

**aires protégées
aider les gens à faire face
au changement climatique**



**SOLUTIONS
NATURELLES**

Préface de Lord Nicholas Stern

Arguments pour la protection

En 2000, le Fonds mondial pour la nature (WWF) et la Commission mondiale des aires protégées de l'UICN, Union internationale pour la conservation de la nature (UICN-CMAP) ont organisé une conférence à Bangkok qui a permis de convenir de l'urgence de relever et de quantifier le vaste éventail d'avantages sociaux et environnementaux qu'offrent les aires protégées. Le WWF a mis sur pied le projet **Arguments for Protection (Arguments pour la Protection)** afin de donner suite à cette urgence en visant les objectifs suivants :

- Relever et, dans la mesure du possible, quantifier le vaste éventail d'avantages qu'offrent les aires protégées.
- Accroître le soutien à la protection.
- Établir de nouveaux partenariats interdisciplinaires.
- Trouver des mécanismes de financement novateurs.
- Étendre et renforcer les stratégies de gestion des aires protégées.

Depuis 2003, le projet a donné lieu à la plus importante source d'information mondiale sur l'ensemble des valeurs que comptent les aires protégées. Il a suscité jusqu'à présent la publication de six rapports (voir, en anglais seulement, <www.panda.org/protection/arguments>) ainsi qu'un nouvel outil facile à utiliser, le **Protected Area Benefit Assessment Tool (PA-BAT, outil d'évaluation des avantages d'une aire protégée)**, qui est maintenant appliqué après avoir fait l'objet d'essais sur le terrain.

Les rapports publiés sont les suivants :

- **Running Pure:** The importance of forest protected areas to drinking water
- **Food Stores:** Using protected areas to secure crop genetic diversity
- **Beyond Belief:** Linking faiths and protected areas to support biodiversity conservation
- **Safety Net:** Protected areas and poverty reduction
- **Natural Security:** Protected areas and hazard mitigation
- **Vital Sites:** The contribution of protected areas to human health

Un certain nombre de partenaires ont collaboré au projet, dont la Banque mondiale, la Stratégie internationale pour la prévention des catastrophes des Nations Unies, l'Organisation mondiale de la santé, l'University of Birmingham, l'Alliance of Religions and Conservation ainsi que plusieurs organismes qui se consacrent aux aires protégées. Ce nouveau rapport publié dans le cadre de la série illustre la poursuite de la relation avec la Banque mondiale et il est le fruit d'une collaboration avec le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) et plusieurs membres de la PACT 2020 : Protected Areas and Climate Turnaround Alliance.

PACT 2020 : Protected Areas and Climate Turnaround

Au cours de la réunion qu'il a tenue du 8 au 10 mars 2008, le Conseil de l'UICN a convenu que les changements climatiques constituaient la plus grande menace à la biodiversité et que le système mondial d'aires protégées offrait l'une des solutions les plus efficaces qui soient dans ce contexte. Cette réunion a été à l'origine du programme **PACT 2020 : Protected Areas and Climate Turnaround**; son lancement officiel a eu lieu lors du Congrès mondial de la conservation de l'UICN en 2008 et il bénéficie du soutien du Fonds pour l'innovation de l'UICN.

Le programme PACT 2020 donne lieu à un partenariat dirigé par la CMAP-UICN avec la participation du Secrétariat et des membres de l'UICN, et d'organismes internationaux, lesquels comprennent The Nature Conservancy, WWF International, la Wildlife Conservation Society, Conservation International, la Wild Foundation, Fauna and Flora International, la Climate, Community and Biodiversity Alliance, la Banque mondiale, le PNUD et le Centre mondial de surveillance continue de la conservation de la nature du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE-WCMC).

Le programme PACT 2020 vise à s'assurer que les aires protégées et leurs réseaux soient reconnus pour leur contribution importante aux stratégies d'adaptation aux

changements climatiques et d'atténuation de leurs effets aux fins de la biodiversité et des moyens de subsistance humains. Il donne lieu aux activités suivantes :

- Une analyse de la situation en vue de rassembler des éléments de preuve et d'établir un plan d'action pour les aires protégées afin de faire partie intégrante des mesures d'adaptation aux changements climatiques et à d'atténuation de leurs effets est envisagée.
- Des directives et des propositions de projet sont en voie d'élaboration pour les programmes régionaux de mise en œuvre.
- Les principales parties intéressées ont accepté un plan d'action cautionné par l'UICN.
- Des mesures d'intervention concernant les aires protégées et les changements climatiques sont élaborées et appliquées aux niveaux national et mondial.
- Un réseau de communication et d'apprentissage est constitué et en fonction.

La présente publication constitue l'un des premiers fruits de cette collaboration et représentera un apport important au Sommet mondial sur les aires protégées et les changements climatiques cadrant avec le PACT 2020 qui se tiendra en novembre 2009 à Granada, en Espagne, et qui sera organisé par la Junta de Andalucía.

Aires protégées aident les gens à faire
face aux changements climatiques

Solutions naturelles



Nigel Dudley, Sue Stolton,
Alexander Belokurov, Linda Krueger,
Nik Lopoukhine, Kathy MacKinnon,
Trevor Sandwith et Nik Sekhran

Un rapport financé et commandé par
l'UICN-CMAP, TNC, le PNUD, WCS,
la Banque mondiale et le WWF.

Copyright : © WWF, 2009

ISBN : 978-2-88085-308-2

Publié par l'UICN-CMAP, TNC, le PNUD, WCS, la Banque mondiale et le WWF.

Les traductions en espagnol et en français de ce document ont été généreusement financées par GiZ et Parcs Canada, respectivement.



Références suggérées : Dudley, N., S. Stolton, A. Belokurov, L. Krueger, N. Lopoukhine, K. MacKinnon, T. Sandwith et N. Sekhran [éditeurs] (2010); *Solutions Naturelles : Les aires protégées aident les gens à faire face aux changements climatiques*, l'UICN-CMAP, TNC, le PNUD, WCS, la Banque mondiale et le WWF, Gland (Suisse), Washington (D.C.) et New York (États-Unis).

La reproduction de cette publication à des fins éducatives ou non commerciales est autorisée sans la permission préalable du détenteur des droits d'auteur à condition que la source soit intégralement citée, mais sa reproduction à toutes fins commerciales est interdite sans l'accord préalable dudit détenteur.

Les noms d'entités géographiques et la présentation de la matière ne reflètent en aucun cas l'opinion des organismes participants quant au statut juridique de quelque pays, territoire ou région que ce soit, ou de ses autorités, ou en ce qui concerne le tracé de ses frontières ou de ses limites.

Les auteurs de ce rapport sont responsables de son contenu, et les opinions qu'ils y expriment sont les leurs et ne représentent pas nécessairement celles de l'UICN-CMAP, de TNC, du PNUD, de WCS, de la Banque mondiale et du WWF.

Conception : millerdesign.co.uk, Royaume-Uni.

Préface

Les interventions à l'égard des changements climatiques doivent maintenant viser à réduire suffisamment les émissions de gaz à effet de serre (GES) pour éviter leurs incidences effrénées (« éviter l'ingérable »), et intervenir face à celles qui se sont déjà produites (« gérer l'inévitable »).

La gestion des écosystèmes naturels, à titre de puits de carbone et de ressources nécessaires à l'adaptation, est de plus en plus considérée comme une stratégie indispensable, efficace et relativement peu coûteuse. Le rapport Stern sur les incidences économiques des changements climatiques recommande que les gouvernements élaborent des politiques relatives aux biens publics qui sont sensibles au climat, y compris la protection des ressources naturelles et du littoral et la préparation aux situations d'urgence.

Le réseau mondial d'aires protégées permet déjà d'atténuer les changements climatiques et de s'y adapter, étant donné que ces aires stockent 15 % du carbone terrestre et fournissent des services écosystémiques qui permettent de réduire les catastrophes naturelles, d'assurer l'approvisionnement en eau et en nourriture et de contribuer ainsi à la santé publique, et de permettre aux collectivités de s'adapter à ces changements. Bon nombre d'écosystèmes naturels et gérés peuvent contribuer à réduire les incidences des changements climatiques, mais les aires protégées offrent plus d'avantages que d'autres méthodes de gestion des écosystèmes naturels sur les plans de la transparence juridique et administrative, des capacités et de l'efficacité. Dans bien des cas, la protection constitue le seul moyen de conserver le carbone en milieu fermé et de veiller à un fonctionnement normal des services écosystémiques.

La situation serait même pire si les réseaux mondiaux d'aires protégées ne faisaient pas l'objet d'investissements. Mais un accroissement de ces investissements grâce à des partenariats entre les gouvernements, les collectivités, les peuples autochtones, les organisations non gouvernementales (ONG) et le secteur privé protégerait davantage ces services essentiels. Des faits montrent que les aires protégées continuent d'être utiles, et ce, même depuis l'achèvement du présent rapport, car une nouvelle étude de la Banque mondiale révèle que les aires protégées en milieu tropical, particulièrement celles conservées par les peuples autochtones, perdent moins de forêts que les aires soumises à d'autres systèmes de gestion*.

Mais on ne tient pas compte ou on ignore généralement les avantages communs que procurent le climat, la biodiversité et la société. Le présent rapport expose clairement, et pour la première fois, à quel point les aires protégées contribuent à diminuer les effets des changements climatiques et ce qu'il faudrait faire pour qu'elles y contribuent encore plus. Au moment où nous nous engageons dans des négociations sans précédent au sujet du climat et de la biodiversité, il est impératif que les décideurs comprennent ces messages de façon nette et précise et qu'ils contribuent à l'élaboration de politiques fructueuses et à l'instauration de mécanismes de financement efficaces.

