d'une manière qui assure la durabilité des paysages et prend en compte l'utilisation optimale des régions. Ainsi, les plans de gestion

Leçon clé

Le Costa Rica applique une approche à trois volets en matière de conservation : les aires protégées, les corridors biologiques et la gestion durable; les activités anthropiques sont autorisées à différentes intensités en fonction du degré de protection des secteurs.

des terres intègrent les aires protégées et les corridors biologiques, de même que les principes des services écosystémiques et les solutions fondées sur la nature comme outils de décision.

Approche

Les plans de gestion des terres permettent aux administrations locales de créer des règlements qui viennent compléter les aires protégées et les corridors biologique. Ces trois outils de gestion des terres sont complémentaires

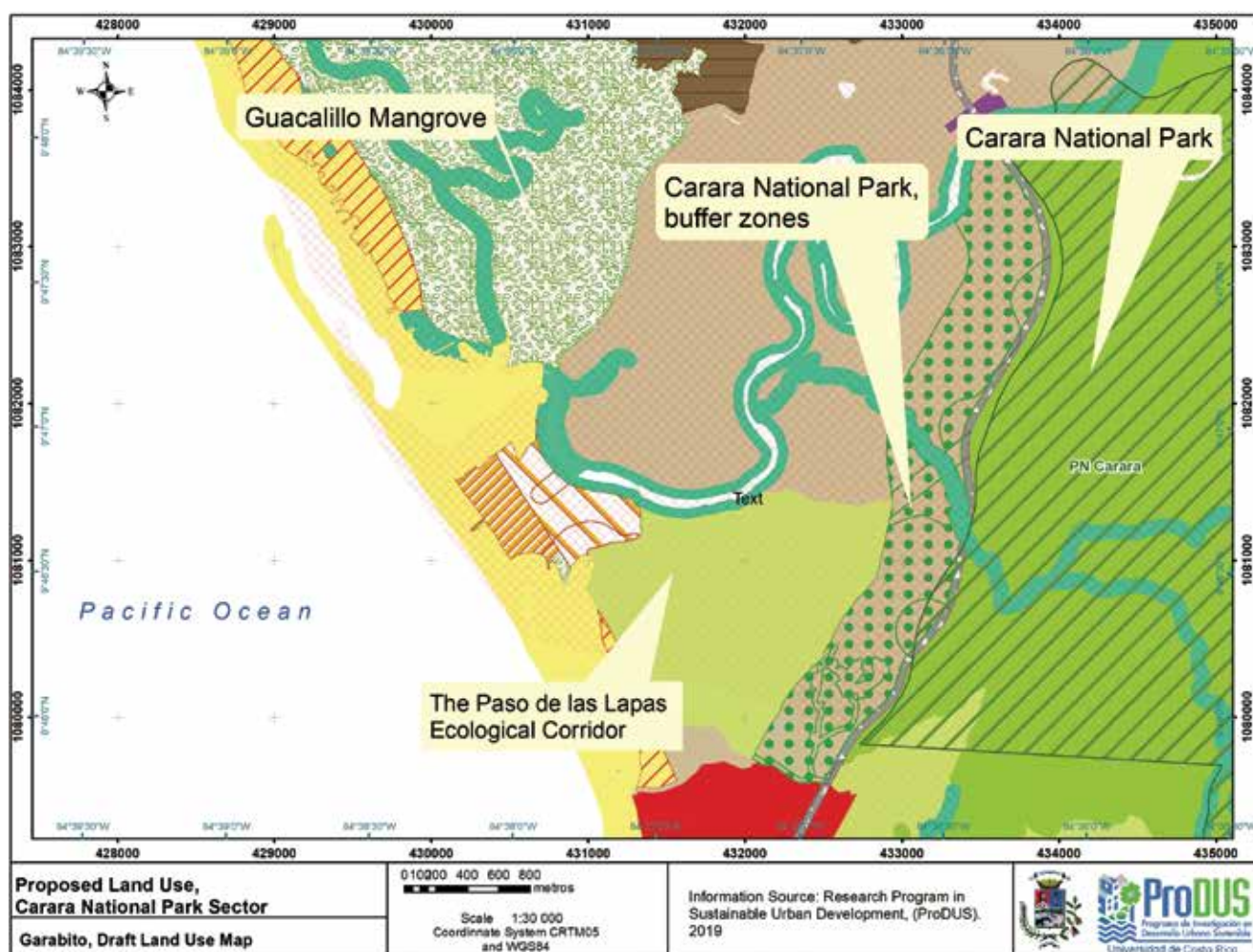


Figure 1. Le projet d'utilisation des terres dans la région du Canton de Garabito qui abrite le corridor écologique du Paso de las Lapas © Programme de recherche en développement urbain durable (ProDUS) – Université du Costa Rica



Parc national Carara, Costa Rica © Adobe Stock

et doivent être conçus de manière intégrée pour assurer une planification systémique. Les plans contribuent à l'établissement des corridors biologiques grâce différentes mesures : l'établissement de zones ciblées pour les espèces focales; la préservation des secteurs agricoles qui fonctionnent comme des corridors biologiques, de conservation et de tourisme durable; la création de zones tampons autour des aires protégées; et le zonage des zones d'alimentation des aquifères afin de protéger les sources d'eau pour les populations locales et régionales. Dans le cadre du programme de recherche sur le développement urbain durable de l'Université du Costa Rica (ProDUS-UCR dans l'acronyme espagnol), des plans de gestion des terres ont été élaborés pour plus d'une dizaine de municipalités, notamment pour les aires protégées du parc national Corcovado, du parc national Piedras Blancas, du parc national marin Ballena, du parc national des eaux Juan Castro Blanco et du parc national Carara.

Exemple de corridor écologique

Le ProDUS-UCR a élaboré un plan de gestion des terres pour le canton de Garabito, où se trouve le corridor biologique du Paso de las Lapas (figure 1). Établi en 2007 par un décret, ce corridor s'étend sur 56 200 ha et relie les aires protégées dans les montagnes (parc national La Cangreja, aire protégée de Cerros de Turubares et parc national Carara) aux zones côtières. Au Costa Rica, les corridors biologiques ne sont pas des zones de conservation de l'État, mais plutôt une stratégie de conservation distincte mise en oeuvre par le Système national de zones de conservation dans le cadre du programme national de corridors biologiques. Ces corridors biologiques relient les aires protégées, préservent les ressources en eau et protègent la biodiversité. Le plan de gestion des terres établit des règlements qui assurent la gestion durable de la région. La planification a pris en compte l'emplacement des aires

protégées; les avantages des services écosystémiques tels que le captage du carbone, la protection des zones d'alimentation des aquifères et la régulation des inondations; ainsi que la pertinence des solutions fondées sur la nature telles que les zones tampons des parcs nationaux, la gestion des bassins fluviaux et la protection des terres agricoles. Le plan de gestion des terres consolide la fonctionnalité des corridors biologiques et garantit un meilleur contrôle de leur gestion grâce à la contribution des administrations locales. Les zones tampons et les passages fauniques proposés sont des éléments importants de la gestion et de la mise en œuvre des corridors. Le plan de gestion des terres du Canton de Garabito prévoit des mesures de protection du corridor écologique du Paso de las Lapas, notamment le zonage des aires protégées, l'agriculture à faible intensité et des espaces pour l'écotourisme.

Résultats

La gestion des terres peut s'avérer un véritable allié de la conservation et du développement durable. Elle peut favoriser la connectivité écologique en renforçant les corridors biologiques qui relient les aires protégées. Actuellement, le plan de gestion des terres du Paso de las Lapas est au stade final du processus d'approbation, et ses règlements pourront aider à :

- Protéger la connectivité écologique;
- Promouvoir l'écotourisme et d'autres activités à faible intensité;
- Soutenir les objectifs de conservation des corridors biologiques;
- Restreindre les utilisations intensives du territoire telles que le développement résidentiel et industriel, ainsi que d'autres utilisations incompatibles;
- Progérer les écosystèmes fragiles, comme les milieux humides et les montagnes.

18. La Jaguar Corridor Initiative : une stratégie de conservation d'une espèce à l'échelle de l'aire de répartition

Kathy Zeller, *Massachusetts Cooperative Fish & Wildlife Research Unit*

Contexte et défi

Les efforts de conservation des espèces sont souvent axés sur des populations distinctes et généralement déployés à petite échelle. Envisager la conservation sur toute l'aire de répartition d'une espèce nous permet d'élargir notre perspective afin de cerner les besoins des espèces par-delà les frontières politiques et administratives. Cette perspective permet également de mettre en évidence les caractéristiques des menaces et du développement anthropique à grande échelle.

En 1999, la Wildlife Conservation Society et l'Universidad Nacional Autónoma de México ont réuni des experts du jaguar (*Panthera onca*) et leur ont confié le mandat d'élaborer un plan de recherche et de conservation visant cette espèce et en tenant compte de son aire de répartition. Cette initiative a permis de répertorier 51 foyers de jaguars entre le Mexique et l'Argentine (Sanderson et al., 2002). Peu de temps après

Leçon clé

Certaines visions à grande échelle pour les réseaux écologiques plurinationaux se concentrent sur des espèces parapluies ayant une grande aire de répartition, comme le jaguar. Les corridors écologiques de ces réseaux peuvent englober de multiples utilisations des terres et des propriétaires fonciers différents, allant des entités fédérales aux propriétaires individuels.

l'élaboration de ce plan, une étude génétique a permis de recueillir des preuves de l'existence d'un important flux de gènes dans l'aire de répartition des jaguars (Eizirik et al., 2001), indiquant que ces populations étaient toujours reliées entre elles et que peu de signes indiquaient l'existence de barrières géographiques au flux de gènes. Ces résultats ont inspiré la Jaguar Corridor Initiative, conçue par feu Alan Rabinowitz pour maintenir la connectivité et le flux génétique dans l'aire de répartition des jaguars.

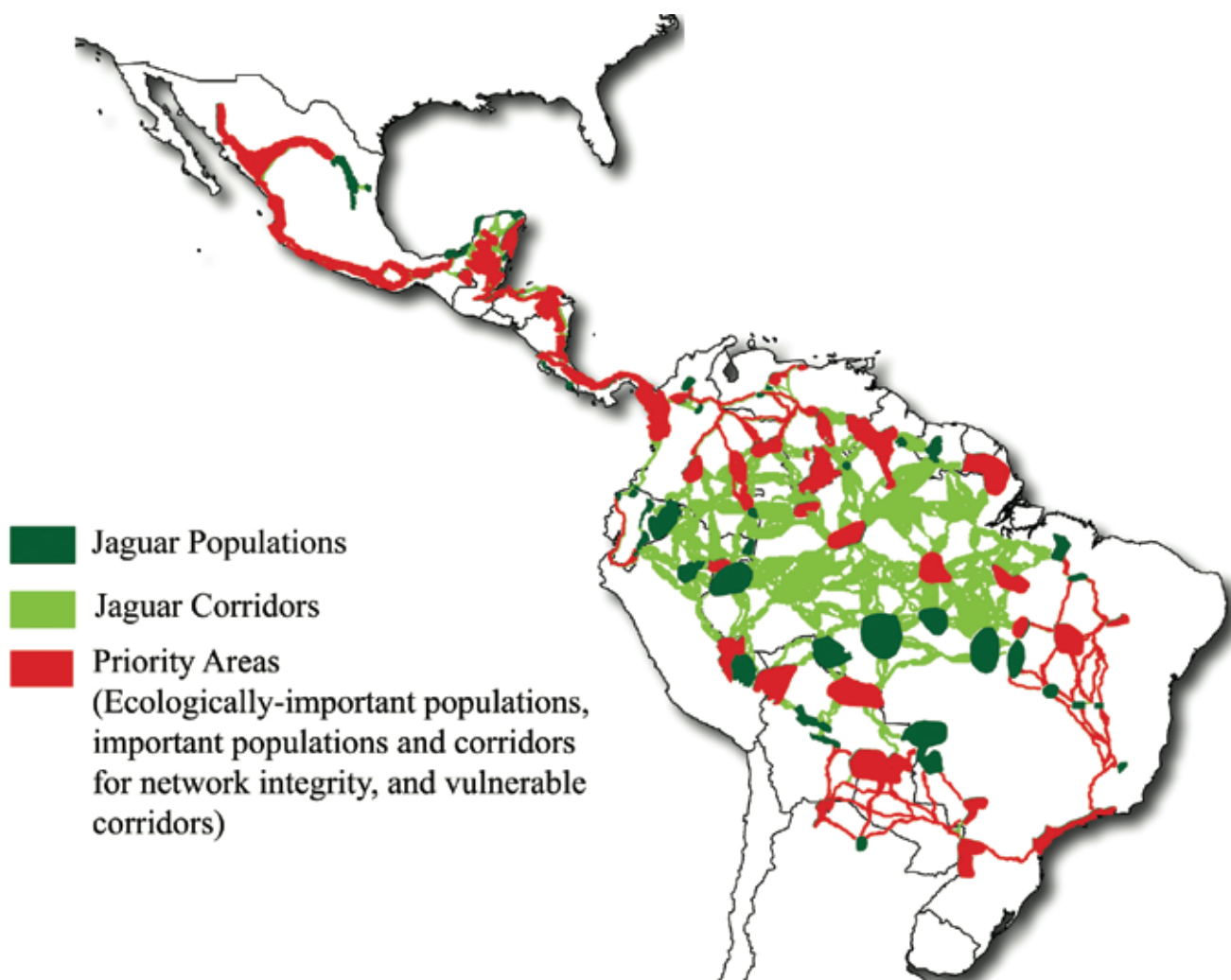


Figure 1. Les populations de jaguars et les corridors dans son aire de répartition. Les populations et les corridors écologiques ont été classés par ordre de priorité en fonction de leur importance écologique, de l'intégrité du réseau et de leur vulnérabilité. Ces données ont été combinées pour permettre de recenser toutes les zones prioritaires dans l'ensemble de l'aire de répartition du jaguar. © Kathy Zeller



Jaguar (*Panthera onca*) © Adobe Stock

Approche

Pour modéliser la connectivité, un premier travail de mise à jour des données de 1999 sur les populations à l'échelle de l'aire de répartition a été réalisé, et grâce aux nouvelles informations, il a été possible de répertorier 90 populations importantes de jaguars dans toute l'aire de répartition de l'espèce, qui s'étendait sur 1,9 million de km². Par la suite, 15 experts du jaguar ont été invités à attribuer des valeurs de coût ou de résistance à six couches SIG réputées affecter les déplacements du jaguar. Ces couches évaluées ont été rassemblées en une seule surface de résistance, puis une modélisation des corridors de moindre coût a été réalisée entre les 90 populations (Rabinowitz & Zeller, 2010). Les 182 corridors ainsi créés s'étendaient sur 2,6 millions de km² et représentaient un réseau de conservation totalisant 4,5 millions de km² (figure 1, page précédente). Lorsqu'on a examiné cette superficie à la lumière de la base de données mondiale sur les aires protégées, on a constaté que 67 % des populations de jaguars et 46 % des corridors écologiques bénéficiaient d'une certaine forme de protection.