Lord Nicholas Stern

Président du Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, professeur titulaire de la chaire IG Patel d'économie et de gouvernance à la London School of Economics and Political Science.

* Nelson, A. and K. Chomitz (2009); *Protected Area Effectiveness in Reducing Tropical Deforestation: A global analysis of the impact of protection status*, Independent Evaluation Group, Evaluation Brief 7, La Vanque mondiale, Washington, D.C.

Table des matières

Préface	3
Sigles, abréviations et formules / Glossaire	6
Sommaire et principaux énoncés de principes	7
Section 1	
Introduction	15
Conséquences des changements climatiques sur la nature, les ressources naturelles et les gens qui en dépendent	16
Les interventions internationales et nationales : manière dont les décideurs envisagent le rôle des aires protégées	21
Potentiel du réseau mondial d'aires protégées de contribuer à la lutte contre les changements climatiques	24
Pourquoi faut-il recourir aux aires protégées?	27
Modes de contribution des aires protégées à l'adaptation aux changements climatiques et à l'atténuation de leurs effets	30
Section 2	
Rôle des aires protégées en matière d'atténuation	31
Potentiel d'atténuation des aires protégées	32
Les forêts et l'atténuation	33
Les zones humides continentales, les tourbières et l'atténuation	37
Les écosystèmes marins et côtiers et l'atténuation	41
Les prairies et l'atténuation	46
Les sols et l'atténuation	48
Section 3	
Rôle des aires protégées dans l'adaptation aux changements climatiques	51
Réduction des effets des catastrophes naturelles	52
Préservation de l'eau	57
Approvisionnement en eau propre	60
Soutien à la pêche en mer et en eau douce	64
Préservation des espèces sauvages apparentées à des espèces primitives	68
Les questions sanitaires dans le contexte des changements climatiques	72
La conservation de la biodiversité et le maintien de la résilience des écosystèmes	75

Section 4

Possibilités de recourir aux aires protégées pour intervenir**à l'égard des changements climatiques 79**

Possibilités d'étendre le réseau d'aires protégées et de l'incorporer aux stratégies de conservation à plus grande échelle et à des plans locaux et nationaux

d'adaptation aux changements climatiques et d'atténuation de leurs effets 80

Financement des réseaux d'aires protégées efficaces 86

Recours aux aires protégées pour renforcer les projets REDD 88

Section 5

Incidence des changements climatiques sur la conception,**la gestion et la gouvernance des aires protégées 95**

Répercussions probables des changements climatiques sur les aires protégées 96

Planification et gestion des aires protégées dans le contexte des changements climatiques 102

Répercussions sur la gouvernance du recours aux aires protégées aux fins de l'adaptation aux changements climatiques et de l'atténuation de leurs effets 108

Section 6

Recommandations stratégiques 111

Recommandations afin que les aires protégées deviennent un élément essentiel des instruments stratégiques nationaux et internationaux 112

Remerciements 113

Remerciements 114

References 116

Biographie des auteurs Troisème de couverture



Sigles, abréviations et formules

CDB	Convention sur la diversité biologique
CH₄	Méthane
C	Carbone
CCNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
CITES	Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction
CO₂	Dioxyde de carbone
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
FEM	Fonds pour l'environnement mondial
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
CMAP	Commission mondiale sur les aires protégées (de l'UICN)
Gt	gigatonne (1 000 000 000 de tonnes ou 1 million de tonnes métriques)
MDP	Mécanisme pour un développement propre
Mg	mégagramme (1 000 000 de grammes)
Mha	million d'hectares
Mt	mégatonne (1 000 000 de tonnes métriques)
ONG	Organisation non gouvernementale
PANA	Programme d'action national aux fins de l'adaptation
PTAP	Programme de travail sur les aires protégées (de la CDB)
PNUD	Programme des Nations Unies pour le développement
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
REDD	Réduction des émissions issues de la déforestation et de la dégradation des forêts
Tg	téragramme (1 000 000 000 000 [un billion] de grammes)
TNC	The Nature Conservancy
UICN	Union internationale pour la conservation de la nature
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture
WCS	Wildlife Conservation Society
WWF	Fonds mondial pour la nature

Glossaire

Adaptation : Activités et mesures destinées à diminuer la vulnérabilité des systèmes naturels et humains face aux effets réels ou escomptés des changements climatiques. On distingue divers types d'adaptation : l'adaptation par anticipation ou par réaction, l'adaptation privée ou publique, et l'adaptation autonome ou planifiée¹.

Additionnalité des réductions d'émissions :

Réductions des émissions par les sources ou accroissement de l'absorption par les puits s'ajoutant à celles qui auraient lieu en l'absence d'une activité de projet destinée à atténuer les émissions de gaz à effet de serre (GES)². Mise en œuvre conjointe ou activité de projet cadrant avec le Mécanisme de développement propre (MDP) selon la définition énoncée dans les articles connexes du Protocole de Tokyo³.

Séquestration ou piégeage du carbone : Processus biochimique par lequel le carbone atmosphérique est absorbé par les organismes vivants, dont les arbres, les micro-organismes du sol et les cultures; il donne lieu au stockage du carbone dans le sol en permettant ainsi de réduire les concentrations atmosphériques de dioxyde de carbone⁴.

Adaptation écosystémique : Utilisation de la biodiversité et des services écosystémiques dans le cadre d'une stratégie générale visant à aider la population à s'adapter aux effets néfastes des changements climatiques⁵.

Services écosystémiques (également désignés « biens et services écosystémiques ») : Avantages que les écosystèmes procurent aux populations humaines. Ces services comprennent les services d'approvisionnement, par exemple en nourriture, en eau, en bois et en fibres; les services de régulation, par exemple du climat, des inondations, des maladies, des déchets et de la qualité de l'eau; les services culturels, qui sont source de loisirs et de satisfactions esthétiques et spirituelles; les services de soutien comme la pédogenèse, la photosynthèse et le cycle des éléments nutritifs⁶.

Concentration en CO₂ équivalent (dioxyde de carbone) : Concentration en CO₂ qui causerait le même niveau de force radiative qu'un mélange déterminé de ce gaz et d'autres GES⁷.

Fuites : Situation dans laquelle la séquestration du carbone (p. ex., la plantation d'arbres) sur une terre entraîne accidentellement, directement ou non, une activité qui annule partiellement ou totalement l'effet de séquestration de l'activité initiale⁸. Il s'agit de la variation nette des émissions anthropiques par les sources de GES qui se produit en dehors du périmètre d'un projet et que l'on peut mesurer et attribuer à une activité de projet destinée à atténuer les émissions de GES⁹.

Atténuation : Modification et substitution des techniques employées dans le but de réduire les ressources engagées et les émissions par unité de production. Bien que plusieurs politiques sociales, économiques et technologiques puissent contribuer à réduire les émissions, du point de vue des changements climatiques, l'atténuation signifie l'application de politiques destinées à réduire les émissions de GES et à améliorer les puits¹⁰. Il s'agit d'une intervention humaine consistant à réduire le forçage anthropique du système climatique; elle comprend des stratégies de réduction des sources et des émissions de GES et d'amélioration des puits¹¹.

Permanence : Longévité d'un réservoir de carbone et stabilité de ses stocks en fonction de la gestion et des perturbations du milieu dans lequel ils se trouvent¹².

Résilience : Capacité d'un système d'absorber des variations tout en conservant son état de base, autrement dit sa capacité à maintenir son intégrité face aux perturbations¹³.

Vulnérabilité : Degré selon lequel un système risque de subir ou de ne pas tolérer les effets néfastes des changements climatiques, y compris la variabilité du climat et les phénomènes climatiques extrêmes. La vulnérabilité dépend de la nature, de l'ampleur et du rythme de l'évolution et de la variation du climat auxquels un système est exposé, ainsi que de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation¹⁴.

Arguments en faveur des solutions naturelles

La section qui suit constitue un résumé et une analyse des politiques connexes. Le texte principal contient des références et des données qui soutiennent les arguments formulés.

Les aires protégées constituent un élément essentiel de l'intervention mondiale à l'égard des changements climatiques. Elles permettent de traiter leur cause en réduisant les émissions de gaz à effet de serre (GES). Elles aident également la société à s'adapter aux effets des changements climatiques en maintenant les services essentiels dont dépend la population. Sans les aires protégées, les enjeux seraient encore plus importants et leur renforcement offrira l'une des solutions naturelles les plus efficaces qui soient pour faire face à la crise climatique.

Les aires protégées peuvent contribuer aux deux principales interventions suivantes à l'égard des changements climatiques :

L'atténuation

- **Le stockage** : Les aires protégées empêchent la perte du carbone présent dans la végétation et les sols.
- **Le captage** : Les aires protégées permettent aux écosystèmes naturels de stocker le dioxyde de carbone qui se trouve dans l'atmosphère.

L'adaptation

- **La protection** : Les aires protégées maintiennent l'intégrité des écosystèmes, jouent un rôle tampon sur le climat local, et réduisent les risques et les incidences de phénomènes extrêmes tels que les tempêtes, les sécheresses et l'élévation du niveau de la mer.
- **L'approvisionnement** : Les aires protégées maintiennent les services écosystémiques essentiels qui permettent aux populations de s'adapter aux variations que provoquent les changements climatiques, notamment en ce qui a trait à l'approvisionnement en eau, aux ressources halieutiques, aux maladies et à la productivité agricole.