Afin de bien orienter la recherche et les efforts de conservation dans ce vaste réseau, une priorisation des populations de jaguars et des corridors écologiques a été établie à partir de trois critères : l'importance écologique, l'importance du réseau et la vulnérabilité des corridors (figure 1) (Zeller et al., 2013). Ces critères ont servi à cibler les efforts de conservation sur le terrain.

Comme les corridors écologiques ont été repérés à partir de données SIG générales et de valeurs de résistance établies par des experts, il était important de valider les corridors avant d'entreprendre des activités de conservation sur le terrain. Cette démarche n'a pas été sans difficulté, car les corridors étaient souvent vastes et s'étendaient sur des terres appartenant à différents propriétaires.

Une méthodologie d'évaluation rapide reposant sur des entretiens a donc été mise au point, ce qui a permis d'estimer la présence des jaguars et de leurs principales proies dans les corridors (Zeller et al., 2011; Petracca et al., 2017). À l'heure actuelle, tous les corridors en Amérique centrale ont été validés et ajustés, et le processus de validation est en cours en Amérique du Sud. Le travail de conservation dans le cadre de la Jaguar Corridor Initiative est principalement mené par l'organisation à but non lucratif Panthera. (www.panthera.org).

Exemple de corridor écologique

Le corridor des jaguars Barbilla-Destierro est situé au Costa Rica et relie les montagnes de Talamanca au sud à la chaîne volcanique centrale au nord. Le corridor, soumis à une myriade d'utilisations des terres, comprend des terres privées, municipales et fédérales. Des stratégies de conservation ont été mises en œuvre pour tous les types de propriétaires. En voici quelques exemples :

- L'intégration du corridor dans le Programme national de corridors biologiques du Costa Rica;
- La mise en place d'un conseil local du corridor, qui réunit les propriétaires fonciers une fois par mois pour aborder et traiter les menaces et les possibilités;
- La collaboration avec une société hydroélectrique pour que celle-ci oriente ses projets d'atténuation des effets sur l'environnement et de restauration vers des zones qui amélioreront la connectivité dans le corridor;
- L'établissement d'une unité d'intervention en cas de conflit impliquant les félins sauvages et la formation de son personnel pour enquêter sur les ravages sur le bétail et mettre en œuvre des stratégies contre les prédateurs;
- La formulation de recommandations scientifiques en vue de l'élaboration de projets visant à préserver la connectivité à travers le corridor.

Résultats

La Jaguar Corridor Initiative a permis d'établir un plan de conservation couvrant l'ensemble de l'aire de répartition géographique de l'espèce. Panthera mène actuellement des efforts de conservation similaires à ceux décrits pour le corridor des jaguars Barbilla-Destierro dans 11 des 18 pays qui hébergent des jaguars. Des recherches sur les jaguars sont actuellement menées dans l'ensemble du réseau écologique, et des plans de surveillance des corridors sont en cours d'établissement. L'initiative reçoit un soutien de plus en plus important dans toute l'aire de répartition du jaguar, grâce à l'appui de nombreux gouvernements, propriétaires terriens, entreprises et scientifiques. Grâce à ce soutien grandissant, la vision d'un réseau écologique protégé et connecté pour les jaguars du Mexique à l'Argentine pourra, on l'espère, devenir une réalité.

Connectivité des milieux d'eau douce : Asie

19. Les réserves communautaires profitent largement aux écosystèmes aquatiques du bassin du fleuve Salween

Aaron A. Koning, *Cornell University*

Contexte et défi

Dans de nombreux pays à faible revenu, les populations dépendent fortement de la pêche intérieure pour leur alimentation quotidienne, ce qui donne lieu à une vaste exploitation de la ressource sans égard à la réglementation en vigueur. Même dans les aires protégées où vivent des populations humaines, les interdictions de chasse sont en fait rarement applicables à la pêche. Bien que la Thaïlande dispose d'une réglementation et de directives nationales en matière de pêche, leur application est difficile et peu fréquente dans les régions éloignées comme celle de la rivière Mae Ngao. En raison de leur nature linéaire et de la dépendance de nombreux secteurs à l'égard des rivières et de leurs eaux, il est difficile de créer des corridors écologiques englobant des bassins hydrographiques entiers ou même des rivières individuelles.

Approche

Dans toute l'Asie du Sud-Est, en réaction au déclin apparent des populations de poissons, aux inquiétudes concernant la sécurité des ressources et à la présence d'étrangers utilisant des engins de pêche illégaux (par exemple des chocs électriques), de petites réserves sans prélèvement ont été établies par les communautés locales, créées par des organisations non gouvernementales ou imposées par les gouvernements nationaux. Ces petites réserves constituent en fait la seule mesure de gestion de ces pêches intensives. Dans les affluents du fleuve Salween, au nord-ouest de la Thaïlande, les réseaux écologiques composés de petites réserves riveraines continuent de se développer, en particulier parmi les communautés dépendantes de la pêche, où la surpêche est courante.

Exemple de corridor écologique

Un de ces réseaux écologiques est situé dans le bassin de la rivière Mae Ngao, au nord-ouest de la Thaïlande, qui couvre 1 000 km² de terres où vivent plus de 8 000 personnes réparties dans plus de 70 villages (figure 1). Il y a plus de 25 ans, la première réserve communautaire a été créée à la suite d'une réunion organisée par une ONG locale, qui avait suggéré la création de petites zones fermées à la pêche comme mesure de conservation. Au départ, une seule communauté s'est engagée dans cette initiative, mais la pratique s'est peu à peu propagée et on y dénombre plus de 50 autres réserves, qui fonctionnent en grande partie de manière indépendante et ne bénéficient d'aucun soutien du gouvernement ou d'autres entités extérieures. Chaque communauté détermine individuellement l'emplacement des réserves, leur taille et les sanctions en cas de non-respect des règles, sanctions qui varient de 15 à plus de 300 dollars américains. Toute activité de prélèvement est interdite à l'intérieur des réserves, y compris la récolte d'escargots

Leçon clé

La reconnaissance et le contrôle des réserves fluviales par les communautés locales, qui favorisent la pêche locale et améliorent la santé du système fluvial, constituent une première étape importante pour accroître la connectivité des cours d'eau de la rivière Mae Ngao en Thaïlande.

et d'autres invertébrés aquatiques qui, autrement, sont couramment consommés, en particulier pendant la longue saison sèche (de novembre à mai). En dehors des réserves, les efforts de prélèvement sont importants et font appel à diverses méthodes (filets maillants, lignes, pièges, harpons manuels, etc.). Les efforts de pêche se déploient souvent sur des centaines de mètres en amont et en aval des limites de la réserve, ce qui forme un véritable gouffre de filets et d'hameçons pour les poissons qui se déplacent en dehors des aires protégées. Plusieurs communautés avoisinantes ont adopté des règlements supplémentaires applicables en dehors des réserves, interdisant notamment l'utilisation de masques de plongée pour la collecte d'escargots et la pêche au harpon. On pense que la pêche au harpon, en particulier pendant la saison sèche lorsque la température de l'eau est chaude, que l'eau est claire et que les écoles locales sont en

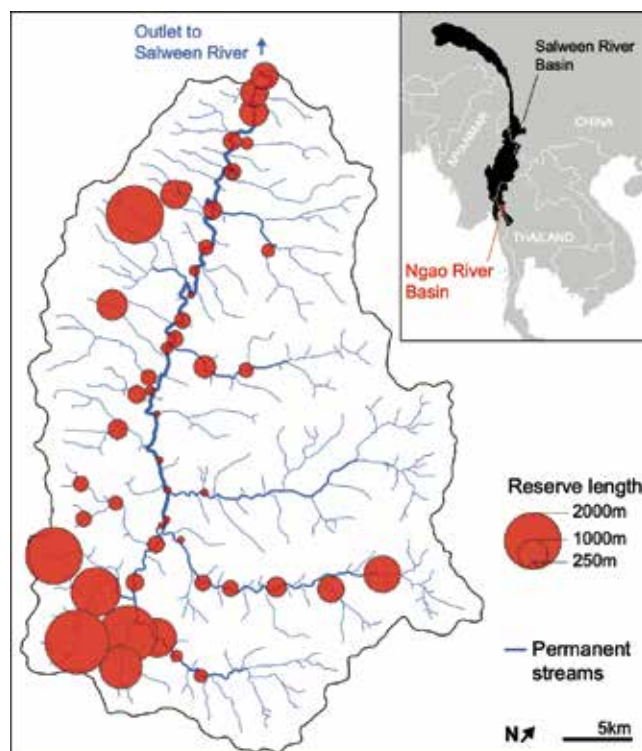


Figure 1. Réseau écologique de réserves sans prélèvement sur les rivières du bassin de la rivière Mae Ngao dans le nord-ouest de la Thaïlande © Aaron A. Koning

pause, a un impact important sur les populations de poissons de toutes tailles.

Résultats

Les communautés ne disposent d'aucune planification stratégique globale concernant la création de réserves. En fait, même les membres des communautés ne connaissent pas le nombre de réserves présentes dans le bassin de la rivière Mae Ngao. Or, à l'échelle du bassin, on dénombre aujourd'hui 52 réserves qui couvrent 2 % de toutes les eaux courantes pérennes et forment un réseau d'aires protégées au sein du vaste réseau fluvial. Ce sont les communautés individuellement qui ont créé entièrement ce réseau et qui en assurent le respect des règles.

Toutefois, les efforts de pêche créent un obstacle important à la connectivité entre les réserves et au sein de celles-ci. À une échelle plus locale, les réserves individuelles sont généralement assez étendues pour permettre de relier les habitats au sein du réseau fluvial, y compris les étangs qui sont des refuges essentiels pour de nombreuses espèces pendant la saison sèche. Pendant la saison des pluies, lorsque le niveau des rivières augmente jusqu'à 5 m par rapport aux creux de la saison sèche, les efforts de pêche diminuent et la connectivité à l'échelle du réseau augmente, ce qui donne aux poissons la possibilité de se déplacer pour se reproduire.

En raison de la disparité des efforts de prélèvement entre les réserves et les autres zones, les résultats des mesures de conservation sont visibles même depuis les berges de la rivière, où de grands bancs de poissons suscitent l'intérêt des touristes et des voyageurs dans la région (figure 2).

Une comparaison entre 23 de ces petites réserves et les zones de pêche adjacentes a révélé des améliorations en termes de richesse, de densité et de biomasse des espèces de poissons, proportionnellement aux améliorations signalées pour les réserves marines (Koning, 2018; 2019). Plus précisément, la richesse des réserves par rapport aux zones de pêche a augmenté de 27 %, et la densité de 124 %, alors que la biomasse était 23 fois plus élevée en moyenne. Ces améliorations étaient souvent constatées entre trois et cinq ans seulement après la création d'une réserve, mais elles se maintiennent au fil du temps.

Les membres des communautés capturent régulièrement de gros poissons en dehors des réserves et considèrent que



Figure 2. Dans les réserves sans prélèvement, on peut voir des bancs de poissons depuis les berges. © Aaron A. Koning

ces captures sont le résultat des déplacements de poissons hors des réserves. Il reste à savoir si les réserves sont suffisamment grandes pour soutenir les populations à long terme et s'il y a des déplacements réguliers entre les réserves qui permettraient de transférer une diversité génétique cruciale entre des sous-populations potentiellement isolées. Toutefois, compte tenu des fluctuations saisonnières dans la rivière, il semble que les déplacements de poissons se produisent pendant la saison des pluies.

Il est d'autant plus remarquable de constater à quel point ces petites réserves ont pu favoriser les populations locales de poissons étant donné que les communautés ont essentiellement agi de manière indépendante sans une coordination générale de leurs efforts. Pour la suite des choses, il conviendrait de travailler avec les communautés, en s'appuyant sur les recherches menées précédemment et sur les principes de conception des réserves établis pour les réseaux marins, afin de tenter d'optimiser les réserves individuellement et collectivement pour assurer une efficacité accrue au chapitre de la conservation et des pêches.

Connectivité des milieux d'eau douce : Europe

20. Le corridor écologique Mura-Drava-Danube et la future réserve de biosphère à cinq pays

Arno Muhl, *WWF Austria*

Ivana Korn Varga, *WWF Adria*

Emöke Györfi, *WWF Austria*

Contexte et défi

Pendant longtemps, de grandes parties des paysages fluviaux le long de l'ancien Rideau de fer entre la mer Baltique et la mer Noire en Europe sont demeurées pratiquement intouchées par des empiètements importants. Avec la fin du communisme en Europe à la fin des années 1980 et la progression de l'UE vers l'est, ces paradis fluviaux méconnus ont été catapultés dans une nouvelle ère. Tout à coup, ils se trouvaient dans des zones présentant des intérêts économiques pour l'humain. Mais si, d'une part, cette contrainte menaçait de détruire de manière irréversible ces dernières zones intactes, d'autre part, de nouvelles possibilités de coopération en matière de conservation de la nature et de développement durable sont apparues. Les réserves de biosphère transfrontalières (RBT) sont un outil approprié pour répondre à ce grand besoin de protection, de gestion et de restauration à grande échelle des rivières transfrontalières. On en trouve actuellement des exemples sur le cours inférieur des rivières Drava et Mura et dans

Leçon clé

La conservation de la connectivité des systèmes fluviaux peut être réalisée grâce à une série d'aires protégées et à une vision qui interdit les barrages et autres aménagements susceptibles de nuire à la connectivité à long terme des systèmes fluviaux, mais qui favorise les avantages compatibles avec la connectivité.

les plaines inondables adjacentes du moyen Danube entre l'Autriche, la Slovénie, la Croatie, la Hongrie et la Serbie (Muhl et al., 2009).

Approche

Comme les frontières entre les États sont plutôt politiques qu'écologiques, les écosystèmes débordent souvent les limites nationales, et peuvent être soumis à des pratiques de gestion et d'utilisation des terres différentes, voire contradictoires. Les RBT permettent une gestion uniforme

5-country Biosphere Reserve Mura-Drava-Danube (TBR MDD)*

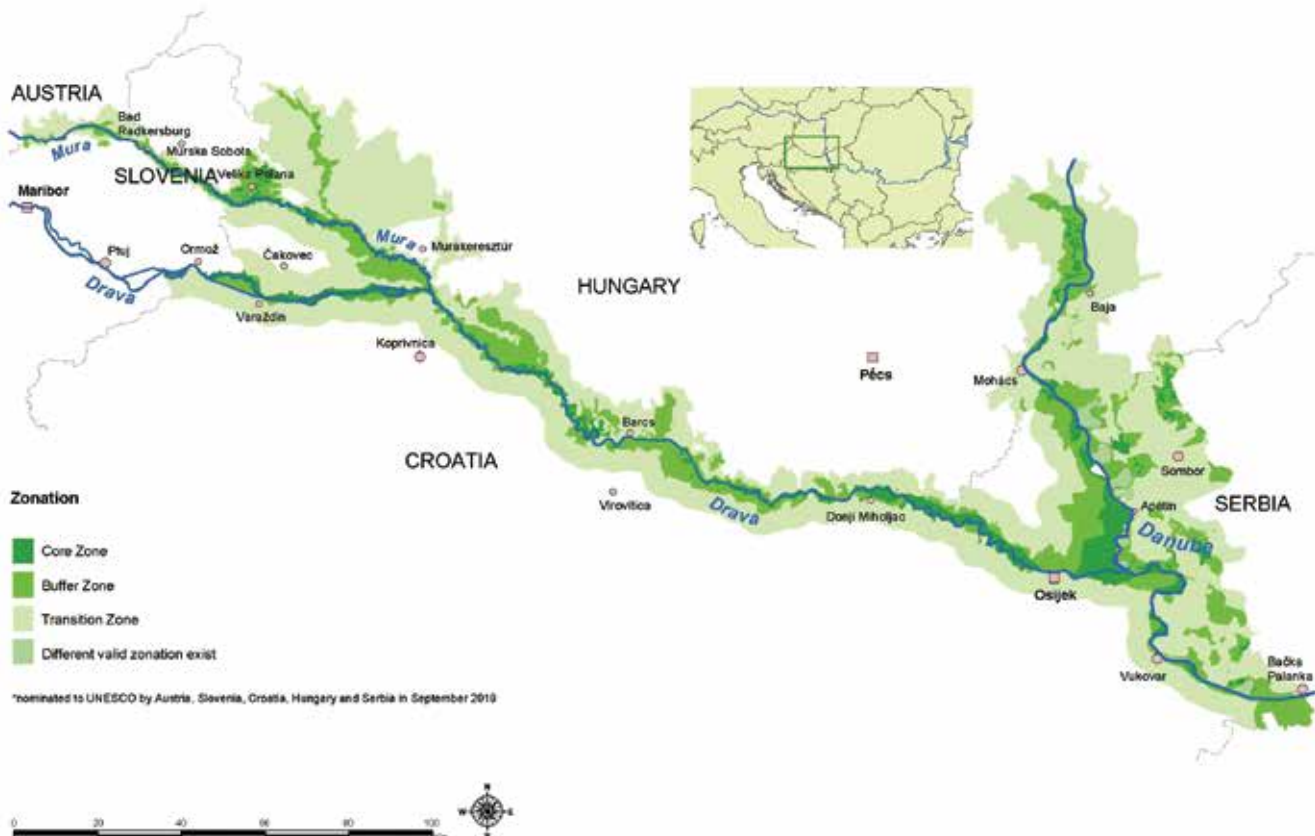


Figure 1. La future réserve de biosphère Mura-Drava-Danube de l'UNESCO qui relève de cinq pays. © World Wildlife Fund (WWF)

de ces écosystèmes. Une RBT est reconnue officiellement à l'échelle internationale et par un organe des Nations unies, l'UNESCO, comme une volonté politique de coopérer aux efforts de conservation et d'utilisation durable par une gestion commune d'un écosystème partagé (UNESCO, 2017).

L'initiative de la réserve de biosphère Mura-Drava-Danube remonte à 1993 et regroupe cinq pays : l'Autriche, la Croatie, la Serbie, la Slovénie et la Hongrie. Elle a été conçue comme une mesure visant à contrecarrer les nouvelles menaces liées aux nouveaux projets de barrages hydroélectriques après la chute du Rideau de fer et comme un outil pour relier et mieux protéger toutes les aires fluviales nationales du corridor sous l'égide d'un seul cadre de gestion international (Schneider-Jacoby & Mohl, 2012).

Les efforts contre les projets de gestion de l'eau et de barrages hydroélectriques à grande échelle qui menaçaient la zone fluviale se sont avérés efficaces pour assurer la protection de cet écosystème inestimable. Ils ont permis de sensibiliser le public et les décideurs politiques, d'exercer des pressions sur les gouvernements et de favoriser l'établissement de 13 grandes aires protégées, dont le parc régional Drava-Mura en Croatie (88 000 ha). Intégrées pour la plupart dans le réseau Natura 2000, ces aires protégées sont classées en plusieurs catégories. La mise en place d'un réseau écologique de conservation a jeté les bases d'une coopération transfrontalière en vue de favoriser l'harmonisation des initiatives de conservation et l'intégration des mesures de gestion et de restauration des milieux au sein de la future réserve de biosphère Mura-Drava-Danube.

Depuis 1993, le WWF, EuroNatur et des ONG locales font campagne pour protéger le paysage unique des trois rivières dans un RBT à cinq pays (figure 1). La coopération entre les gouvernements et les ONG est de plus en plus importante pour permettre de réaliser conjointement et progressivement la RBT. On assiste ainsi à l'établissement du plus vaste corridor fluvial protégé d'Europe (700 km, 1 000 000 ha) grâce à une coopération intersectorielle novatrice et à un développement régional durable harmonisé qui soutient également la réconciliation transfrontalière (WWF, 2013). Une fois pleinement établie, la réserve de biosphère formera

un réseau écologique de conservation constitué de zones centrales intégrées dans des zones tampons et des zones de transition.

Exemple de corridor écologique

Drainant l'Autriche, la Croatie, la Hongrie, la Serbie et la Slovénie, les cours inférieurs des rivières Drava et Mura et les tronçons connexes du comptent parmi les bassins hydrographiques les plus importants de l'Europe sur le plan écologique – on l'appelle l'Amazone européen. Malgré les nombreuses altérations anthropiques du passé, cette région renferme une diversité biologique étonnante et constitue un point chaud d'habitats naturels rares, comme les grandes forêts de résineux, les prairies humides, les îles fluviales, les bancs de gravier et de sable, les berges escarpées, les ramifications secondaires et méandres morts (figure 2).

La région abrite la plus forte densité de couples reproducteurs de pygargues à queue blanche (*Haliaeetus albicilla*) d'Europe continentale, ainsi que d'autres espèces menacées comme la cigogne noire (*Ciconia nigra*), le castor (*Castor fiber*), la loutre (*Lutra lutra*) et l'esturgeon noir (*Acipenser nudiiventris*), une espèce presque disparue. Nombre de ces espèces sont des indicateurs d'un corridor fluvial naturel, notamment la sterne naine (*Sterna albifrons*). Chaque année, plus de 250 000 oiseaux aquatiques migrateurs profitent des rivières pour se reposer et se nourrir. Le confluent du Danube et de la Drave, commun à la Croatie, à la Hongrie et à la Serbie, abrite les plaines inondables et les forêts les plus étendues et les mieux préservées. La plupart des portions de cette région transfrontalière sont affectées à la zone centrale du RBT. En plus de leur grande biodiversité, les rivières et les plaines inondables sont vitales pour les communautés locales. Les pêcheurs locaux dépendent des stocks de poissons pour leur subsistance. Les vastes plaines d'inondation réduisent les risques d'inondation, assurent des conditions propices aux eaux souterraines et permettent une autoépuration de l'eau, ce qui est essentiel pour l'eau potable, les forêts et l'agriculture. Les rivières offrent également des possibilités d'activités récréatives, telles que la marche, la baignade, la pêche et le canot (WWF Autriche, 2014).



Figure 2. (gauche) Plaines inondables du Danube en Croatie © Mario Romulic. (droite) La rivière Drava en Croatie © Arno Mohl



Cygone noire (*Ciconia nigra*) © Adobe Stock

Résultats

Sous l'impulsion de la vision de la création de la RBT à cinq pays, des avancées majeures ont été réalisées au cours des 30 dernières années vers une meilleure protection et gestion du corridor fluvial :

- Les gouvernements des cinq pays ont créé treize grandes aires protégées le long de la Mura, de la Drave et du Danube, qui forment l'épine dorsale du RBT.
- Jusqu'à présent, 270 km de tronçons naturels des cours des rivières ont été protégés des projets de gestion de l'eau et de barrages hydroélectriques à grande échelle.
- En 2009, la Croatie et la Hongrie ont signé une déclaration commune pour établir la RBT, qui a été suivie en 2011 d'une déclaration ministérielle des cinq pays. En 2012, les zones riveraines de Croatie et de Hongrie ont reçu le statut de réserve de biosphère, qui a été attribué par la suite à celles de la Serbie (2017), de la Slovénie (2018) et de l'Autriche (2019). La zone centrale et la zone tampon strictement protégées, qui se composent de ces 13 grandes aires protégées, représentent 280 000 ha. Elles sont entourées par 650 000 ha de zones de transition.
- Dans la foulée de la RBT, plusieurs projets cofinancés par l'UE sont déjà en cours de réalisation dans les cinq pays de la région, dans le but d'en améliorer la protection et le développement durable. Dans le cadre du projet « coop MDD », les administrations des aires protégées de la région de Mura-Drava-Danube coopèrent depuis 2017 pour se concentrer conjointement sur des objectifs

communs et des mesures transfrontalières de protection de la nature. Le projet « Forêts riveraines résilientes comme corridors écologiques dans la réserve de biosphère Mura-Drava-Danube » a débuté en juin 2019 et a pour but la préservation et la gestion durable des forêts des plaines inondables dans la RBT. Le projet d'écotourisme « Piste cyclable de l'Amazonie européen » a commencé au même moment. En outre, les efforts de restauration des rivières sont en cours pour créer de nouveaux habitats naturels et espaces de loisirs permettant aux gens de découvrir les magnifiques paysages le long des rivières.

Toujours en 2019, le dossier a été préparé pour la désignation de la RBT à cinq pays, qui rassemblera toutes les réserves de biosphère existantes dans la région sous une seule désignation internationale. Il appartient maintenant à l'UNESCO de finaliser et d'approuver la désignation. Une fois officiellement désignée, cette réserve de biosphère à cinq pays devrait prendre des mesures pour devenir une réserve de biosphère pleinement fonctionnelle, conformément aux exigences de l'UNESCO. Ces mesures comprennent la création d'une structure de gestion conjointe et la mise en œuvre d'un plan d'action et de projets communs.

Pour plus d'information : <http://www.amazon-of-europe.com/>
<http://www.interreg-danube.eu/approved-projects/coop-mdd>
<http://www.interreg-danube.eu/approved-projects/refocus>
<http://www.interreg-danube.eu/approved-projects/amazon-of-europe-bike-trail>

Connectivité des milieux d'eau douce : Amérique du Nord et du Sud

21. Restaurer la connectivité des bassins du saumon du Pacifique

Lauren Law and Jonathan Moore, *Simon Fraser University*

Contexte et défi

Les bassins versants côtiers qui se jettent dans le Pacifique Nord accueillent des populations de saumons migrateurs importantes sur le plan culturel et économique. Le saumon du Pacifique naît et commence son développement en eau douce, puis migre vers la haute mer, où il s'alimente et poursuit son développement avant de retourner dans ses eaux intérieures natales pour y frayer. En Amérique du Nord et en Asie, 8 % des bassins versants de grande valeur qui se déversent dans le Pacifique Nord bénéficient d'une protection au moins partielle, principalement dans des endroits plus élevés et plus éloignés de l'océan (Pinsky et al., 2009). Cependant, même si des portions des bassins versants sont

Leçon clé

Même dans un bassin hydrographique protégé, les barrages nuisent à la connectivité des eaux d'amont avec l'océan; le démantèlement des barrages contribue au rétablissement des processus biotiques et abiotiques, comme en témoigne le projet de la rivière Elwha aux États-Unis.

protégées, les barrages ont fragmenté de nombreux circuits pour le saumon. Les barrages, comme ceux destinés à la production hydroélectrique, peuvent bloquer ou entraver la migration des saumons, altérer les régimes hydrologiques et



Figure 1. Le bassin de la rivière Elwha dans le parc national Olympic National Park, dans l'État de Washington, aux États-Unis. Le démantèlement des barrages Elwha Dam et Glines Canyon a permis de restaurer la connectivité entre les cours supérieur et inférieur du bassin. © Jonathan Moore



Saumon chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) © Adobe Stock

modifier les habitats fluviaux en aval. Vu le statut en péril ou disparu de nombreuses populations de saumon (Gustafson et al., 2007), des investissements substantiels ont été alloués à la conservation et au rétablissement de l'espèce.

Approche

Au cours des dernières décennies, on a assisté à un démantèlement croissant des barrages et à des mesures d'atténuation connexes visant à favoriser le saumon et d'autres poissons migrateurs. Aux États-Unis, plus de 1 200 barrages avaient été supprimés en 2017 (Bellmore et al., 2017). Le démantèlement des barrages se fait généralement dans le cadre d'un processus décisionnel décentralisé impliquant de nombreux groupes de parties prenantes, notamment des agences fédérales, des organismes des États et des propriétaires de barrages privés. Bien que certains démantèlements de barrages aient été volontaires, beaucoup ont été le résultat de procédures judiciaires qui relèvent des pouvoirs réglementaires de la Federal Energy Regulatory Commission. Les premiers efforts de démantèlement visaient les anciens barrages, qui étaient trop coûteux à entretenir et ne répondaient plus aux normes de sécurité en vigueur. Toutefois, ces dernières années, le démantèlement des barrages vise surtout à protéger l'environnement et à restaurer les habitats. Aux États-Unis, la *Wild and Scenic River Act* (1968) est une loi qui a pour but de préserver le caractère sauvage (sans aménagement) des rivières ayant des valeurs naturelles, culturelles et récréatives exceptionnelles.

Exemple de corridor écologique

Aux États-Unis, l'un des plus grands projets de démantèlement de barrage ayant permis de rétablir la connectivité d'un bassin versant protégé pour le saumon a été réalisé sur la rivière Elwha. Cette rivière longue de 72 km se trouve en grande majorité dans le parc national Olympique, dans l'État de Washington. Anciennement l'une des rivières à saumon les plus prolifiques du nord-ouest du Pacifique, l'Elwha a subi des perturbations au début des

années 1900 lorsque deux barrages y ont été aménagés, isolant ainsi la portion supérieure protégée du bassin versant du paysage marin dont dépendent les saumons migrateurs. La migration des saumons a ainsi été bloquée, et le passage des sédiments et des débris ligneux a été perturbé. La construction de ces grands barrages a entraîné un déclin de 90 % des populations de poissons, la perte de connectivité des habitats et la réduction de la complexité des habitats (Pess et al., 2008).

En 1992, la loi sur la restauration de l'écosystème de la rivière Elwha et des pêcheries a autorisé le démantèlement des barrages en vue de restaurer l'écosystème de la rivière. Le Service national des parcs des États-Unis a procédé au démantèlement des barrages par étapes, en commençant par le plus petit barrage à partir de 2011, et en terminant par le plus grand barrage en 2014.

Résultats

Le démantèlement des barrages de la rivière Elwha a permis de renouveler les flux de sédiments et de gros débris ligneux en aval qui étaient emprisonnés dans les réservoirs des barrages depuis près d'un siècle. Environ 30 millions de tonnes de sédiments ont été libérés, ce qui a augmenté la superficie du delta de la rivière d'environ 60 ha (Ritchie et al., 2018). L'apport de sédiments et de gros débris ligneux au système fluvial a redonné à la morphologie du canal sa complexité d'antan et a favorisé le tressage des rivières, la croissance des bancs de sédiments et le remplissage des bassins.