Les réseaux d'aires protégées ont déjà l'avantage de constituer des outils efficaces, fructueux et peu coûteux pour gérer les écosystèmes, et ce, grâce à des lois et politiques connexes, des organismes de gestion et de gouvernance, des connaissances, des ressources humaines et des capacités d'action. Ces réseaux abritent aussi les seuls vastes habitats naturels que comptent encore de nombreuses régions. Il est possible de mieux les relier à l'échelle terrestre et de les gérer plus efficacement afin de renforcer la résilience des écosystèmes aux changements climatiques et de préserver les services écosystémiques essentiels.

Les gouvernements nationaux et locaux doivent saisir en priorité les possibilités de recourir aux aires protégées

dans le cadre des stratégies d'intervention relatives au climat. À l'échelon mondial, le Programme de travail sur les aires protégées (PTAP) de la Convention sur la diversité biologique (CDB) devrait constituer un outil important en ce qui a trait à l'adaptation aux changements climatiques et à l'atténuation de leurs effets. En outre, la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) devrait tenir compte de la place qu'occupent les aires protégées dans les stratégies nationales visant cette adaptation et cette atténuation. Cela implique :

- **pour la CCNUCC** : la reconnaissance des aires protégées comme outils d'adaptation aux changements climatiques et d'atténuation de leurs effets, et le renforcement des principaux mécanismes de financement liés aux changements climatiques, y compris le programme de Réduction des émissions issues de la déforestation et de la dégradation des forêts (REDD) et les fonds pour l'adaptation, afin de favoriser la constitution, l'amélioration et la gestion efficace des réseaux d'aires protégées;
- **pour la Convention sur la diversité biologique (CDB)** : le renouvellement de son Programme de travail sur les aires protégées (PTAP) lors de la 10^e Conférence des Parties (CDP 10) afin de prendre plus particulièrement acte du rôle des aires protégées dans les interventions à l'égard des changements climatiques, et ce, en coordination avec ses autres programmes;
- **pour les gouvernements nationaux et locaux** : l'intégration du rôle des réseaux d'aires protégées dans les stratégies et les plans d'action nationaux relatifs aux changements climatiques, notamment l'atténuation de leurs effets en réduisant la perte et la dégradation des habitats naturels, et l'adaptation à ces changements en diminuant la vulnérabilité des écosystèmes naturels et en renforçant leur résilience.



Feuilles d'automne dans une forêt tempérée © Nigel Dudley

Un enjeu unique

Les changements climatiques font peser une menace sans précédent sur la vie terrestre, sans compter que les prévisions, quant à l'ampleur et à la rapidité de leurs effets, sont continuellement revues à la hausse, alors que cette menace déjà importante s'intensifie. Les faits sont bien connus, à savoir que les GES dans l'atmosphère provoquent une hausse des températures, la fonte des glaces et l'élévation du niveau de la mer, et rendent le climat imprévisible, ce qui peut avoir des conséquences extrêmement graves difficiles à prévoir. De récentes recherches dressent un tableau de plus en plus sombre, et des informations parues dernièrement, au cours de la rédaction du présent rapport, indiquent qu'il pourrait être déjà trop tard pour éviter un effondrement généralisé des systèmes de récifs coralliens en raison de l'acidification des océans. Selon la Banque mondiale, l'adaptation aux changements

climatiques coûtera annuellement de 75 à 100 milliards de dollars américains aux pays en développement à compter de 2010. Et selon le *United Kingdom Meteorological Office* (bureau météorologique britannique), les changements climatiques pourraient s'intensifier plus vite que prévu avec une hausse des températures moyennes qui atteindrait 4 °C d'ici 2060 par rapport aux niveaux de l'ère préindustrielle. Pourtant, aussi grave soit-elle, la situation actuelle peut encore changer et il est possible d'en faire beaucoup afin d'atténuer les problèmes que causent les changements climatiques. Le présent rapport traite essentiellement du rôle que peuvent jouer les aires protégées afin d'atténuer les effets de ces changements et de s'y adapter; jusqu'à présent, les stratégies d'intervention à l'échelle mondiale n'ont pas vraiment tenu compte de la série d'options qui s'offrent. Dans la course aux « nouvelles » solutions pour contrer les changements climatiques, on risque de passer à côté d'une alternative qui a fait ses preuves.

Pourquoi doit-on recourir aux aires protégées?

Selon la définition de l'UICN, une aire protégée constitue « 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 ».

Il est nécessaire d'adopter diverses stratégies de gestion de l'utilisation des sols pour combattre les émissions de GES provoquées par les nouveaux modèles d'exploitation des sols et de préserver les services écosystémiques essentiels à l'adaptation aux changements climatiques. Mais les aires protégées se prêtent particulièrement bien au soutien des stratégies nationales d'adaptation aux changements climatiques et d'atténuation de leurs effets, car des politiques, des lois et des organismes encadrent leur gestion, leurs capacités et leurs compétences sur le terrain. Les réseaux d'aires protégées, notamment au niveau national, sont caractérisés par les aspects énumérés ci-après.

En matière de gouvernance et de protection, les réseaux :

- ont des limites établies pouvant servir à mesurer les puits et le stockage du carbone ainsi que les services écosystémiques;
- fonctionnent en vertu d'un cadre juridique ou de tout autre cadre efficace offrant un mécanisme stable et durable pour gérer les écosystèmes aquatiques et terrestres;
- sont dotés de structures de gouvernance convenues afin de répondre à un éventail de critères sociaux et culturels;
- s'appuient sur de nombreux accords et conventions (CDB, Patrimoine mondial, Ramsar, Programme sur l'homme et la biosphère de l'UNESCO, CITES, etc.), ainsi que sur des accords régionaux, tels que Natura 2000, qui offrent des cadres stratégiques, des outils et un soutien politique;
- prennent en compte les valeurs culturelles et sociales des aires protégées et disposent de l'expérience et des connaissances nécessaires pour mettre en place des approches accessibles et locales et faire participer la population de façon légitime et efficace à la gestion.

En matière de permanence, les réseaux :

- reposent sur un engagement de gestion continue et à long terme des écosystèmes et des ressources naturelles;
- attirent l'attention locale, nationale et internationale sur une aire protégée déterminée afin de mieux la protéger.

En matière d'efficacité, les réseaux :

- ont démontré leur efficacité à préserver les écosystèmes naturels et les services qu'ils rendent, particulièrement dans les paysages terrestres et marins;
- s'appuient sur des plans de gestion pouvant faciliter des interventions rapides en fonction de nouvelles informations ou conditions liées aux changements climatiques;

- disposent d'un personnel et d'un équipement les dotant de compétences et de capacités en matière de gestion, notamment quant à la manière de gérer les écosystèmes pour qu'ils fournissent un éventail de services essentiels à l'adaptation aux changements climatiques;
- offrent la possibilité de transférer l'expérience acquise en matière de planification et de gestion des aires protégées afin d'élaborer des stratégies d'atténuation et d'adaptation de plus grande portée pour les paysages terrestres et marins;
- peuvent tirer parti des mécanismes de financement existants, notamment les dotations budgétaires gouvernementales et le financement du Fonds pour l'environnement mondial (FEM) et de l'initiative LifeWeb;
- sont soutenus par des réseaux de spécialistes prêts à dispenser conseils et assistance, notamment l'UICN-CMAP et les ONG qui se consacrent à la conservation de l'environnement.

En matière de surveillance, de contrôle et de reddition de comptes, les réseaux :

- sont soutenus par les engagements qu'ont pris les gouvernements dans le cadre de la CDB, lesquels consistent à établir des réseaux d'aires protégées écologiquement représentatifs;
- disposent de sources de données structurées et exhaustives permettant d'établir des bases de référence et de faciliter la surveillance, dont les catégories de gestion, les types de gouvernance et la Liste rouge de l'UICN, ainsi que la Base de données mondiale sur les aires protégées gérée par le Centre mondial de surveillance continue de la conservation de la nature du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE-WCMC) (il faudrait renforcer ces systèmes pour qu'ils soient conformes aux exigences de la CCNUCC).

Lorsque les aires protégées sont bien gérées, elles constituent une solution rentable afin d'appliquer des stratégies d'intervention à l'égard des changements climatiques, car les coûts de mise en place sont déjà amortis et les coûts socioéconomiques sont compensés par les services que rendent ces aires. Par ailleurs, elles font preuve d'une plus grande efficacité lorsqu'elles disposent de capacités de gestion adéquates et rentables, de structures de gouvernance convenues et d'un fort soutien de la part de la population qui y réside. Idéalement, les stratégies de plus grande portée visant les paysages terrestres et marins devraient prendre en compte les besoins des aires protégées, notamment en matière de conservation.

Les aires protégées occupent déjà plus de 13,9 % des terres émergées de la planète et une superficie côtière et marine de plus en plus grande, bien qu'encore insuffisante. À de nombreux endroits où les pressions qu'exerce la démographie ou le développement sont particulièrement fortes, les aires protégées préservent les seuls écosystèmes naturels restants. Celles qui sont les mieux gérées servent de modèles à la gestion des écosystèmes naturels.

De quelle manière les aires protégées peuvent-elles contribuer à intervenir à l'égard des changements climatiques?

L'atténuation

Le stockage : Les aires protégées préviennent la perte du carbone déjà présent dans la végétation et le sol.

Les enjeux : La perte et la dégradation des écosystèmes sont les principales causes d'émissions de GES. Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) estime que 20 % des émissions de GES résultent de la déforestation et d'autres formes de modification de l'utilisation des sols.