Le rétablissement de la connectivité entre l'habitat protégé en amont et le paysage marin dans le bassin hydrographique de la rivière Elwha favorise le retour de plusieurs espèces de saumon : chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*), coho (*Oncorhynchus kisutch*), kéta (*Oncorhynchus keta*), sockeye (*Oncorhynchus nerka*) et rose (*Oncorhynchus gorbuscha*); ainsi que de truites anadromes : arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) et omble à tête plate (*Salvelinus confluentus*). Les scientifiques ont déjà observé un nombre record de saumons chinook retournant à l'Elwha, et on s'attend à ce que d'autres espèces y retournent en grand nombre. On estime qu'environ 30 000 saumons chinook et coho et 270 000 saumons roses y reviendront chaque année. Les remontées du saumon permettront à terme de soutenir les pêcheries locales et régionales.

L'Elwha est l'un des nombreux bassins versants côtiers qui avaient protégé l'habitat du saumon en amont, mais dont la connectivité avec le paysage marin avait été coupée. Comme l'illustre le projet Elwha, le démantèlement des barrages et le rétablissement de rivières à leur état naturel permettent de relier efficacement les eaux d'amont protégées aux paysages marins dont dépendent les poissons migrateurs comme le saumon.

22. La fragmentation de la protection des zones riveraines dans les bassins versants, Oregon, États-Unis

Rebecca Flitcroft, *USDA Forest Service*

Brett Boisjolie, *Massachusetts Department of Conservation and Recreation*

Mary Santelmann, *College of Earth, Ocean and Atmospheric Sciences, Oregon State University*

Contexte et défi

Les milieux lotiques et lentiques assurent une connectivité latérale avec les plaines inondables et les écosystèmes riverains. Ils peuvent servir de corridors pour le déplacement des organismes aquatiques vers et depuis les eaux d'amont et les environnements marins, et ils constituent des éléments importants des cycles biogéochimiques généraux (Butman & Raymond, 2011). Les environnements riverains offrent également des zones tampons essentielles entre les terres soumises aux activités anthropiques en bordure de l'eau, car ils filtrent les nutriments, retiennent les sédiments et apportent des matières biotiques qui constituent des apports alimentaires importants dans les réseaux trophiques d'eau douce.

Dans de nombreux endroits, la protection des taxons d'eau douce et de leurs habitats est liée au tissu de zones riveraines

Leçon clé

La préservation d'un habitat fonctionnel peut nécessiter des mesures de protection légales et des efforts de restauration volontaires, tous deux étayés par la science; le suivi et l'évaluation sont essentiels pour garantir l'efficacité des mesures mises en place.

qui bordent les rivières et les lacs. La protection des zones riveraines est à son tour souvent conditionnée par le régime de propriété foncière, qui varie le long d'un cours d'eau, depuis sa source jusqu'à la mer. Toutefois, cette réalité se traduit par des protections fragmentées le long du cours d'eau.

Sur la côte de l'Oregon, aux États-Unis, les cours d'eau d'amont à forte déclivité sont généralement situés dans

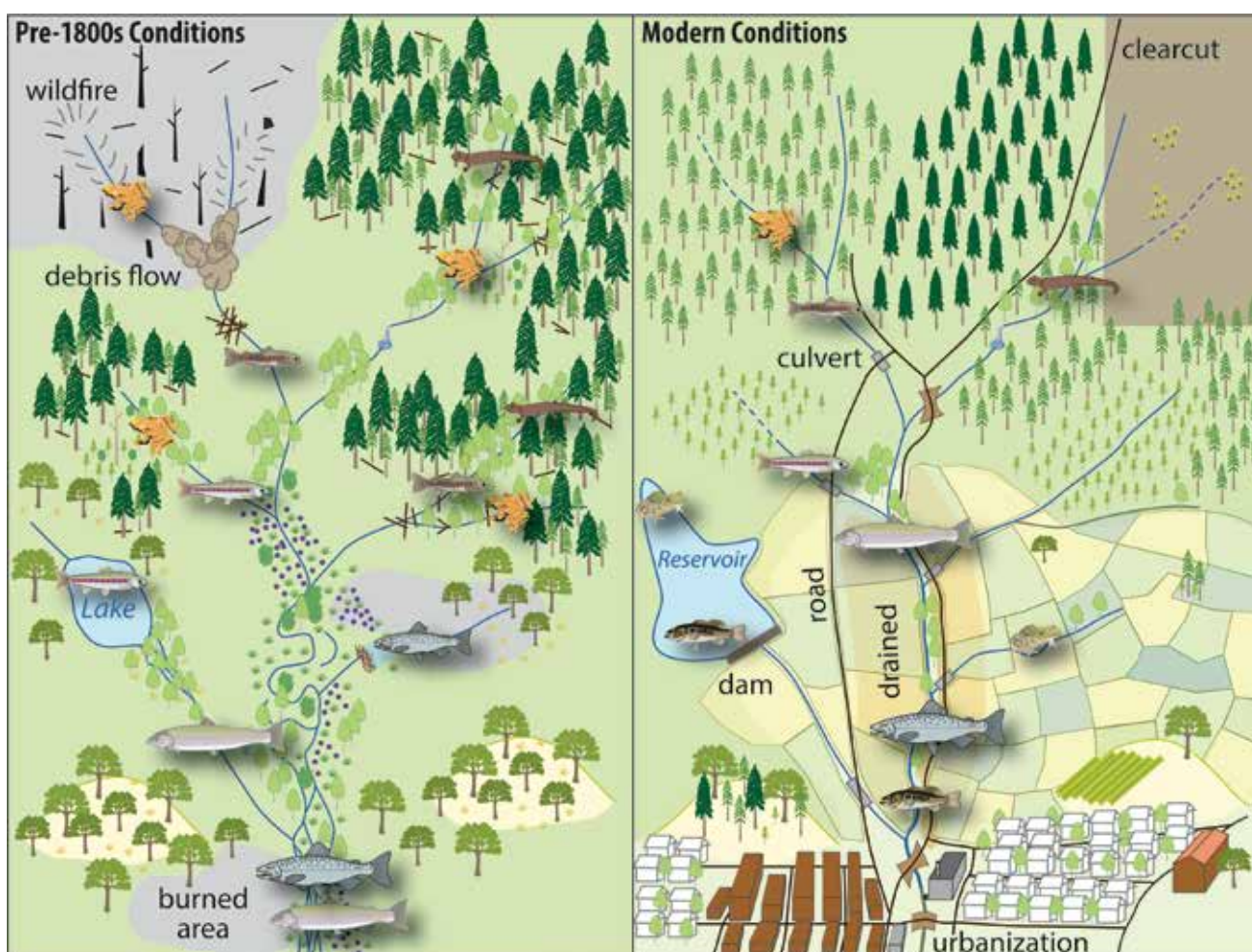


Figure 1. Historiquement, les systèmes fluviaux du nord-ouest du Pacifique reliaient un large éventail d'habitats d'eau douce et de milieux humides. Au fil du temps, le développement a réduit la complexité des cours d'eau et a fragmenté les paysages au gré des utilisations anthropiques des terres, telles que l'agriculture, l'exploitation forestière ou le développement résidentiel. Image tirée de Penaluna et al. 2017.

une forêt dense de sapins de Douglas où les terres sont principalement utilisées pour l'exploitation forestière. En aval de ces zones se trouvent des plaines à faible inclinaison qui ont été converties en zones agricoles, résidentielles et urbaines (figure 1). Ces cours d'eau accueilleraient autrefois des populations florissantes de salmonidés anadromes qui trouvaient des habitats de frai et de croissance dans les corridors interconnectés du réseau fluvial. La vaste plaine inondable du fleuve Coquille était une zone très propice au saumon coho (*Oncorhynchus kisutch*). Cependant, cette plaine inondable, entre autres, a été rapidement occupée par les colons européens, et elle continue d'être utilisée pour l'agriculture.

Au cours des dernières décennies, les salmonidés anadromes migrateurs, y compris le saumon coho, ont été classés comme « menacés » ou « en voie de disparition »

au titre de la loi américaine sur les espèces en voie de disparition. La restauration et la protection de leurs habitats sont donc essentielles. Les pouvoirs publics ont consacré des millions de dollars à des mesures de restauration destinées à améliorer l'habitat et la survie de cette espèce à l'échelle des populations. Cependant, le stock de poissons demeure inférieur aux niveaux historiques.

Approche

Dans la région côtière de l'Oregon, les mesures de protection des zones riveraines comprennent une variété d'approches, allant des meilleures pratiques de gestion volontaires aux exigences légales (Boisjolie et al., 2017). Les mesures les plus rigoureuses portent généralement sur l'exploitation des ressources naturelles, comme l'exploitation forestière ou minière, alors que les moins rigoureuses sont liées aux activités agricoles. Au nombre des approches politiques, on

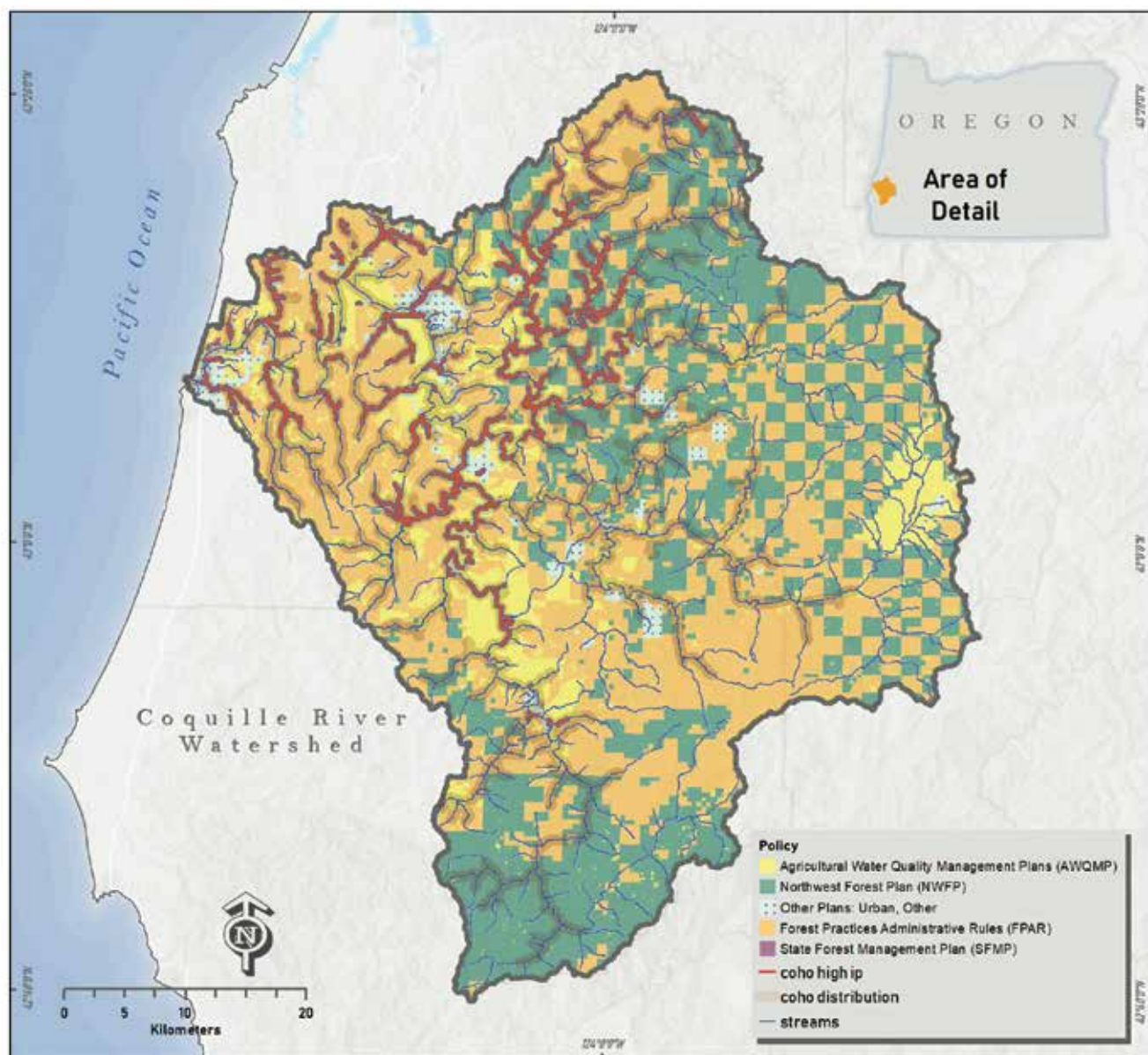


Figure 2. Le saumon coho du bassin de la rivière Coquille a traditionnellement fréquenté les zones de plaine inondable à faible déclivité. Aujourd'hui, ces zones sont souvent associées à des utilisations agricoles des terres. © Rebecca L. Flitcroft



Jeune saumon coho (*Oncorhynchus kisutch*) © Adobe Stock

peut citer les mesures normatives visant à éliminer la pollution des voies navigables qui prévoient des exigences relatives aux zones riveraines et qui limitent explicitement certaines formes d'aménagement. Pour les terres agricoles, les approches politiques fondées sur les résultats visent à réduire au minimum la pollution de l'eau, en laissant aux propriétaires fonciers la liberté de gérer leurs terres à condition que leurs façons de faire ne portent pas atteinte aux normes de qualité de l'eau. Il peut être difficile d'évaluer l'efficacité de ces approches à l'échelle d'un bassin versant. Les approches normatives peuvent empêcher les écosystèmes dynamiques d'atteindre une condition cible idéale, tandis que les politiques fondées sur les résultats et le recours aux efforts volontaires peuvent créer des lacunes dans les efforts de protection.

Les efforts de protection influencent les conditions de l'habitat dans le temps et l'espace. Par conséquent, la variabilité de ces efforts influence fortement la conservation des corridors écologiques riverains. Voici quelques mesures susceptibles d'aider à résoudre le problème de la fragmentation des protections riveraines :

- Mesures législatives;
- Programmes d'incitatifs pour la restauration;
- Projets concertés de restauration;

- Désignations de conservation;
- Assistance technique;
- Organes de gouvernance concertés pour lutter contre la dégradation des habitats et/ou des écosystèmes.

Le fait de comprendre l'ampleur des différentes mesures de protection peut orienter les interventions politiques de plusieurs agences en ce qui concerne les priorités de rétablissement ou de conservation des espèces. De plus, une meilleure compréhension de la diversité des mesures de protection peut permettre de déceler et de mesurer leurs lacunes.

Exemple de corridor écologique

Dans le cas du bassin du fleuve Coquille, les cartes des mesures de protection des zones riveraines ont été superposées à celles de la répartition du saumon coho et des zones à fort potentiel intrinsèque de le soutenir (figure 2). Les cartes montrent que la plupart des zones riveraines dans l'aire de répartition de cette espèce sont utilisées pour l'agriculture, puis pour l'exploitation forestière. On y voit aussi que les zones ayant un potentiel intrinsèque élevé pour la survie du saumon coho sont pour la plupart situées dans des secteurs agricoles. On constate ainsi un décalage entre la protection des zones riveraines des cours d'eau pour le saumon coho (qui dépend du régime foncier) et la localisation des habitats adaptés aux différents stades de vie de ces poissons grands migrants (qui dépend du contexte hydrogéomorphique de la rivière).