Le rôle des aires protégées : Ces aires constituent la stratégie de gestion la plus efficace que l'on connaisse pour éviter toute autre modification de l'utilisation des sols et perte de carbone et conserver le carbone dans les écosystèmes naturels; une étude du PNUE-WCMC montre que les forêts tropicales situées à l'intérieur des aires protégées perdent beaucoup moins de carbone que celles situées à l'extérieur. Il est possible de protéger d'autres écosystèmes à haute teneur en carbone et de gérer, voire même de restaurer les habitats pour leur permettre de fixer le carbone, en élevant par exemple le niveau d'eau dans les tourbières. Des données du PNUE-WCMC indiquent que 312 gigatonnes (Gt) de carbone sont déjà stockées dans l'ensemble du réseau mondial d'aires protégées, soit 15 % du stock de carbone terrestre de la planète.

Les implications : Le stockage du carbone plaide en faveur d'une augmentation de la couverture des aires protégées et d'une modification de la gestion de certaines d'entre elles pour qu'elles séquestrent davantage de carbone. Il se pourrait que l'on choisisse sous peu de nouvelles aires protégées, notamment en fonction de leur capacité de stockage du carbone, ce qui nécessiterait de nouveaux outils de sélection. Les activités de gestion à l'intérieur de chaque aire protégée, par exemple le brûlage dirigé, devront également prendre en compte les implications des émissions de carbone et le lien de ces activités avec les normes convenues en vertu de la CCNUCC.

Le captage : Les aires protégées permettent aux écosystèmes naturels de séquestrer le CO₂ qui se trouve dans l'atmosphère.

Les enjeux : La plupart des écosystèmes naturels et semi-naturels séquestrent le CO₂ et réduisent ainsi la masse de GES, mais certains de ces services sont compromis par la destruction et la dégradation des habitats. Plusieurs scénarios crédibles montrent que si la tendance actuelle se maintient, certains écosystèmes faisant actuellement office de puits de carbone pourraient au contraire se transformer en source de carbone au cours des prochaines années. Des mesures de gestion spécialisées seront nécessaires pour faire face à cette menace.

Le rôle des aires protégées : La protection des écosystèmes garantit généralement leur capacité à séquestrer le carbone. Si les changements climatiques ou d'autres facteurs continuent de menacer le captage du CO₂, même au sein des aires protégées, il est encore possible de modifier leur gestion afin de renforcer spécifiquement leur capacité de stockage du carbone. Cela comprend notamment la restauration active de ces aires et la régénération naturelle. Les forêts dégradées peuvent contenir moins de la moitié du carbone que contiennent les forêts encore intactes.

Les implications : La gestion de certains habitats protégés, notamment les eaux intérieures, les estuaires et les tourbières, peut être conçue de façon à maintenir leur capacité de séquestration du carbone. La restauration aura un rôle plus important à jouer dans certaines aires protégées, en particulier les forêts et les mangroves ainsi que les prairies naturelles et aménagées.

L'adaptation

La protection : Les aires protégées maintiennent l'intégrité des écosystèmes, jouent un rôle tampon sur le climat local, et réduisent les risques et les incidences de phénomènes extrêmes tels que les tempêtes, les sécheresses et l'élévation du niveau de la mer.

Les enjeux : L'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire a permis d'estimer que 60 % des services écosystémiques mondiaux sont dégradés, contribuant à une augmentation notable du nombre d'inondations et de vastes incendies de forêt sur tous les continents depuis les années 1940. Les pertes économiques causées par les catastrophes climatiques ont décuplé en 50 ans, et les catastrophes dites naturelles telles que les inondations, les tempêtes, les raz-de-marée, les sécheresses et les avalanches continueront d'augmenter, en fréquence et en intensité.

Le rôle des aires protégées : Les aires protégées peuvent contribuer à atténuer les répercussions de toutes les catastrophes naturelles, sauf les plus importantes :

- **En cas d'inondation**, les aires protégées ont l'espace voulu pour évacuer l'eau des inondations et absorbent leurs répercussions grâce à la végétation naturelle.
- **En cas de glissement de terrain**, elles stabilisent le sol et la neige et peuvent arrêter un glissement et le ralentir une fois qu'il est en cours.
- **En cas d'onde de tempête**, elles permettent de la bloquer grâce aux récifs coralliens, aux îles-barrières, aux mangroves, aux dunes et aux marais.

- **En cas de sécheresse et de désertification**, elles diminuent la pression exercée par le pâturage et maintiennent les bassins hydrographiques et la capacité de rétention d'eau des sols.
- **En cas d'incendie**, elles limitent l'empiètement dans les zones propices aux incendies en préservant les systèmes de gestion traditionnels.

Les implications : L'intégrité des écosystèmes, des collectivités et des espèces, ainsi que des processus qui rendent les écosystèmes résilients, constitue un facteur essentiel de protection contre les phénomènes climatiques extrêmes de plus en plus variables. Une analyse révisée des lacunes dans les aires protégées devrait prendre en compte d'autres services écosystémiques essentiels ainsi que la biodiversité, ce qui pourrait exiger la modification de certaines méthodes de gestion. La reconnaissance des différentes options de réduction des catastrophes donnera l'impulsion nécessaire à la création d'aires protégées supplémentaires, en particulier en zone de montagne et de pentes escarpées, et dans les zones humides intérieures et côtières.

L'approvisionnement : Les aires protégées maintiennent les services écosystémiques essentiels qui permettent à la population de s'adapter aux modifications que provoquent les changements climatiques, notamment en ce qui a trait à l'approvisionnement en eau, aux ressources halieutiques, aux maladies et à la productivité agricole.

Les enjeux : Les changements climatiques vont vraisemblablement exacerber les pénuries de nourriture, d'eau potable et de médicaments utilisés en médecine traditionnelle tout en propageant plus largement certains vecteurs de maladies, rendant d'autant plus nécessaire la recherche de ressources de remplacement et de nouveaux produits. Les pénuries d'eau et de nourriture seront vraisemblablement imprévisibles et parfois sévères, ce qui alourdira le coût de l'aide humanitaire aux plus démunis.

Le rôle des aires protégées : Les aires protégées constituent un outil éprouvé pour maintenir les ressources et les services naturels essentiels, permettant ainsi de renforcer la stabilité des moyens de subsistance et de diminuer la vulnérabilité aux changements climatiques.

- **En matière d'eau**, les aires protégées la purifient, notamment dans les forêts tropicales humides en région montagneuse, et en augmentent le débit.
- **En matière de ressources halieutiques**, les aires marines et d'eau douce protégées permettent de conserver et de reconstituer les stocks de poisson.
- **En matière d'alimentation**, les aires protégées préservent les plantes sauvages apparentées aux espèces cultivées en facilitant l'amélioration génétique des cultures et leur pollinisation et en fournissant une source d'alimentation durable aux collectivités.

Exemples de cas de stockage et de captage

- **Madagascar :** De nouvelles aires protégées d'une superficie de quelque 6 millions d'hectares (Mha) sont en voie de création pour permettre d'éviter l'émission annuelle de 4 mégatonnes (Mt) de CO₂.
- **Tanzanie :** Les montagnes de l'Eastern Arc stockent plus de 151 Mt de carbone, dont 60 % dans les réserves forestières.
- **Bélarus :** La restauration et la protection continues des tourbières dégradées donnent lieu à une réduction annuelle des émissions de GES équivalente à 448 000 tonnes de CO₂ résultant de feux dans les tourbières et de leur minéralisation.
- **Russie :** La protection de 1,63 million d'hectares de forêt vierge dans la taïga et de tourbières dans la République des Komis garantit la protection de leur réserve de carbone, laquelle dépasse 71,5 Mt.
- **Bolivie, Mexique et Venezuela :** Les aires protégées comprennent 25 Mha de forêts stockant plus de 4 Gt de carbone, soit une valeur entre 39 et 87 milliards de dollars américains.
- **Canada :** Une masse de 4 432 Mt de carbone est séquestrée dans 39 parcs nationaux, et sa valeur se situe entre 72 et 78 milliards de dollars américains.
- **Brésil :** Les aires protégées et les terres autochtones de l'Amazonie devraient permettre d'éviter la déforestation de près de 670 000 km² d'ici à 2050, ce qui équivaut à éviter l'émission de 8 Gt de carbone.

- **En matière de santé**, les aires protégées préservent les habitats et ralentissent la propagation des maladies à transmission vectorielle qui se développent dans les écosystèmes dégradés, et elles donnent accès aux médicaments traditionnels.

Les implications : Les spécialistes des aires protégées doivent coopérer étroitement avec les pouvoirs publics compétents, tant à l'échelon national que local, ainsi qu'avec les organismes techniques chargés de gérer les services écosystémiques afin de veiller à ce qu'ils continuent de garantir les moyens de subsistance en dépit des changements climatiques. Dans certains cas, il sera peut-être nécessaire d'investir dans la restauration des écosystèmes se trouvant à l'intérieur et à proximité des aires protégées pour améliorer les services écosystémiques qui atténuent la vulnérabilité des sociétés humaines aux changements climatiques.



Un Evenki éleveur de rennes, Sibérie, Fédération de Russie © Hartmut Jungius / WWF-Canon

Exemples de cas de protection et d'approvisionnement

- **Dans le monde** : 33 des 105 plus grandes villes du monde tirent leur eau potable de lieux de captage situés dans des zones forestières protégées.
- **Dans le monde** : 112 études menées dans les aires marines protégées montrent que la taille et le nombre des poissons ont augmenté.
- **Kenya** : L'amélioration de la pêche grâce à la protection des récifs coralliens a des retombées positives à la fois sur la conservation de ces récifs et sur le revenu par habitant au sein de la population locale.
- **Papouasie-Nouvelle-Guinée** : À Kimbe Bay, un réseau d'aires marines protégées géré localement est en cours de création; il vise à renforcer la résilience des récifs coralliens et des habitats côtiers aux changements climatiques tout en assurant la sécurité alimentaire.
- **Dans le monde** : Plus de 100 études menées dans les aires protégées ont permis de découvrir un important nombre de plantes sauvages apparentées à des espèces cultivées.
- **Colombie** : Le sanctuaire d'Alto Orito Indi-Angue a été expressément établi afin de protéger les plantes médicinales.
- **Trinité-et-Tobago** : La restauration et la conservation des zones humides de Nariva illustrent la reconnaissance de leur important rôle à titre de puits de carbone, d'écosystèmes dotés d'une riche biodiversité et de protection naturelle contre les tempêtes côtières.
- **Sri Lanka** : La valeur de la protection contre les inondations assurée par la zone protégée de Muthurajawella est estimée à plus de 5 millions de dollars américains par année.
- **Australie** : La gestion des bassins versants forestiers de Melbourne (dont près de la moitié a un statut d'aire protégée) est en cours d'adaptation pour faire face à divers scénarios de changements climatiques et minimiser leurs conséquences sur la production d'eau.
- **Suisse** : 17 % des forêts sont gérées de manière à stopper les avalanches, et cette méthode de gestion est estimée entre 2 et 3,5 milliards de dollars américains par année.

Prochaines étapes de la constitution et du renforcement de réseaux d'aires protégées

Les aires protégées contribuent déjà considérablement à l'adaptation aux changements climatiques et à l'atténuation de leurs effets. Elles n'ont toutefois pas encore atteint leur plein potentiel et leur intégrité reste précaire. Des recherches ont montré que malgré la constitution et la gestion efficace de réseaux d'aires protégées, ceux-ci ne sont pas assez résistants pour supporter les changements climatiques et contribuer positivement aux stratégies d'intervention à l'égard de ces changements. Le fait d'accroître la superficie, la couverture et la connectivité, d'encourager la restauration de la végétation, de stimuler l'efficacité de la gestion et d'incorporer la gouvernance des aires protégées permettrait de renforcer le potentiel du réseau mondial d'aires protégées. Ce serait également une solution aux enjeux que présentent les changements climatiques qui servirait de modèle à d'autres programmes de gestion de ressources. Cela souligne deux points majeurs :

- **Le financement** : Malgré quelques activités de financement bien accueillies, il s'avère que le soutien apporté au réseau mondial d'aires protégées est largement inférieur à la moitié nécessaire pour assurer leur efficacité maximale, sans compter que certains gouvernements réduisent leur soutien. Des ressources supplémentaires sont nécessaires pour maintenir et élargir le rôle des aires protégées, notamment en renforçant davantage les capacités afin de pouvoir relever les nouveaux défis que présentent les changements climatiques et d'exploiter les possibilités qu'ils offrent.
- **Les moyens d'action** : À l'heure actuelle, il n'est pas rare que les moyens d'action nationaux et internationaux

destinés à faire face à la double crise environnementale que suscitent la perte de biodiversité et les changements climatiques ne soient pas suffisamment coordonnés, donnent lieu à un gaspillage des ressources et ne permettent pas de saisir les possibilités de mettre en place des politiques valables et complémentaires.

Des mesures financières et politiques sont nécessaires pour mettre en place les six interventions essentielles résumées à la page suivante.

Les deux principales conventions environnementales multilatérales, à savoir la CCNUCC et la CDB, visent respectivement l'adaptation aux changements climatiques et l'atténuation de leurs effets, et la conservation et la gestion des écosystèmes. La CCNUCC reconnaît clairement le lien entre la résilience des écosystèmes et la vulnérabilité et la résilience des collectivités humaines, et les décisions prises en vertu de la CDB prennent en compte la menace que font peser les changements climatiques sur la biodiversité et les écosystèmes. Plusieurs mesures s'imposent pour améliorer l'efficacité des aires protégées, car il s'agit d'un important outil d'adaptation aux changements climatiques et d'atténuation de leurs effets dans le cadre de la mise en œuvre de ces deux conventions. Cela leur permettrait de mieux contribuer à l'obtention des résultats escomptés dans chaque pays et, de manière générale, au niveau de la collectivité mondiale. Les gouvernements nationaux doivent également mettre en place plusieurs activités essentielles à cette fin.

Les six améliorations ci-après en matière de politiques et de modes de gestion sont nécessaires pour assurer le fonctionnement plus efficace des aires protégées à titre de mécanisme d'intervention à l'égard des changements climatiques :

- **Augmenter le nombre et la taille des aires protégées**, particulièrement dans les écosystèmes où une grande quantité de carbone est stockée ou captée et pourrait être perdue si elle n'était pas protégée, ou si des services écosystémiques essentiels sont menacés, notamment dans les forêts tropicales, les tourbières, les mangroves, les marais côtiers et d'eau douce, ainsi que les herbiers et écosystèmes marins.
- **Relier les aires protégées à l'intérieur des paysages terrestres et marins** grâce à la végétation naturelle ou semi-naturelle à l'extérieur des aires protégées ou des eaux intermédiaires. Cela peut se faire avec des zones tampons, des corridors biologiques et des relais écologiques supplémentaires. Ils sont essentiels afin d'établir une connectivité qui permettra de renforcer la résilience des écosystèmes aux changements climatiques dans les paysages terrestres et marins et d'augmenter le nombre total d'habitats en l'accompagnant de certaines mesures de protection.
- **Reconnaître et mettre en place tous les types de gouvernance** afin d'inciter davantage de parties prenantes à s'impliquer grâce à la création et à la gestion d'aires protégées dans le cadre des stratégies d'intervention collective face à la crise climatique, notamment en créant des aires de conservation autochtones et collectives et des aires protégées privées.
- **Améliorer la gestion dans les aires protégées** pour veiller à ce que les écosystèmes et les services qu'ils procurent soient reconnus et protégés ou maintenus en empêchant l'utilisation illicite ou des décisions de gestion néfastes.
- **Renforcer la protection des stocks de carbone dans les aires protégées** en favorisant des mesures de protection et la gestion destinées spécifiquement aux emplacements à forte capacité de stockage de carbone. Par exemple, en préservant les forêts anciennes, en évitant la perturbation des sols ou l'assèchement des tourbières et en restaurant les zones protégées où la végétation est dégradée.
- **Axer une partie de la gestion spécifiquement sur les besoins en matière d'atténuation et d'adaptation**, y compris en modifiant les plans de gestion, les outils de sélection et les méthodes de gestion, le cas échéant.

La CCNUCC

- reconnaît le rôle des aires protégées à titre d'instruments de stockage et de séquestration du carbone en permanence, et prescrit la constitution de solides réseaux d'aires protégées comme un élément essentiel des stratégies nationales visant à réduire les émissions terrestres;
- insiste sur le rôle des écosystèmes dans l'adaptation aux changements climatiques et incorpore la protection des écosystèmes naturels dans les stratégies et les plans d'action nationaux d'adaptation (y compris les programmes d'action nationaux d'adaptation [PANA]) afin de protéger les écosystèmes naturels, et ce, à titre d'alternative peu coûteuse aux mesures d'adaptation fondées sur des techniques et infrastructures, et d'éviter une adaptation inadéquate;
- autorise des mesures nationales d'adaptation et d'atténuation appropriées qui impliquent le renforcement d'aires protégées ou de réseaux nationaux d'aires protégées, pour obtenir un soutien financier et technique par l'intermédiaire des mécanismes de financement liés au climat.

La CDB

- reconduit le Programme de travail sur les aires protégées (PTAP) à la CDP 10 afin de s'attaquer de façon plus évidente aux effets des changements climatiques et de soutenir les stratégies d'intervention en relation avec les autres programmes de la CDB;

- encourage l'élaboration d'outils et de méthodes pour aider les pays à évaluer les effets des changements climatiques et à renforcer la résilience des réseaux d'aires protégées en veillant à examiner pleinement le rôle qu'ils jouent en matière d'adaptation et d'atténuation;
- souligne l'importance que revêt le renforcement de la connectivité entre les aires protégées nationales et transfrontalières en vue de multiplier les avantages qu'offrent les réseaux de ces aires dans le cadre d'une stratégie d'intervention à l'égard des changements climatiques;
- entretient l'urgence politique en vue de constituer des aires marines protégées et des aires protégées dans les biomes sous-représentés.

Les gouvernements locaux et nationaux

- intègrent le rôle des réseaux d'aires protégées dans les stratégies et les plans d'action nationaux destinés à faire face aux changements climatiques;
- prennent des mesures d'atténuation en diminuant la perte et la dégradation des habitats naturels;
- renforcent les capacités d'adaptation en diminuant la vulnérabilité et en renforçant la résilience des écosystèmes naturels;
- assurent une gestion efficace des aires protégées de manière à en tirer des avantages pour la biodiversité ainsi que pour l'adaptation aux changements climatiques et l'atténuation de leurs effets.

Section 1 : **Introduction**

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a énoncé de façon très détaillée les tendances les plus probables en matière de climat ainsi que les interventions écologiques escomptées. La première partie de la présente section résume les dernières réflexions de ce groupe sur les questions, qui ont plus particulièrement trait aux aires protégées.

La deuxième partie expose de quelle manière les processus intergouvernementaux, particulièrement la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) et la Convention sur la diversité biologique (CDB), ont traité de l'atténuation des changements climatiques et de l'adaptation à ces changements en relation avec les aires protégées. Cette partie donne également des exemples d'interventions de la part de gouvernements nationaux.