Résultats

Les politiques visant à protéger les zones riveraines et le saumon coho sont plus concrètes et applicables dans les zones peu fréquentées par ces poissons (Boisjolie et al., 2019). Du fait de ces lacunes en matière de protection, des mesures incitatives ont été mises en place pour encourager les initiatives volontaires de restauration des cours d'eau et la gestion des zones exploitées dans le bassin du fleuve Coquille. La cartographie des zones de protection permet d'en identifier la fragmentation le long du continuum du réseau fluvial, ce qui offre la possibilité de cibler les efforts de restauration ou de renforcer la protection. Le suivi des résultats des mesures volontaires de protection des zones riveraines, des mesures de protection normatives, des approches volontaires de restauration des cours d'eau et de la gestion concertée du paysage joue un rôle essentiel dans l'évaluation de la réussite de la réhabilitation de l'habitat d'eau douce sur l'ensemble du réseau fluvial. Une perspective élargie pour identifier et quantifier la fragmentation, ainsi que la connectivité, est nécessaire si l'on veut que les mesures de protection soient efficaces pour les poissons grands migrants qui ont besoin d'accéder aux habitats dans l'ensemble d'un réseau fluvial.

23. Protection de la rivière Bita dans son état naturel

Jose Saulo Usma and Cesar Suarez, *WWF Colombia*
 Fernando Trujillo, *Fondation Omacha*
 Michele Thieme, *WWF-US*

Contexte et défi

La rivière Bita en Colombie est longue de 520 km et son bassin draine environ 822 000 ha (figures 1, 2). Cette rivière est au départ un petit cours d'eau alimenté par des sources au milieu des llanos, un réseau de prairies et de plaines inondables de façon saisonnière. La rivière serpente librement à travers cet écosystème important et unique, créant de profondes lagunes et de belles plages, jusqu'à ce qu'elle se jette dans l'Orénoque. Sur son cours, la rivière Bita, qui coule toujours à l'état sauvage, abrite une riche biodiversité : poissons d'eau douce, tortues (*Podonecmis* spp.), crocodiles (*Crocodylus* spp.), dauphins d'eau douce (*Inia geoffrensis*), jaguars (*Panthera onca*), tapirs (*Tapirus terrestris*), loutres et de nombreux autres mammifères, reptiles et oiseaux.

Des recherches ont révélé que les llanos sont l'un des écosystèmes les moins protégés de la Colombie, qui possède pourtant un riche patrimoine naturel. Les écosystèmes du pays subissent une pression croissante de la part des

Leçon clé

Les accords de gestion relatifs à ce site Ramsar sont importants pour maintenir la connectivité des espèces d'eau douce et terrestre, car ils permettent d'encadrer les activités pratiquées dans le bassin versant, telles que la pêche sportive et l'agriculture.

industries extractives, de l'exploitation des pâturages, des grandes plantations forestières et de l'urbanisation. La connectivité assurée par la rivière Bita permet la migration des poissons d'eau douce et les déplacements saisonniers des dauphins, deux phénomènes essentiels à la subsistance des populations locales, car ils soutiennent le tourisme durable, l'observation des oiseaux et la pêche sportive.

Approche

L'Alliance pour la rivière Bita a été créée en 2014 et regroupe la Fondation Omacha, l'Institut de recherche sur les ressources biologiques Alexander von Humboldt,

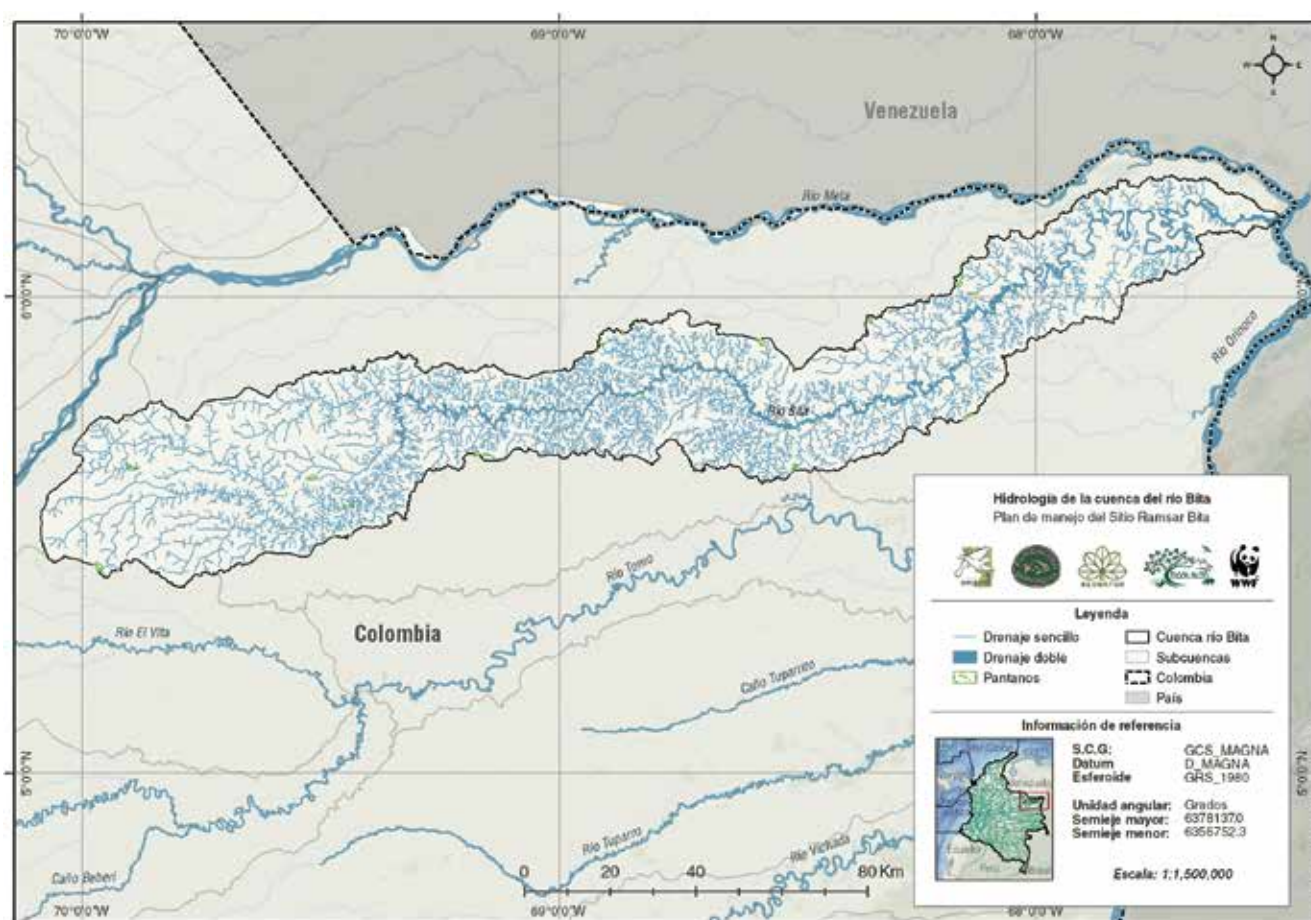


Figure 1. Le site Ramsar de la rivière Bitá © Fondation Omacha, avec l'aimable autorisation de Fernando Trujillo



Figure 2. Vue aérienne du paysage de la rivière Bitá © Fondation Omacha, avec l'aimable autorisation de Fernando Trujillo

Corporinoquia, le gouvernement de Vichada, la marine colombienne, Parcs nationaux naturels de Colombie, la Fondation Palmarito, la Fondation Orénoque, la Corporation La Pedregoza et le WWF. Depuis, l'Alliance, les pêcheurs, les représentants du secteur du tourisme, les organisations sociales et environnementales, les scientifiques et la population locale œuvrent de concert à la protection de la Bitá.

Pour faire avancer les pourparlers sur la protection juridique de la Bitá, l'Alliance a organisé une série d'ateliers avec les parties prenantes locales afin de faire ressortir les liens entre les diverses activités (comme l'agriculture et le tourisme durable) et la protection. Après avoir acquis une meilleure compréhension des relations de causalité de ces activités multisectorielles, l'Alliance a élaboré un cadre décisionnel qui se fonde sur des données quantitatives afin de démontrer les effets de certaines activités. Ce cadre a aidé le gouvernement, l'Alliance et d'autres partenaires à choisir les meilleures actions à entreprendre pour conserver la rivière Bitá, et ce, tout en tenant compte des besoins des parties prenantes.

Exemple de corridor écologique

Dans son état sauvage, la rivière Bitá favorise les déplacements et la migration de nombreuses espèces, dont les suivantes :

- Dauphins d'eau douce : La Bitá abrite l'une des plus importantes populations de dauphins d'eau douce grâce à sa proximité avec la rivière Meta et le fleuve Orénoque, qui procurent de la nourriture (poisson) aux dauphins et des habitats essentiels à leur reproduction.
- Les poissons migrateurs : Les différents types d'eau et la connectivité longitudinale et latérale entre la Bitá (eaux noires), la Meta (eaux vives) et l'Orénoque (eaux mixtes) et leurs milieux humides favorisent la reproduction de nombreuses espèces migratrices.
- Tapirs, jaguars et pumas : selon les estimations, entre 600 et 700 tapirs, 60 et 70 jaguars et 100 et 120 pumas (*Puma concolor*) vivent dans le bassin de la rivière Bitá

grâce à l'intégrité écologique de ses forêts et de ses milieux humides.

- Autres espèces : Le corridor fluvial favorisera la conservation d'autres espèces telles que le peacock bass (*Cichla* spp.), les raies d'eau douce (*Potamotrygon* spp.), les loutres géantes (*Pteronura brasiliensis*) et les tortues d'eau douce.

Résultats

Le 23 juin 2018, la rivière Bitá a été inscrite sur la liste des zones humides d'importance internationale de la Convention de Ramsar. C'est le plus grand site Ramsar en Colombie et l'un des premiers au monde à protéger une rivière sauvage tout entière et son bassin (822 600 ha). Depuis, un plan de gestion a été élaboré pour le site Ramsar par la Fondation Omacha, la Fondation Orinoquia, l'Université nationale de Colombie et RESNATUR (un réseau privé de réserves naturelles).

Le plan de gestion décrit en détail les mesures à prendre pour assurer la conservation et l'utilisation durable des ressources halieutiques de la Bitá, cette rivière étant l'épicentre de la pêche sportive en Colombie et un lieu important pour le commerce des poissons ornementaux. En outre, un accord a été conclu concernant la création d'un corridor écologique (228 000 ha) au sein du site Ramsar – ce corridor reliera les cours supérieur et intermédiaire de la Bitá et permettra les déplacements de 34 espèces de mammifères de moyenne et grande taille, dont le tapir, le jaguar, le puma, les dauphins d'eau douce, les loutres et les poissons migrateurs. L'accord a notamment été signé par le ministère de l'Environnement, la Fondation Omacha, Project Design Developers-Folgers Inc., le groupe de spécialistes des tapirs de la CSE de l'UICN, le secteur forestier et les agriculteurs qui se trouvent dans les limites du corridor écologique du site Ramsar. Ces parties prenantes se sont engagées à adopter des pratiques durables et responsables en matière d'agriculture, d'élevage, de foresterie et de production fruitière dans le corridor et à soutenir la surveillance des populations d'espèces sauvages emblématiques.

Connectivité marine : Australie

24. La Grande barrière de corail : une protection systématique de la connectivité malgré le manque de données sur la connectivité

Michael Bode, *School of Mathematical Sciences, Queensland University of Technology, Australia*
Jon C. Day, *ARC Centre of Excellence for Coral Reef Studies, James Cook University, Australia*

Contexte et défi

La Grande barrière de corail (GBR) de l'Australie est le plus vaste écosystème de récifs coralliens au monde et l'un des plus importants atouts écologiques et économiques du pays. La plus grande partie de la Grande barrière se trouve dans le Great Barrier Reef Marine Park (GBRMP), un parc marin à usages multiples comprenant huit zones d'utilisation différentes (figure 1) et dont le tiers de la superficie est interdit au prélèvement. Le gouvernement australien, par l'intermédiaire de l'autorité du GBRMP, est responsable de la gestion du parc, qui se fait en collaboration avec d'autres agences fédérales et du Queensland, les propriétaires traditionnels aborigènes et plusieurs autres parties prenantes.

Bien que le GBRMP ait été créé à l'origine pour protéger le site de l'exploration minière, ses récifs coralliens sont

Leçon clé

Dans les réseaux de barrières de corail, la localisation des aires protégées et la gestion des activités dans les zones tampons peuvent favoriser la connectivité des étapes relais, ce qui permet de maintenir les dispersions larvaires, les migrations des habitats côtiers vers les habitats hauturiers et les déplacements des organismes benthiques et pélagiques adultes.

aujourd'hui principalement menacés par le blanchissement fréquent des coraux, les cyclones et les infestations de couronnes d'épines. Dans de vastes zones, en particulier les récifs côtiers et du nord, une grande partie de la couverture corallienne vivante a disparu ces dernières années. Parmi les menaces secondaires, citons la mauvaise qualité de l'eau, la pêche non durable, le dragage et le développement côtier. Malgré ces menaces, la Grande barrière est en bon état par rapport à de nombreux autres systèmes récifaux dans le monde.

Approche

La conservation de l'habitat corallien de la Grande barrière nécessite la protection de trois catégories de connectivité. La première, et la plus importante, est la connectivité larvaire : la plupart des organismes présents sur les récifs ont une phase de dispersion larvaire pélagique obligatoire, ce qui rend la connectivité une nécessité démographique permanente. Les courants océaniques créent des modèles de connectivité larvaire spatio-temporels complexes qui déterminent la dynamique des populations de la Grande barrière. Ces modèles de connectivité ressemblent à ceux des corridors écologiques terrestres, mais les organismes en dispersion ne sont pas exposés à des menaces pendant la dispersion, de sorte que ces corridors écologiques marins n'ont pas besoin d'être protégés. En fait, on parvient à renforcer la conservation grâce à des réseaux de réserves marines qui échangent de grandes quantités de larves, et à améliorer les résultats de la pêche en reliant les zones sans prélèvement aux zones de pêche. La deuxième catégorie de connectivité concerne la migration ontogénétique, où les espèces passent généralement leurs premiers stades de vie dans des habitats estuariens ou côtiers, avant de migrer vers le large à l'âge adulte (voir exemple à la figure 2). La troisième concerne les petits déplacements d'animaux adultes à la recherche d'aires d'alimentation ou de reproduction. La plupart des espèces de récifs coralliens sont associées au milieu benthique, et leurs déplacements se font donc à l'échelle des récifs. Par ailleurs, les espèces pélagiques à l'âge adulte peuvent se déplacer sur de longues distances entre les récifs.

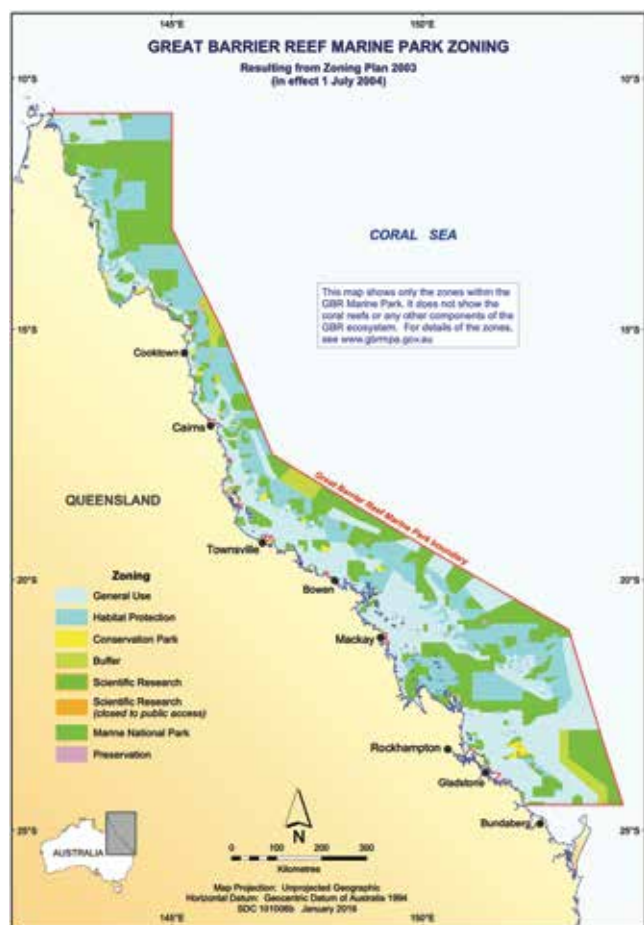


Figure 1. Zonage actuel du Great Barrier Reef Marine Park (à la suite du plan de zonage de 2003, en vigueur depuis le 1er juillet 2004). Carte fournie par le Spatial Data Centre, Great Barrier Reef Marine Park Authority, © Commonwealth d'Australie (GBRMPA).

La Grande barrière a fait l'objet d'un rezonage et d'un élargissement substantiel en 2003, fondés sur des principes de planification systématique. Onze principes directeurs biophysiques (PDB) (GBRMPA, 2002) ont été établis pour assurer la protection de portions représentatives de chacune des 70 biorégions de la Grande barrière (30 habitats récifaux et 40 non récifaux) (Fernandes et al., 2005). Le maintien de la connectivité figurait également parmi les objectifs déclarés du parc marin – à la fois la dimension totale des réserves marines sans prélèvement et leur emplacement individuel ont été pris en compte. En guise d'objectif global, le PDB 9 préconise de désigner des zones sans prélèvement afin de préserver la connectivité à travers la Grande barrière. Cependant, étant donné le peu de données disponibles sur la connectivité au moment du rezonage, plusieurs des PDB ont été conçus de manière à prioriser des indicateurs approximatifs pour chaque forme de connectivité. Les PDB 1 et 2 visaient à protéger la connectivité des larves, en particulier l'auto-recrutement. Par exemple, le PDB 2 recommandait que les zones de non-prélèvement soient aussi grandes que possible, sur la base de modèles indiquant que l'auto-recrutement augmente en fonction des dimensions de la réserve. Le PDB 4 recommande que les zones sans prélèvement englobent des récifs entiers dans la mesure du possible, afin de protéger la connectivité pour les animaux adultes en quête de nourriture et en migration.

Résultats

Peu de données sur la connectivité étaient disponibles au moment du rezonage de 2003, de sorte que des variables approximatives ont été utilisées pour concevoir des réseaux de zones sans prélèvement qui assureraient l'échange de larves entre elles ainsi que la dispersion des larves vers les zones de pêche. Des études empiriques et des modélisations

biophysiques récentes montrent que cette approche a été relativement efficace, dans la mesure où elle a permis la dispersion des larves entre les zones sans prélèvement à différentes échelles, depuis l'auto-recrutement local (Harrison et al., 2012) jusqu'à des échanges bidirectionnels réguliers de plus de 250 km (Williamson et al., 2016; Bode et al., 2019).

Trois raisons peuvent expliquer pourquoi un réseau de zones sans prélèvement qui n'a pas été conçu à partir de données précises sur la connectivité a tout de même permis d'obtenir des résultats en matière de connectivité. Premièrement, le GBRMP comporte une très grande proportion de zones de non-prélèvement réelles (33 % de la superficie totale). On peut en principe s'attendre à ce que des niveaux de protection plus élevés se traduisent par des résultats supérieurs en matière de connectivité. Deuxièmement, les variables indirectes de connectivité constituent la base de plusieurs PDB, et ces variables ont probablement amélioré les résultats de la connectivité au-delà de la simple attente zéro.

La dernière raison est moins évidente. Le GBRMP est un exemple mondial de réseau planifié de manière systématique. Plusieurs PDB (en particulier les 5 et 7) visaient à créer un réseau « représentatif » comportant des zones sans prélèvement réparties entre les biorégions, les latitudes et à travers le plateau continental. Bien que la connectivité ne soit pas mentionnée dans ces objectifs, les faits suggèrent que la représentativité permet aux réseaux de zones sans prélèvement de protéger efficacement des caractéristiques de la biodiversité jusqu'alors inconnues (par exemple les récifs mésophotiques, comme dans Bridge et al., 2016). Il est tout à fait possible que les principes de représentativité soient également à la source de la protection de la connectivité dans la Grande barrière.

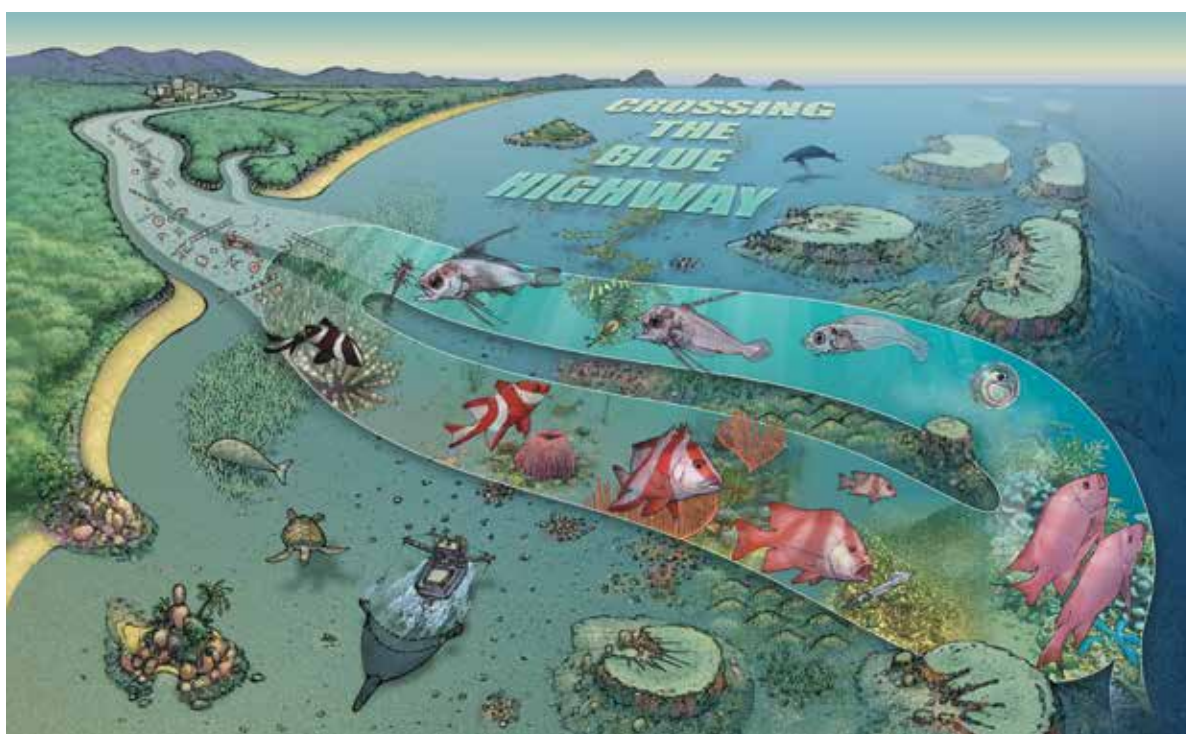


Figure 2. « Traversée de l'autoroute bleue » : Le vivaneau bourgeois (*Lutjanus sebae*) évolue à différents stades de son cycle de vie dans différents habitats de la Grande barrière de corail. © Russell Kelley/Australian Coral Reef Society, <http://www.russellkelley.info/print/the-blue-highway/>

Connectivité marine : Amérique du Nord

25. Northern Channel Islands : la connectivité au sein d'un réseau d'aires marines protégées favorise les populations et les écosystèmes

Jennifer Caselle, *Marine Science Institute, University of California Santa Barbara*

Mark Carr, *Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of California Santa Cruz*

J. Wilson White, *Coastal Oregon Marine Experiment Station, Oregon State University*

Contexte et défi

Les écosystèmes marins côtiers tempérés assurent divers services écosystémiques, notamment en soutenant la pêche récréative et commerciale, les activités écotouristiques et d'autres éléments de valeur culturelle. Les forêts de varech, qui abritent certains des écosystèmes les plus diversifiés et les plus prolifiques de la planète, constituent un écosystème marin tempéré particulièrement important. Elles sont toutefois exposées à une multitude de pressions anthropiques, notamment les pêches, les espèces envahissantes et les différents phénomènes liés aux changements climatiques mondiaux.

Approche

En 1998, un groupe de pêcheurs, de gestionnaires et d'autres citoyens du sud de la Californie, aux États-Unis, s'inquiétait de la diminution des ressources telles que les ormeaux, les homards et les sébastes dans les écosystèmes proches du rivage, notamment les forêts de varech. Ce groupe a proposé à la California Fish and Game Commission de réserver des aires à des fins de protection dans les Northern Channel Islands, un chapelet de quatre îles situées au nord-ouest de Los Angeles et séparées du continent par le détroit de Santa Barbara. En 2003, à la suite d'un processus

Leçon clé

La création d'un réseau écologique d'aires marines protégées a contribué à restaurer les espèces, à accroître la connectivité et à rendre le réseau plus résistant aux espèces envahissantes.

public de plusieurs années, le gouvernement de la Californie, en collaboration avec le Channel Islands National Park (CINP), a créé 13 aires marines protégées (AMP) dans les eaux des parcs nationaux et de l'État. En 2007, la National Oceanic and Atmospheric Administration a prolongé huit de ces AMP dans les eaux du Channel Islands National Marine Sanctuary (CINMS) (figure 1). Ainsi, les AMP embrassent à la fois les eaux gérées par l'État et celles gérées par le gouvernement fédéral. Ces AMP ont pour objectif de contribuer à la restauration de la biodiversité, de la santé des écosystèmes et des espèces halieutiques grâce à la protection de la vie marine et des habitats marins. Se prolongeant de la zone intertidale jusqu'à des profondeurs de 1 400 m, les AMP renferment un éventail d'écosystèmes, qui se distinguent par le type de fond marin (rocheux ou sablonneux) et la profondeur.

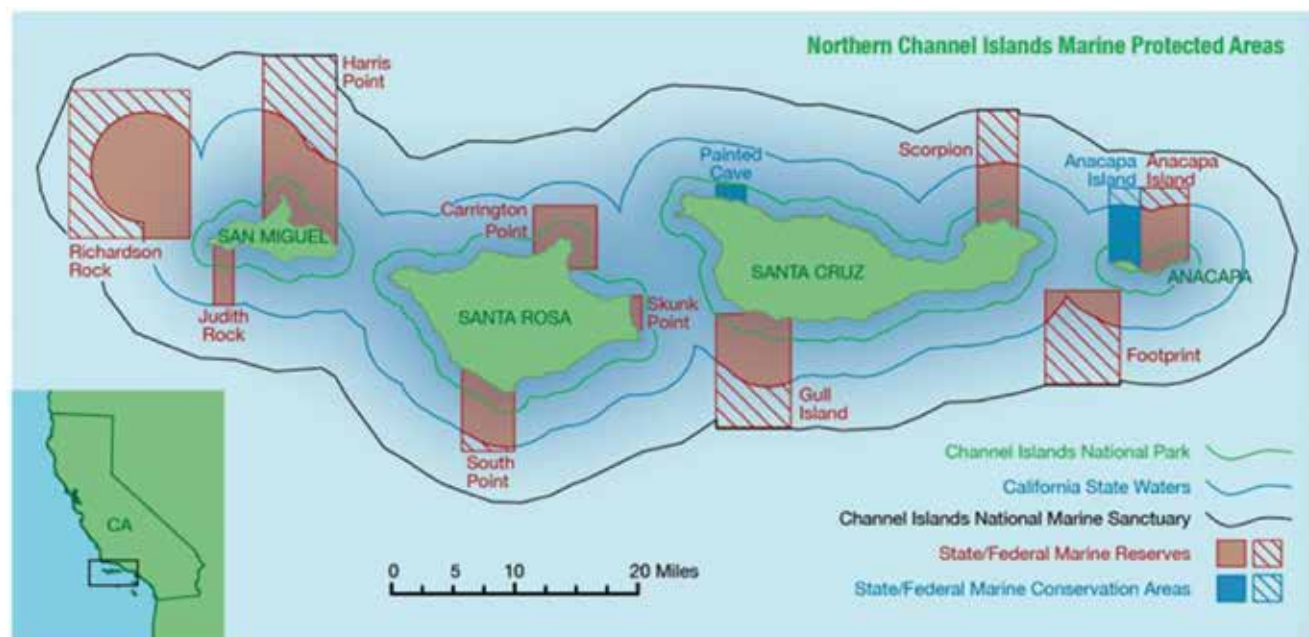


Figure 1. Carte de la répartition des aires marines protégées dans l'archipel des Northern Channel Islands, au large des côtes du sud de la Californie, aux États-Unis (voir encadré). La carte indique la répartition des compétences des institutions fédérales et de l'État ainsi que les deux types d'aires protégées (réserves marines et zones marines de conservation). © The Partnership for Interdisciplinary Studies of Coastal Oceans



Forêt de varech © Adobe Stock

À l'heure actuelle, le réseau d'AMP des Channel Islands est confronté à des chevauchements de compétences. En effet, onze agences fédérales, étatiques et locales ont une certaine autorité dans la région concernée par la planification. Bien que le CINMS et le CINP se chevauchent autour des Northern Channel Islands, aucune des deux instances ne réglemente la pêche commerciale ou récréative. Le California Department of Fish and Wildlife régit toutes les pêches dans les eaux de l'État (dans un rayon de 5,6 km du rivage), tandis que la California Fish and Game Commission (un organisme désigné) a le pouvoir de fixer tous les règlements de pêche de l'État, y compris la création d'AMP.