En outre, les aires protégées sont exposées comme un concept, et l'éventail des différents modèles de gestion et des méthodes de gouvernance y sont décrits et accompagnés de certaines statistiques fondamentales concernant la couverture et la région.

En dernier lieu, et plus important encore, cette section explique pour quelle raison les aires protégées peuvent jouer un rôle essentiel dans la lutte contre les changements climatiques.



Anémone de mer verte, côte de la péninsule Olympic, État de Washington, États-Unis © Fritz Pölking / WWF

Conséquences des changements climatiques sur la nature, les ressources naturelles et les gens qui en dépendent

MESSAGES CLÉS

Il est fort probable que les changements climatiques ont *déjà* des effets néfastes sur les écosystèmes terrestres et marins, et que ces changements s'intensifieront et s'aggraveront au cours de ce siècle. Cela signifie que la nourriture et l'eau seront moins disponibles, que les catastrophes naturelles seront plus fréquentes, que la santé humaine sera menacée, que les espèces subiront des pertes, et que des écosystèmes seront détruits ou dégradés. Dans les aires protégées, les écosystèmes et les espèces ne seront pas épargnés par les changements climatiques.

Le quatrième Rapport d'évaluation du GIEC, publié en 2007, se fonde sur plus de 29 000 ensembles de données d'observation découlant de 75 études¹⁵. Les conclusions révèlent des changements considérables dans de nombreux systèmes physiques et biologiques; plus de 89 % des systèmes naturels subissent les effets des changements climatiques envisagés. Dans l'ensemble, l'analyse a conduit le GIEC à conclure que les observations effectuées sur tous les continents et dans la plupart des océans montrent que de nombreux systèmes naturels sont touchés par les changements climatiques régionaux, en particulier par la hausse des températures.

La section qui suit résume certaines des conclusions du GIEC relatives aux écosystèmes naturels et à leurs ressources, et expose les conséquences des changements climatiques sur les collectivités. Un peu plus loin, la section 5 traite des effets sur les aires protégées ainsi que des interventions éventuelles en matière de gestion.

Effets actuels :

Le GIEC estime que le degré de certitude est très élevé (c'est-à-dire 90 %)* à l'égard du fait que le réchauffement récent touche considérablement les **systèmes biologiques terrestres**, et note les éléments suivants :

- Une manifestation plus précoce des phénomènes printaniers, tels que la feuillaison, la ponte et la migration des oiseaux.
- Le déplacement vers les pôles et l'accroissement des aires de répartition des espèces végétales et animales.

Il est fort probable (80 %) que les systèmes naturels liés à **la neige, à la glace et au sol gelé** (y compris le pergélisol) subissent des effets, dont les suivants :

- L'accroissement de la superficie des lacs glaciaires et de leur nombre.
- Une plus grande instabilité du sol dans les régions de pergélisol ainsi que des avalanches de pierres dans les régions montagneuses.

*Comme dans tous ses rapports, le GIEC utilise un cadre normalisé pour aborder les incertitudes lorsqu'il est question des effets des changements climatiques.

- Des changements dans les écosystèmes de l'Arctique et de l'Antarctique, y compris dans les biomes couverts de glace marine, qui touchent les prédateurs de niveau trophique supérieur.

Il est aussi fort probable que les **systèmes hydrologiques** subissent des effets, dont les suivants :

- L'augmentation du ruissellement et un débit de pointe printanier plus précoce dans de nombreux cours d'eau alimentés par les glaciers et la neige.
- Le réchauffement des lacs et des cours d'eau dans de nombreuses régions avec des effets sur la structure thermique et la qualité de l'eau.

Il est enfin également fort probable que les changements que subissent les **écosystèmes biologiques marins et d'eau douce** soient associés à l'augmentation de la température de l'eau et à des modifications connexes de la couche de glace, de la salinité et de l'oxygène ainsi que de la circulation, dont les suivants :

- Le déplacement des aires de répartition et la modification de l'abondance des algues, du plancton et du poisson dans les océans situés à une latitude élevée.
- L'augmentation de l'abondance des algues et du zooplancton dans les lacs situés à une latitude et une altitude élevées.
- La modification des aires de répartition des poissons et leur migration plus précoce dans les cours d'eau.

Il est de plus en plus évident que les changements climatiques ont des effets sur les récifs coralliens, mais il est difficile de les distinguer d'autres formes de stress (p. ex., la surpêche et la pollution). L'élévation du niveau de la mer et le développement humain contribuent également à la perte de zones humides côtières et de mangroves et à l'accroissement des dommages que causent les inondations côtières.

L'évaluation des **systèmes aménagés et humains** est particulièrement difficile étant donné que les facteurs de changement sont vraiment complexes et que le degré de

confiance que le GIEC accorde aux rapports d'évaluation des effets des changements climatiques sur ces systèmes est conséquemment plus faible (50 %) :

- À des latitudes plus élevées de l'hémisphère Nord, les effets sur la gestion agricole et forestière comprennent une plantation printanière plus précoce ainsi que des modifications quant aux perturbations que subissent les forêts en raison des incendies et des animaux nuisibles.
- Certains effets sur la santé humaine, tels que l'augmentation de la mortalité causée par la chaleur en Europe, des changements dans les vecteurs de maladies infectieuses dans certaines parties de ce même continent, et une apparition plus précoce accompagnée d'une augmentation de la production saisonnière de pollen allergène à des latitudes moyennes et élevées de l'hémisphère Nord.
- Des incidences sur les activités humaines dans l'Arctique, dont celles liées à chasse et de plus courtes saisons de déplacement sur la neige et la glace, ainsi que dans les régions alpines de faible altitude, notamment des changements dans les sports de montagne.

Effets ultérieurs : Dans son quatrième rapport, le GIEC estime beaucoup plus probables que dans ses rapports précédents les effets escomptés des changements climatiques au 21^e siècle. Il conclut que le réchauffement devrait être plus important sur les terres à des latitudes plus septentrionales, mais moins important au-dessus de l'océan Austral (près de l'Antarctique) et dans la partie la plus septentrionale de l'Atlantique Nord. Il estime très probable :

- que des phénomènes comme des températures très chaudes, des vagues de chaleur et de fortes précipitations soient plus fréquents;
- que les précipitations augmentent à des latitudes élevées;
- que les précipitations diminuent dans la plupart des régions subtropicales émergées;
- que les cyclones tropicaux (typhons et ouragans) augmentent en intensité.

Il est également très probable que la température moyenne dans le monde augmente de 1,5 à 2,5 °C avec des concentrations de CO₂ dans l'atmosphère qui donneront lieu à d'importants changements dans la structure et le fonctionnement des écosystèmes, dans les interactions écologiques des espèces et dans le déplacement des aires de répartition géographique de ces dernières, ce qui aurait des conséquences surtout négatives sur la biodiversité et les biens et services écosystémiques, par exemple, l'approvisionnement en eau et en nourriture. Au cours de ce siècle, il est probable :

- que la résilience de nombreux écosystèmes augmente en raison d'une combinaison sans précédent des changements climatiques, des perturbations associées (p. ex., des inondations, des sécheresses, des incendies de forêt, des insectes et l'acidification des océans) et à d'autres facteurs (p. ex., la modification de l'utilisation des sols, la pollution, la fragmentation des systèmes naturels et la surexploitation des ressources);
- que l'absorption nette de carbone par les écosystèmes terrestres atteigne un sommet avant le milieu du siècle et

s'affaiblisse ensuite ou même s'inverse, en amplifiant ainsi les changements climatiques;

- qu'environ 20 à 30 % des espèces végétales et animales soient plus fortement menacées d'extinction.

Les autres effets importants comprennent les suivants :

- L'exposition des zones côtières à l'érosion en raison des changements climatiques et de l'élévation du niveau de la mer, faisant en sorte que plusieurs millions de personnes seront touchés par des inondations annuelles d'ici la fin du siècle.
- La santé de millions de personnes sera compromise par l'accroissement de la malnutrition, des maladies diarrhéiques et cardio-respiratoires (ces dernières étant causées par de plus fortes concentrations d'ozone troposphérique), des phénomènes météorologiques extrêmes et des changements dans la répartition géographique de certaines maladies infectieuses.
- Dans l'ensemble, les effets négatifs des changements climatiques sur les systèmes d'eau douce seront plus importants que leurs avantages. Des variations dans les précipitations et les températures modifieront le ruissellement et la disponibilité de l'eau. Bien que l'on prévoie une augmentation de 10 à 40 % du ruissellement d'ici le milieu du siècle à des latitudes élevées et dans certaines régions tropicales humides, les effets bénéfiques seront contrebalancés par les effets négatifs d'une plus grande variabilité des précipitations et du ruissellement. Jusqu'à 20 % des gens vivront dans des régions où les probabilités d'inondation fluviale pourraient augmenter d'ici les années 2080.
- Inversement, on devrait assister à une diminution de 10 à 30 % du ruissellement dans certaines régions sèches à des latitudes moyennes et dans les zones tropicales sèches en raison d'une diminution des précipitations et d'un accroissement de l'évapotranspiration. De nombreuses régions semi-arides (p. ex., le bassin méditerranéen, l'ouest des États-Unis, l'Afrique australe et le nord-est du Brésil) seront touchées par une diminution des ressources hydriques. En dernier lieu, la hausse des températures aura surtout des incidences néfastes sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques des lacs et rivières d'eau douce.
- On doit également s'attendre à une légère augmentation de la productivité des cultures à des latitudes moyennes et élevées, mais à une diminution à des latitudes plus basses.

Le GIEC fait également état des effets régionaux qu'auront les changements climatiques et estime probables ou très probables tous les effets énumérés ci-après, bien que leur ampleur et le moment de leur manifestation varieront en fonction de l'ampleur et du rythme de ces changements.

Afrique

- D'ici 2020, de 75 à 250 millions de personnes pourraient faire face à un stress hydrique accru.
- D'ici 2020 également, dans certains pays, le rendement de l'agriculture pluviale pourrait diminuer de moitié.

- Vers la fin du siècle, en raison de l'élévation de son niveau, la mer devrait submerger des zones basses et très peuplées du littoral. L'adaptation pourrait coûter au moins 5 à 10 % du produit intérieur brut (PIB).
- D'ici 2080, la superficie des terres arides et semi-arides devrait augmenter de 5 à 8 %.

Asie

- D'ici les années 2050, on prévoit une diminution de la disponibilité de l'eau douce en Asie centrale, méridionale, orientale et du Sud-Est, particulièrement dans les grands bassins fluviaux.
- Les régions côtières, particulièrement celles densément peuplées des régions des grands deltas d'Asie méridionale, orientale et du Sud-Est, seront davantage menacées en raison d'une intensification des inondations maritimes, et dans certains de ces deltas, par des inondations fluviales.
- Les changements climatiques devraient aggraver les pressions qu'exercent l'urbanisation et l'industrialisation accélérées.

- La morbidité et la mortalité endémiques causées par les maladies diarrhéiques, principalement en raison des inondations et des sécheresses, sont censées s'aggraver en Asie méridionale, orientale et du Sud-Est.

Australie et Nouvelle-Zélande

- D'ici 2020, on prévoit une importante perte de biodiversité dans certaines zones ayant une grande valeur écologique, y compris la Grande barrière de corail et les Tropiques humides du Queensland.
- D'ici 2030, les problèmes de sécurité hydrique devraient s'intensifier dans le sud et l'est de l'Australie ainsi que dans le Northland et certaines autres régions de l'est de la Nouvelle-Zélande.
- D'ici 2030, la production agricole et forestière devrait décliner dans ces régions en raison de sécheresses et d'incendies.
- D'ici 2050, le développement côtier continu et la croissance démographique dans certaines zones sont censés exacerber les risques.

ÉTUDE DE CAS

Les incendies sont plus intenses, plus graves et plus fréquents en Australie

Les changements climatiques ont influé sur la nature et l'intensité des feux de brousse en Australie, dont ceux qui ont causé un désastre le 7 février 2009 dans l'État de Victoria, selon des spécialistes en gestion de ces feux, des organismes de recherche¹⁶ et des chercheurs¹⁷. Mais la situation s'aggraverait, car les prévisions relatives aux changements climatiques indiquent que le nombre de journées où ces feux seront les plus intenses augmentera de 15 % à 65 % d'ici 2020 (par rapport à 1990) à cause de fortes possibilités d'un réchauffement planétaire, et que le nombre de phénomènes météorologiques catastrophiques propices aux incendies augmentera, passant de 12 emplacements de 1973 à 2009 (soit 36 ans) à 20 emplacements de 2009 à 2020¹⁸. J'ai participé à la lutte contre les feux de brousse en Australie depuis les années 1970 à titre de pompier sur le terrain, de stratège en matière d'incendie et de contrôleur d'incident au cours de très nombreux incendies, mais l'intensité et la violence des feux de février 2009 dans l'État de Victoria a dépassé celles des plus intenses que j'ai connus. Lorsqu'on examine les conditions dans lesquelles ces incendies se sont produits, cette constatation n'est pas surprenante.

Ces incendies ont été précédés d'une grave et longue sécheresse unique dans l'histoire. Dans le centre de l'État de Victoria, la quantité totale de précipitations en 12 ans a été de 10 à 13 % inférieure au nombre enregistré au cours de n'importe quelle période des 12 ans avant 1997¹⁹. À Melbourne, la capitale, une vague de chaleur record a donné lieu à des températures maximales de plus de 30°C tous les jours pendant

les 11 jours qui ont précédé le 7 février, désigné le « samedi noir ». Cela a provoqué l'assèchement et le fanage à grande échelle des matières végétales et des combustibles forestiers. Au cours de ce samedi noir, Melbourne a enregistré la plus haute température jamais atteinte dans cette ville (46°C), et l'humidité y a été inférieure à 10 % pendant de nombreuses heures. Pire encore, l'instabilité atmosphérique a permis à d'importantes colonnes de convection de se former et de donner conséquemment lieu à un grave phénomène météorologique qui a déclenché ces incendies. Des 100 incendies qui ont débuté au cours du samedi noir, les pires ont été ceux provoqués par un système dépressionnaire dans la haute atmosphère. Hormis un incendie dans le sud de l'Australie en 2005, ceux-ci ont été les plus intenses qui soient dans l'histoire de ce pays. La vitesse moyenne de propagation des flammes était de 12 kilomètres à l'heure (km/h), et même plus à certains endroits, mais les tisons qui se trouvaient en avant du feu, poussés par des vents de 100 km/h, ont provoqué la dissémination des feux jusqu'à 35 kilomètres vers l'avant. Cet effet de dissémination extrême a été unique dans l'histoire; on a observé des flammes de plus de 100 mètres de long et la quantité totale de chaleur libérée équivalait à 1 500 bombes atomiques de la taille de celles utilisées à Hiroshima²⁰. Malheureusement, ces feux ont causé 173 décès et la perte de 2 029 résidences. Le phénomène météorologique qui a déclenché ces incendies a été influencé par les changements climatiques et a représenté le phénomène le plus grave par rapport à tout ce que j'avais connu auparavant, tout en constituant un présage des feux auxquels les Australiens peuvent s'attendre à l'avenir.

Source : Graeme L. Worboys

Europe

- Les changements climatiques devraient amplifier les différences régionales quant à la quantité et à la qualité des ressources naturelles et des biens.
- Les effets négatifs comprendront une multiplication des risques de crues soudaines, d'inondations côtières et d'érosion.
- Les régions montagneuses connaîtront un recul des glaciers, une diminution de la couverture neigeuse et une importante perte d'espèces.
- Dans le sud de l'Europe, les changements climatiques restreindront la disponibilité de l'eau, le potentiel hydroélectrique, le tourisme estival et la productivité agricole.

Amérique latine

- D'ici le milieu du siècle, la hausse des températures et la diminution connexe de l'eau dans le sol causeront le remplacement graduel de la forêt tropicale par la savane dans l'est de l'Amazonie.
- De façon analogue, dans certaines régions, la végétation des terres semi-arides sera remplacée par celle des terres arides.
- Dans bon nombre de régions, la biodiversité connaîtra des pertes importantes en raison de la disparition d'espèces.
- La disponibilité de l'eau sera gravement touchée par la fonte des glaciers et une variation de l'intensité des précipitations.

Amérique du Nord

- Le réchauffement que connaîtront les montagnes de l'Ouest causera une diminution du manteau neigeux, une multiplication des inondations hivernales et une diminution du débit estival des cours d'eau, exacerbant ainsi la concurrence à l'égard des ressources en eau.

- Le nombre, l'intensité et la durée des vagues de chaleur auront des effets néfastes sur la santé des populations urbaines.
- Les changements climatiques, le développement et la pollution exerceront des pressions sur les collectivités et les habitats côtiers.

Régions polaires

- Les modifications que subiront les conditions neigeuses et l'état des glaces auront des incidences négatives sur les infrastructures et le mode de vie traditionnel des autochtones.
- Dans les deux régions polaires, des écosystèmes et des habitats déterminés seront vulnérables à des invasions d'espèces.
- La réduction de l'épaisseur et de l'étendue des glaciers, des nappes de glace et de la glace marine, ainsi que les changements que connaîtront les écosystèmes naturels nuiront à de nombreux organismes, y compris les oiseaux migrateurs, les mammifères et les prédateurs de niveau trophique supérieur.

Petites îles

- L'élévation du niveau de la mer est censée exacerber les inondations, les ondes de tempête, l'érosion et d'autres risques côtiers.
- D'ici le milieu du siècle, les changements climatiques diminueront les ressources hydriques dans de nombreuses petites îles, par exemple dans les Caraïbes et le Pacifique, les rendant ainsi insuffisantes pour satisfaire la demande durant les périodes où les précipitations sont faibles.
- Les invasions d'espèces non indigènes se multiplieront en raison de la hausse des températures.



L'eau est une ressource précieuse à Nairobi, au Kenya © Martin Harvey / WWF-Canon



Sculptures dans un glacier, Spitsbergen, Norvège © Steve Morello/WWF-Canon

SOLUTIONS

La lutte contre les changements climatiques exige des modifications aussi importantes que fondamentales de la manière dont on vit, fait des affaires et interagit les uns avec les autres. La principale priorité consiste à réduire les émissions de GES et à augmenter le rythme de séquestration du carbone.

Le présent rapport aborde une importante partie de toute stratégie d'intervention rationnelle, à savoir **le recours aux aires protégées à titre de moyen de conservation des systèmes naturels et semi-naturels, le captage et le stockage du carbone présent dans l'atmosphère, et les mesures visant à ce que les gens et les écosystèmes s'adaptent aux effets des changements climatiques.**

Bien entendu, les aires protégées ne constituent pas une solution complète, et il ne faudrait pas non plus que la confiance qu'on leur porte serve à remplacer ou à miner les efforts destinés à réduire les émissions à la source. Mais ces aires représentent une partie essentielle de la stratégie, bien qu'on les ait souvent négligées jusqu'à présent.