Exemples de corridors écologiques

Même si elles n'ont pas été conçues à l'origine comme un réseau d'AMP reliées entre elles pour la dispersion des jeunes individus (c'est-à-dire des larves de poissons et d'invertébrés), des analyses subséquentes des courants océanographiques et des schémas de dispersion des larves ont indiqué que les rejets générés dans les AMP sont très probablement dispersés vers d'autres AMP, et contribuent aussi à la reconstitution des populations et des communautés dans d'autres AMP, formant ainsi un réseau *de facto*. Pour analyser les corridors écologiques, on a principalement simulé le mouvement des larves à l'aide de modèles numériques de la circulation océanique qui représentent les courants dans la région. Par exemple, Watson et al. (2010) ont simulé le mouvement des larves de deux espèces importantes pour la pêche – le serran des algues (*Paralabrax clathratus*) et le

sébaste à varech (*Sebastes atrovirens*) – vers et depuis des sites dans tout le sud de la Californie, y compris les AMP des Channel Islands. Les simulations ont calculé la probabilité de déplacement des larves d'un endroit à un autre. Ensuite, les auteurs ont multiplié ces probabilités par des estimations de la biomasse féconde à chaque endroit pour prédire le

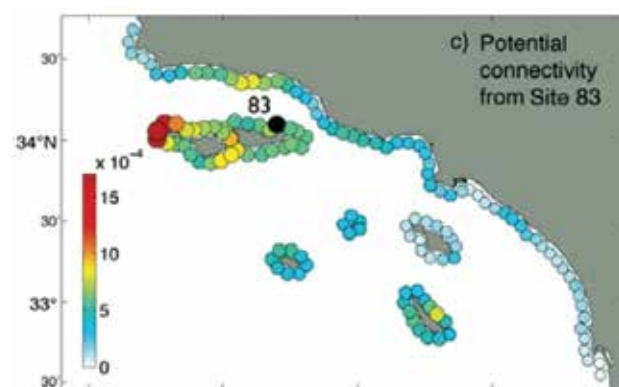


Figure 2. Prédiction de la dispersion des larves du serran des algues à l'aide d'un modèle de circulation océanique du Southern California Bight (Watson et al., 2010). Dans le modèle, chaque cercle coloré correspond à un noyau spatial (site) à partir duquel les larves modélisées pourraient se disperser et où elles pourraient se fixer. Dans cet exemple, on montre la connectivité du site 83 (qui chevauche la réserve marine de l'État Scorpion sur l'île Santa Cruz). La couleur de chaque point représente le nombre relatif de larves qui se dispersent le long du corridor océanique depuis Scorpion vers les autres sites (les valeurs numériques sont exprimées en proportion du nombre total de larves relâchées de tous les sites dans la simulation). On observe donc des liens importants avec les autres AMP des Channel Islands, ainsi qu'avec les sites qui ne sont pas des AMP.

nombre de larves se déplaçant le long de chaque corridor écologique potentiel. L'analyse a montré que les larves du serran des algues générées à l'intérieur des AMP des îles Santa Cruz et Anacapa se dispersaient vraisemblablement vers d'autres AMP du réseau et vers des zones de pêche. La même tendance a été observée pour les larves du sébaste à varech générées dans les AMP de l'île San Miguel (figure 2). Ainsi, les AMP sont reliées par des corridors écologiques, mais différents corridors sont utilisés par différentes espèces, en fonction de l'habitat. Dans le cas présent, le serran des algues préfère les eaux plus chaudes des îles de l'est, alors que le sébaste à varech préfère les eaux plus froides de l'ouest.

Résultats

Dans le réseau écologique d'AMP des Channel Islands, 21 % des eaux relevant du CINMS se trouvent dans 11 réserves

marines d'État (aucune pêche commerciale ou récréative n'y est autorisée) et deux zones de conservation (où certains types de pêche sont autorisés). Après une décennie de protection, on a pu constater, grâce à la surveillance des forêts de varechs proches du rivage dans les AMP des Channel Islands, une augmentation de la biomasse des espèces de poissons ciblées dans les AMP par rapport aux zones de pêche. S'il n'y a pas eu d'augmentation spectaculaire de la biomasse, les déclinés prononcés prévus par certains modèles comme conséquence du déplacement et de la concentration potentiels de l'effort de pêche n'ont pas eu lieu non plus. Plus récemment, il a été démontré que la protection des superprédateurs dans des aires protégées plus anciennes et entièrement protégées permettait d'éviter l'invasion d'une macroalgue non indigène.

Références des études de cas

- Ayebare, S., Plumptre, A.J., Kujirakwinja, D., and Segan, D. (2018). 'Conservation of the endemic species of the Albertine Rift under future climate change'. *Biological Conservation* 220:67–75. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.02.001>.
- Bellmore, J.R., Duda, J.J., Craig, L.S., Greene, S.L., Torgersen, C.E., Collins, M.J., and Vittum, K. (2017). 'Status and trends of dam removal research in the United States'. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water* 4:e1164. <https://doi.org/10.1002/wat2.1164>.
- Bode, M., Leis, J.M., Mason, L.B., Williamson, D.H., Harrison, H.B., Choukroun, S., and Jones, G.P. (2019). 'Successful validation of a larval dispersal model using genetic parentage data'. *PLoS Biology* 17(7):e3000380. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000380>.
- Boisjolie, B.A., Flitcroft, R.L., and Santelmann, M.V. (2019). 'Patterns of riparian policy standards in riverscapes of the Oregon Coast Range.' *Ecology and Society* 24:22. <https://doi.org/10.5751/ES-10676-240122>.
- Boisjolie, B.A., Santelmann, M.V., Flitcroft, R.L., and Duncan, S.L. (2017). 'Legal ecotones: a comparative analysis of riparian policy protection in the Oregon Coast Range, USA.' *Journal of Environmental Management* 197:206–220. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.03.075>.
- Bridge, T.C.L., Grech, A.M., and Pressey, R.L. (2016). 'Factors influencing incidental representation of previously unknown conservation features in marine protected areas'. *Conservation Biology* 30(1):154–165. <https://doi.org/10.1111/cobi.12557>.
- Butman, D. and Raymond, P.A. (2011). 'Significant efflux of carbon dioxide from streams and rivers in the United States'. *Nature Geoscience* 4:839–842. <https://doi.org/10.1038/ngeo1294>.
- Eizirik, E., Kim, J., Menotti-Raymond, M., Crawshaw Jr., P.G., O'Brien, S.J., and Johnson, W.E. (2001). Phylogeography, population history and conservation genetics of jaguars (*Panthera onca*, Mammalia, Felidae). *Molecular Ecology* 10:65–79. <https://doi.org/10.1046/j.1365-294X.2001.01144.x>.
- Fernandes, L., Day, J.O.N., Lewis, A., Slegers, S., Kerrigan, B., Breen, D.A.N., Cameron, D., Jago, B., Hall, J., Lowe, D. and Innes, J. (2005). 'Establishing representative no-take areas in the Great Barrier Reef: Large-scale implementation of theory on marine protected areas'. *Conservation Biology* 19(6):1733–1744. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00302.x>.
- GBRMPA (Great Barrier Reef Marine Park Authority) (2002). GBRMPA Technical Information Sheet No.6: 'Biophysical Operational Principles as recommended by the Scientific Steering Committee for the Representative Areas Program'. http://www.gbrmpa.gov.au/__data/assets/pdf_file/0011/6212/tech_sheet_06.pdf (Accessed: 20 February 2020).
- Gustafson, R.G., Waples, R.S., Myers, J.M., Weitkamp, L.A., Bryant, G.J., Johnson, O.W., and Hard, J.J. (2007). Pacific salmon extinctions: Quantifying lost and remaining diversity'. *Conservation Biology* 21:1009–1020. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00693.x>.
- Harrison, H.B., Williamson, D.H., Evans, R.D., Almany, G.R., and Thorrold, S.R. (2012). 'Larval export from marine reserves and the recruitment benefit for fish and fisheries'. *Current Biology* 22:1023–1028. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2012.04.008>.
- Koning, A.A., Perales, K.M., Fluet-Chouinard, E., and McIntyre, P.B. (2019). 'Success of small reserves for river fishes emerges from local, network, and cultural contexts'. In review.
- Koning, A.A. (2018). 'Riverine reserves: The conservation benefits of spatial protection for rivers in the context of environmental change' (doctoral dissertation). Madison: University of Wisconsin–Madison. Retrieved from University of Wisconsin Digital Collections. OCLC# on1041855468.
- Leemhuis, C., Thonfeld, F., Näschen, K., Steinbach, S., Muro, J., Strauch, A., López, A., Daconto, G., Games, I. and Diekkrüger, B. (2017). 'Sustainability in the food-water-ecosystem nexus: The role of land use and land cover change for water resources and ecosystems in the Kilombero Wetland, Tanzania'. *Sustainability* 9(9):1513. <https://doi.org/10.3390/su9091513>.
- Manzano, P. and Malo, J.E. (2006). Extreme long-distance seed dispersal via sheep. *Frontiers in Ecology and the Environment* 4:244–248. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2006\)004\[0244:ELS DVS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2006)004[0244:ELS DVS]2.0.CO;2).
- Mohl, A., Egger, G., Schneider-Jacoby, M. (2009). 'Fließende Grenzen – Grenzflüsse im Spannungsfeld zwischen Schutz und Nutzung.' ('Flowing boundaries – Tensions between conservation and use of border rivers'.) *Natur und Landschaft* 84(9/10):431–435.
- Penaluna, B.E., Olson, D.H., Flitcroft, R.L., Weber, M.A., Bellmore, J.R., Wondzell, S.M., Dunham, J.B., Johnson, S.L., and Reeves, G.H. (2017). 'Aquatic biodiversity in forests: A weak link in ecosystem services resilience'. *Biodiversity and Conservation* 26:3125–3155. <https://doi.org/10.1007/s10531-016-1148-0>.

- Pess, G.R., McHenry, M.L., Beechie, T.J., and Davies, J. (2008). 'Biological impacts of the Elwha River dams and potential salmonid responses to dam removal'. *Northwest Science* 82:72–91.
- Petracca, L., Frair, J., Cohen, J., Calderón, A.P., Carazo-Salazar, J., Castañeda, F., Corrales-Gutiérrez, D., Foster, R., Harmsen, B., Hernández-Potosme, S., Herrera, L., Olmos, M., Pereira, S., Robinson, H., Robinson, N., Salom-Pérez, R., Urbina, Y., Zeller, K.A., and Quigley, H. (2017). 'Robust inference on large-scale species habitat use using interview data: The status of jaguars outside protected areas in Central America'. *Journal of Applied Ecology* 55:723–734. <https://doi.org/10.5061/dryad.jk6rf>.
- Pinsky, M.L., Springmeyer, D.B., Goslin, M.N. and Augerot, X. (2009). Range-wide selection of catchments for Pacific salmon conservation. *Conservation Biology* 23:680–691. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.01156.x>.
- Plumptre, A.J., Ayebare, S., Segan, D., Watson, J. and Kujirakwinja, D. (2017) *Conservation Action Plan for the Albertine Rift*. Wildlife Conservation Society Report to Governments of Uganda, Rwanda, Burundi, Tanzania and Democratic Republic of Congo. https://www.researchgate.net/publication/322722311_Conservation_Action_Plan_for_the_Albertine_Rift (Accessed: 20 February 2020).
- Plumptre, A.J., Davenport, T.R.B., Behangana, M., Kityo, R., Eilu, G., Ssegawa, P., Ewango, C., Meirte, D., Kahindo, C., Herremans, M., Kerbis Peterhans, J., Pilgrim, J., Wilson, M., Languy, M. and Moyer, D. (2007). 'The biodiversity of the Albertine Rift'. *Biological Conservation* 134:178–194. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.08.021>.
- Proctor, M.F., Kasworm, W.F., Annis, K.M., MacHutchon, A.G., Teisberg, J.E., Radandt, T.G., and Servheen, C. (2018). 'Conservation of threatened Canada–USA trans-border grizzly bears linked to comprehensive conflict reduction'. *Human Wildlife Interactions* 12:248–272. <https://doi.org/10.26077/yjy6-0m57>.
- Rabinowitz, A. and Zeller, K.A. (2010). 'A range-wide model of landscape connectivity and conservation for the jaguar, *Panthera onca*'. *Biological Conservation* 143:939–945. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.01.002>.
- Ritchie A.C., Warrick, J.A., East, A.E., Magirl, C.S., Stevens, A.W., Bountry, J.A., Randle, T.J., Curran, C.A., Hilldale, R.C., Duda, J.J., Gelfenbaum, G.R., Miller, I.M., Pess, G.R., Foley, M.M., McCoy, R., and Ogston, A.S. (2018). 'Morphodynamic evolution following sediment release from the world's largest dam removal'. *Nature Scientific Reports* 8:13279. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-30817-8>.
- Sanderson, E.W., Redford, K.H., Chetkiewicz, C.B., Medellin, R.A., Rabinowitz, A.R., Robinson, J.G., and Taber, A.B. (2002). 'Planning to save a species: The Jaguar as a model'. *Conservation Biology* 16:58–71.
- Sawyer, H., Hayes, M., Rudd, B., and Kauffman, M. (2014). *The Red Desert to Hoback Mule Deer Migration – A Migration Assessment*. Laramie: University of Wyoming. <https://migrationinitiative.org/content/red-desert-hoback-migration-assessment> (Accessed: 20 February 2020).
- Schneider-Jacoby, M., Mohl, A. (2012). 'Mura-Drava-Danube: Five countries – three rivers – one biosphere reserve'. *Danube News* 25:5–8.
- UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) (2017). Transboundary Biosphere Reserves (TBRs). <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/biosphere-reserves/regional-and-subregional-collaboration/transboundary-biosphere-reserves-tbr/> (Accessed: 20 February 2020).
- Watson, J.R., Mitarai, S., Siegel, D.A., Caselle, J.E., Dong, C., and McWilliams, J.C. (2010). 'Realized and potential larval connectivity in the Southern California Bight'. *Marine Ecology Progress Series* 401:31–48. <https://doi.org/10.3354/meps08376>.
- Williamson, D.H., Harrison, H.B., Almany, G.R., Berumen, M.L., Bode, M., Bonin, M.C. Choukroun, S., Doherty, P.J., Frisch, A.J., Saenz-Agudelo, P., and Jones, G.P. (2016). 'Large-scale, multidirectional larval connectivity among coral reef fish populations in the Great Barrier Reef Marine Park'. *Molecular Ecology* 25(24):6039–6054. <https://doi.org/10.1111/mec.13908>.
- WWF (World Wildlife Fund) Austria (2014). 'Saving the Amazon of Europe. Mura-Drava-Danube: Rivers at the crossroad between protection and destruction'. Vienna: WWF Austria. [Leaflet].
- WWF (World Wildlife Fund) (2013). 2013 IRF European Riverprize Application, Mura – Drava – Danube (Austria, Croatia, Hungary, Serbia, Slovenia). Vienna: WWF on behalf of the five countries.
- Zeller, K.A., Nijhawan, S., Hines, J., Salom-Perez, R., and Hernandez, S. (2011). 'Integrating site occupancy modeling and interview data for identifying jaguar (*Panthera onca*) corridors: A case study from Nicaragua'. *Biological Conservation* 144:892–901. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.12.003>.
- Zeller, K.A., Rabinowitz, A., Salom-Perez, R., and Quigley, H. (2013). 'The Jaguar Corridor Initiative: A range-wide conservation strategy'. In: M. Ruiz-Garcia and J.M. Shostell (eds.), *Molecular Population Genetics, Evolutionary Biology and Biological Conservation of Neotropical Carnivores*. Hauppauge, NY: Nova Science Publishers. 629–658.



Jodi Hilty Ph. D., est présidente et scientifique en chef de la Yellowstone to Yukon Conservation Initiative. Écologiste et environnementaliste spécialisée dans les corridors fauniques, Jodi compte plus de 20 ans d'expérience dans la gestion de programmes de conservation à grande échelle. Elle prend plaisir à apporter des solutions scientifiques à des problèmes de conservation complexes et s'efforce de faire progresser les efforts communautaires et collaboratifs. Elle a été corédactrice ou auteure principale de quatre ouvrages récents, dont *Corridor Ecology : Linking Landscapes for Biodiversity Conservation and Climate Adaption* (2019). Avant de rejoindre Y2Y, elle a été directrice générale du North America Program pour la Wildlife Conservation Society. Jodi siège actuellement au conseil d'administration de la bourse postdoctorale Smith et est vice-présidente du Groupe de spécialistes de la conservation de la connectivité de la CMAP de l'UICN. Elle est née et a grandi dans les montagnes Rocheuses et adore explorer la région avec sa famille.



Graeme L. Worboys Ph. D. AM, est professeur associé (honoraire) à la Fenner School of Environment and Society de l'Université nationale australienne, à Canberra, en Australie. Il est l'éditeur principal de l'ouvrage *Gouvernance et gestion des aires protégées*, un recueil publié en 2015 par la CMAP de l'UICN, qui a été très bien accueilli et qui avait été téléchargé 100 000 fois dans 87 pays en mars 2020. Il est également l'éditeur principal de *Connectivity Conservation Management, A Global Guide* publié par Earthscan en 2010. Graeme est lauréat du prix Fred M. Packard de la CMAP de l'UICN (2016) pour ses *services exceptionnels en faveur de la promotion des aires protégées et de leurs retombées pour la société*. Il a été nommé membre de l'Ordre d'Australie en janvier 2020 pour sa *contribution remarquable à la conservation et à la communauté*.



Annika Keeley Ph. D., Annika Keeley est une écologiste de la faune avec une expertise dans la science de la connectivité écologique. Elle a publié plusieurs articles scientifiques sur les corridors écologiques, la science des écosystèmes et le comportement des animaux. En tant que chercheur postdoctorale à l'Université de Californie, à Berkeley, elle a méthodiquement étudié la littérature sur l'intersection de la science de la connectivité et des changements climatiques, et s'est penchée sur les défis et les possibilités de la mise en œuvre de la connectivité en Californie et ailleurs dans le monde. Elle est actuellement scientifique au sein du Delta Stewardship Council en Californie, où elle fait la promotion de la gestion adaptative fondée sur la science et synthétise des informations scientifiques, notamment sur la connectivité des estuaires, et les diffuse aux responsables politiques et aux décideurs.



Stephen Woodley Ph. D., a travaillé dans le domaine de la conservation de l'environnement en tant que biologiste de terrain, chercheur, consultant et directeur d'un centre de recherche universitaire, et il a été le premier scientifique en chef de Parcs Canada. En 2011, Stephen a commencé à travailler comme conseiller principal du Programme mondial des aires protégées de l'UICN et poursuit ce travail en tant que vice-président pour la science et la biodiversité de la Commission mondiale des aires protégées de l'UICN. Son travail vise à appréhender le rôle des aires protégées en tant que solutions aux défis mondiaux actuels en matière de conservation.



Barbara Lausche J.D., est une conseillère en droit et en politique de l'environnement international qui possède plus de 30 ans d'expérience en droit et en politique de la conservation, à l'échelle nationale et internationale. En 2010, elle est directrice du Marine Policy Institute (MPI) au Mote Marine Laboratory, en Floride. En tant que membre active de la CMAP et de Commission mondiale du droit de l'environnement, elle a commencé à travailler sur le projet très tôt au sein de l'équipe de Graeme Worboys, en se concentrant sur la gouvernance, le droit, les politiques et la question des milieux marins. Parmi ses publications pertinentes pour le présent projet, figurent les *Lignes directrices pour la législation des aires protégées* (UICN, 2011) et *The Legal Aspects of Connectivity Conservation, A Concept Paper* (coautrice, 2013). En 2019, elle a été nommée présidente du Groupe de travail sur la connectivité marine du CCSG-CMAP de l'UICN, qui regroupe quelque 80 professionnels des milieux marins du monde entier. Elle a déjà occupé des postes de direction à la Banque mondiale, au Fonds mondial pour la nature (États-Unis) et dans de nombreux cabinets-conseils en rédaction de textes législatifs dans les pays en développement.



Harvey Locke J.D., est un écologiste, écrivain et photographe réputé dans le monde entier pour son expertise dans le domaine de la conservation des parcs, des espaces sauvages et des grands paysages. Il est établi dans le parc national Banff, au Canada. Il est le cofondateur de la Yellowstone to Yukon Conservation Initiative et du mouvement mondial Nature Needs Half. Il préside le Groupe de travail sur les objectifs d'Aichi de la Commission mondiale des aires protégées de l'UICN. Il a également été président du Wildlands Project, le premier effort de promotion de la connectivité à l'échelle continentale, et collabore à la question de la connectivité depuis que la CMAP de l'UICN a commencé à se pencher sur la question dans les années 1990.



Mark Carr Ph. D. est professeur d'écologie marine au département d'écologie et de biologie évolutionniste de l'université de Californie, Santa Cruz (UCSC). Dans son laboratoire, il étudie l'écologie fondamentale et appliquée des espèces et des écosystèmes marins côtiers. Ses recherches permettent d'éclairer la gestion et la conservation des ressources halieutiques marines, notamment la gestion écosystémique, la conception et l'évaluation des aires marines protégées et les changements climatiques. M. Carr a été coprésident de l'équipe consultative scientifique concernant la loi californienne sur la protection de la vie marine pour le réseau d'AMP de l'État. Il mène des études sur les retombées liées à la conservation du réseau. Il a été conseiller scientifique au sein du Marine Protected Area Federal Advisory Committee des États-Unis et est membre et ancien coprésident de la Science Advisory Team du California's Ocean Protection Council. Il est membre fondateur du corps enseignant du programme d'études supérieures en sciences et politiques côtières de l'UCSC.



Ian Pulsford M. Sc., est l'un des directeurs fondateurs de Great Eastern Ranges Ltd. Ian possède plus de 37 ans d'expérience dans la conservation du patrimoine naturel et culturel, notamment dans l'évaluation, la sélection, la conception et la gestion des aires protégées. En 2006, avec Graeme Worboys, il a proposé au gouvernement de la Nouvelle-Galles du Sud la création du corridor de connectivité des Great Eastern Ranges, le premier corridor de conservation à l'échelle continentale en Australie. Il a été le directeur fondateur de l'initiative du corridor de 2007 à 2010. Il est membre du groupe de spécialistes de la conservation de la connectivité de la CMAP de l'UICN et a siégé à divers comités consultatifs gouvernementaux, dont un groupe d'experts scientifiques chargé de conseiller le gouvernement australien sur le projet de plan national de corridors fauniques. Ian a été co-éditeur ou co-auteur principal de deux ouvrages : *Linking Australia's Landscapes* (2013) et *Gouvernance et Gestions des aires protégées* (2015).



James Pittock Ph. D., est professeur à la Fenner School of Environment and Society de l'Université nationale australienne. Jamie a travaillé pour des organisations environnementales en Australie et à l'étranger de 1989 à 2007, notamment en tant que directeur du programme mondial pour l'eau douce du WWF de 2001 à 2007. Ses recherches depuis 2007 ont porté sur le renforcement de la gouvernance des questions interreliées que sont la gestion de l'eau, l'énergie et l'approvisionnement alimentaire, la réponse aux changements climatiques et la conservation de la diversité biologique. Jamie dirige des programmes de recherche sur l'irrigation en Afrique, l'hydroélectricité et la production alimentaire dans la région du Mékong, et la gestion durable de l'eau dans le bassin Murray-Darling. Il est membre du Wentworth Group of Concerned Scientists et est conseiller scientifique auprès de TNC et du WWF en Australie. Il enseigne des cours sur l'environnement et la société ainsi que sur l'adaptation aux changements climatiques.



J. Wilson White Ph. D., est professeur assistant d'océanographie des pêches côtières à la Coastal Oregon Marine Experiment Station de l'Université d'État de l'Oregon. Ses recherches associent des modèles statistiques et dynamiques à des ensembles de données empiriques dans le but de détecter des tendances subtiles dans des données bruitées. Ses sujets de recherche couvrent la dispersion pélagique des larves marines, la planification et la gestion adaptative des aires marines protégées, l'écologie comportementale et la dynamique des populations. Il a déjà témoigné en tant qu'expert dans divers cas devant la Cour suprême des États-Unis et a apporté son expertise dans les processus de gestion des pêches et de planification des réserves dans plusieurs États américains et au Canada. Will est le coauteur de plus de 80 articles scientifiques évalués par des pairs et du livre *Population Dynamics for Conservation*, et il est co-rédacteur en chef du *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. Il est titulaire d'un doctorat en écologie, évolution et biologie marine de l'Université de Californie, Santa Barbara.



David Theobald Ph. D., dirige l'initiative EXP à Conservation Planning Technologies. Il a travaillé pendant près de 30 ans comme écologiste du paysage et géographe en évaluant les modèles et les tendances de l'utilisation des terres qui émergent des systèmes socioécologiques fonctionnant à partir de l'échelle globale à l'échelle locale. Dave met à profit son expérience et son expertise pour orienter la modélisation de la connectivité et de la perméabilité, la planification de la conservation et les propositions de modifications aux politiques en matière de durabilité des ressources naturelles et d'évaluation de la vulnérabilité des paysages. Il fait appel à des représentations de la dynamique des paysages pour convaincre les décideurs politiques, les gestionnaires des terres et le grand public à conserver les terres et les eaux. En misant sur les collaborations, la création d'outils et la promotion de la science des réseaux dans un contexte géographique, Dave conçoit un monde de paysages perméables et renouvelables.



Jessica Levine M. Sc., M.U., est responsable de la stratégie de conservation des terres et des eaux pour Nature United, la branche canadienne de The Nature Conservancy, et coordinatrice de l'initiative Staying Connected, un partenariat binational public-privé qui vise à assurer la connectivité des paysages dans la région des Appalaches nordiques et de l'Acadie, aux États-Unis et au Canada. Elle fait partie du comité directeur du Network for Landscape Conservation et du Groupe de travail sur la connectivité de l'initiative En route vers l'objectif 1 du Canada. Avant de se joindre à Nature United, Jessica a dirigé des partenariats environnementaux locaux et internationaux en Amérique du Nord, coordonné la recherche sur la biodiversité dans des universités québécoises, supervisé des programmes d'éducation environnementale pour les jeunes en Californie et dirigé des programmes de bénévolat en Amérique latine. Jessica est titulaire d'un baccalauréat en biologie humaine de l'université de Stanford ainsi que d'une maîtrise en énergie et ressources et d'une maîtrise en urbanisme spécialisée en aménagement urbain et régional, toutes deux de l'Université de Berkeley.



Melly Reuling M.Sc., se consacre depuis plus de trois décennies à relier les principaux paysages de conservation sur différents continents. Écologiste de la faune, Melly a fait ses débuts en travaillant sur la conservation des éléphants en Afrique de l'Est, où elle a étudié les corridors reliant les aires protégées emblématiques du nord de la Tanzanie. Après plus de 25 ans passés en Tanzanie, elle s'est installée à Bozeman, dans le Montana, aux États-Unis, et est aujourd'hui vice-présidente des programmes au Center for Large Landscape Conservation. Melly a travaillé dans différents domaines de la conservation - gouvernemental, non gouvernemental, sensibilisation à la nature et tourisme - et elle est fermement convaincue que la clé pour relier les paysages consiste à relier efficacement les différents types de personnes et de communautés.



James Watson Ph. D., est professeur de sciences de la conservation et directeur du Biodiversity and Conservation Science Centre à l'Université du Queensland. Il dirige le groupe de recherche Green Fire Science, qui fait de la recherche appliquée en lien direct avec la pratique de la conservation, et est aussi le directeur de la Science and Research Initiative de la Wildlife Conservation Society. Il compte à son actif plus de 200 articles évalués par des pairs sur des questions liées à la conservation, allant de l'évaluation des effets des changements climatiques sur les espèces à la cartographie de l'efficacité des aires protégées par rapport aux résultats de la conservation de la biodiversité à l'échelle mondiale. Passionné d'ornithologie, il encadre plusieurs de ses étudiants dans leurs travaux de conservation de certains des oiseaux les plus rares d'Australie, dont la mystérieuse perruche nocturne.



Rob Ament M.Sc., est conservateur principal au Center for Large Landscape Conservation et directeur du programme d'écologie routière au Western Transportation Institute de l'Université d'État du Montana. Il est également coprésident du groupe de travail sur les transports du CCSG. Rob cumule plus de 30 ans d'expérience en écologie végétale, en gestion des ressources naturelles, en politique environnementale et en développement organisationnel. C'est en 1993 qu'il a participé à son premier projet d'identification et de protection des corridors fauniques régionaux dans les montagnes Rocheuses du nord des États-Unis. Il est membre fondateur du conseil d'administration de la Yellowstone to Yukon Conservation Initiative et ancien membre du conseil d'administration du Wildlands Network. Depuis trois décennies, il mène des efforts en faveur de l'élaboration de nouvelles lois, stratégies et politiques pour prévenir et atténuer les impacts du transport linéaire sur la biodiversité en Amérique du Nord, et de plus en plus, à travers le monde.



Gary M. Tabor MES VMD, est président du groupe de spécialistes de la conservation de la connectivité de la CMAP de l'UICN. Écologiste et vétérinaire spécialiste de la faune sauvage, Gary est président du Center for Large Landscape Conservation, qui soutient l'avancement de la science, des politiques et des pratiques en matière de conservation de la connectivité. Depuis plus de 35 ans, Gary se consacre à la conservation des grands paysages à l'échelle internationale, notamment en assumant un rôle de chef de file au sein de la communauté philanthropique américaine pour les fondations Dodge et Kendall, et en tant que directeur du programme Yellowstone to Yukon au sein de la fondation Wilburforce. Sa feuille de route remarquable dans le domaine de la conservation est bien remplie : il a contribué à l'établissement du parc national Kibale, en Ouganda; a travaillé à la conception du fonds de conservation du gorille de montagne des parcs Mgahinga/Bwindi de la Banque mondiale; a cofondé la Yellowstone to Yukon Conservation Initiative; a été un pionnier dans le domaine de la médecine de conservation/éco-santé; et a cofondé la campagne des corridors fauniques Freedom to Roam wildlife de l'entreprise Patagonia. Gary est lauréat d'une bourse Fulbright Australie dans le domaine des changements climatiques.



UNION INTERNATIONALE POUR LA
CONSERVATION DE LA NATURE
SIÈGE MONDIAL
Rue Mauverney 28
1196 Gland
Suisse
Tél. : +41 22 999 0000
Télec. : +41 22 999 0002
www.iucn.org/fr