Les interventions internationales et nationales : manière dont les décideurs envisagent le rôle des aires protégées

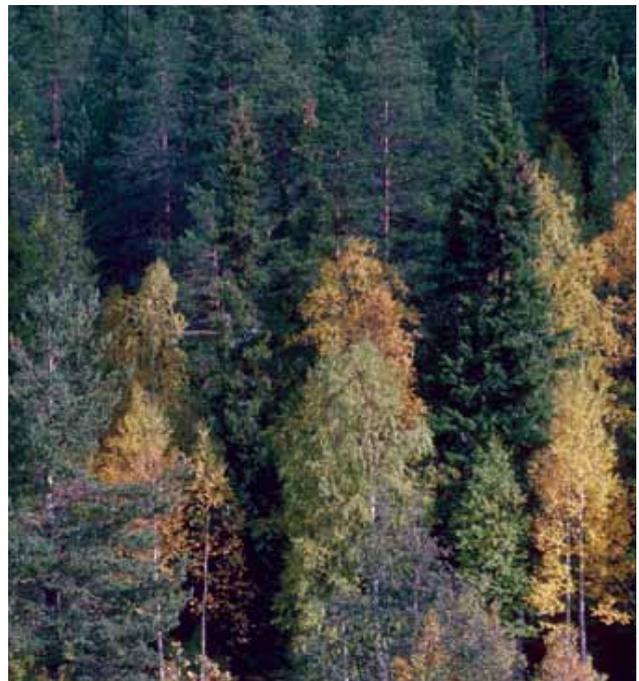
MESSAGES CLÉS

Le GIEC a déterminé que les aires protégées sont essentielles pour atténuer les changements climatiques et s'y adapter, et d'autres entités intergouvernementales ont réitéré ce message, notamment la CDB. Les gouvernements nationaux ont déjà commencé à considérer les aires protégées comme des outils dans leurs propres stratégies d'intervention à l'égard des changements climatiques, mais il faut en faire beaucoup plus.

Les aires protégées sont déjà largement perçues comme un moyen stratégique utile en matière d'adaptation et d'atténuation par les gouvernements et les entités intergouvernementales. Le présent chapitre examine certaines des interventions que les décideurs privilégient.

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) : Ce groupe préconise le recours aux aires protégées comme un élément qui permet de renforcer les capacités d'adaptation aux changements climatiques et d'atténuation de leurs effets, ainsi que de réduire les émissions et la vulnérabilité à ces mêmes changements²¹. Le rapport du GIEC est particulièrement axé sur le rôle que jouent la protection et la gestion des forêts, car elles limitent les répercussions du climat, et il estime qu'étant donné que quelque 65 % du potentiel total d'atténuation se trouve dans les tropiques, on pourrait atteindre la moitié de ce total en réduisant les émissions que provoque la déforestation²². Le rapport indique que les activités d'atténuation en forêt devraient être relativement peu coûteuses et donner lieu à d'importantes synergies avec l'adaptation aux changements climatiques et le développement durable, en offrant des avantages concomitants importants en matière d'emploi, de revenu, de conservation de la biodiversité et de bassins versants, d'approvisionnement en énergie renouvelable et de réduction de la pauvreté²³. Au sujet de la foresterie, le GIEC conclut dans son rapport que **même si la repousse d'arbres résultant d'une protection efficace permettra de séquestrer le carbone, une gestion adaptative des aires protégées permettra aussi de conserver la biodiversité et d'y réduire la vulnérabilité aux changements climatiques**. Par exemple, les corridors écologiques offrent des possibilités de migration à la flore et à la faune, ce qui facilite l'adaptation à l'évolution du climat²⁴. En ce qui a trait aux mécanismes permettant ce genre de situation gagnant-gagnant, le GIEC déclare par ailleurs que les politiques, les mesures et les instruments relatifs aux forêts qui sont efficaces du point de vue environnemental comprennent les suivants :

- Les mesures financières incitatives (nationales et internationales) destinées à augmenter la superficie des forêts, à diminuer la déforestation, et à entretenir et à gérer les forêts.
- La réglementation de l'utilisation des sols et l'application de cette réglementation²⁵.



Sapins et hêtres en automne, Finlande © Mauri Rautkari/WWF-Canon

La combinaison de ces approches convenues en matière de gestion des terres appuyée par des mesures financières incitatives constitue précisément le modèle que fait valoir le présent rapport.

Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) : Cette convention n'a pas encore fait spécifiquement référence aux aires protégées et ses responsables sont en plein milieu d'intenses négociations concernant l'atteinte des niveaux de réduction des émissions. Toutefois, leur Plan d'action de Bali, adopté en 2007, oriente les négociations de Copenhague et réclame plus d'action au sujet des stratégies d'adaptation et d'atténuation, un appel auquel de nombreux pays commencent à donner suite (voir le tableau 1). En juin 2009, le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) a publié un rapport préconisant que la CCNUCC et d'autres instruments tiennent davantage compte du rôle des écosystèmes naturels dans la séquestration du carbone²⁶.

Convention sur la diversité biologique (CDB) : Cette convention a reconnu le rôle que les aires protégées peuvent jouer à l'égard des changements climatiques dans le cadre de son Programme de travail sur les aires protégées (PTAP) : « 1.4.5 : Intégrer les mesures d'adaptation aux changements climatiques à la planification des aires protégées, aux stratégies de gestion et à la conception des systèmes d'aires protégées ». Dans sa recommandation XI/14 formulée au cours de sa onzième réunion, son Organe subsidiaire chargé de fournir des avis scientifiques, techniques et technologiques (SBSTTA) a réclamé des « orientations pour promouvoir la synergie entre les activités qui traitent de la diversité biologique, la désertification, la dégradation des terres et les changements climatiques », ainsi qu'un éventail d'interventions²⁷. Il est probable

que l'examen du PTAP, prévu à la fin de 2010, portera davantage sur l'adaptation aux changements climatiques et l'atténuation de leurs effets dans les politiques relatives aux aires protégées; il en a été fortement question au cours de récentes réunions visant à établir ce prochain plan de travail²⁸. En outre, la CDB et la CCNUCC comptent déjà un groupe de travail mixte qui se penche sur les synergies entre ces deux conventions²⁹.

Autres conventions internationales : Plusieurs autres ententes internationales donnent lieu à l'examen des changements climatiques, notamment la Déclaration du millénaire et ses objectifs pour le développement, le Sommet mondial pour le développement durable et son Plan de mise en œuvre de Johannesburg, la Convention du patrimoine

Les principales conclusions de l'étude mondiale intitulée *Économie des écosystèmes et de la biodiversité* (TEEB) seront publiées en 2010, mais un sommaire sur les changements climatiques publié en 2009, constituant un apport dans les négociations de Copenhague sur les changements climatiques, fait état de questions urgentes à l'attention des décideurs.

Le rapport *Climate Issues Update*⁴⁰ mentionne trois éléments particulièrement importants dont les décideurs devraient tenir compte à Copenhague :

1. L'examen urgent de la perte imminente de **réécifs coralliens** en raison des changements climatiques, ce qui aura de graves conséquences écologiques, sociales et économiques.
2. La conclusion à court terme d'un accord adéquat sur le **carbone des forêts** afin d'atténuer les changements climatiques.
3. La reconnaissance de la rentabilité d'un investissement public dans les **infrastructures écologiques** (particulièrement pour restaurer et conserver les forêts, les mangroves, les bassins fluviaux, les zones humides, etc.), notamment en raison de son important potentiel à titre de moyen d'adaptation aux changements climatiques.

Le document fait également valoir que le fait de considérer les forêts comme une importante option en matière d'atténuation des changements climatiques constituerait un précédent notable ainsi qu'une plateforme éventuelle afin d'établir d'autres moyens de rémunération des services écosystémiques. À cette fin, le TEEB mentionne *qu'une entente mondiale fructueuse marquera l'entrée de la société dans une nouvelle ère qui intégrera l'économie des écosystèmes et de la biodiversité, et ce, pas seulement en démontrant les avantages des écosystèmes, mais en les concrétisant par des récompenses monétaires.* Une telle entente constituerait le début du changement du modèle économique mondial que les responsables du projet TEEB recommandent dans tous leurs rapports.

Toutefois, le rapport indique *qu'il est impossible de gérer ce que l'on ne peut mesurer*. L'évaluation du carbone

séquestré par les forêts est relativement bien établie et précise, mais celle du carbone séquestré par le sol, l'eau et le biote ainsi que des réserves de carbone est moins évoluée et non normalisée, sans compter que l'évaluation des liens entre les services écosystémiques demeure faible. Pour mettre en œuvre une telle entente, il faudra donc mesurer et comptabiliser de façon fiable le stockage et la séquestration du carbone dans divers écosystèmes à l'échelle mondiale.

Le rapport indique également qu'il est important qu'une entente mondiale sur le carbone des forêts prévoie l'évaluation de la réussite des mesures de conservation. Il suggère que les indicateurs d'efficacité de la conservation comprennent :

- les efforts visant à mettre sur pied des activités non agricoles rémunératrices dans les collectivités qui dépendent des forêts;
- l'amélioration de la gestion des aires protégées existantes en augmentant le personnel et le matériel et en concluant des ententes avec les collectivités forestières;
- l'expansion des aires protégées grâce à une nouvelle législation;
- la promotion d'une vérification indépendante de la gestion des aires protégées.

Dans l'ensemble, en matière économique, le rapport indique que « la conservation directe, par exemple au moyen des aires protégées, ou des restrictions visant l'utilisation durable constituent des moyens de maintenir la salubrité et la productivité des infrastructures écologiques et la prestation des services écosystémiques. On constate un très fort indice de rentabilité à condition que l'on inclue aux avantages la valeur des biens et services écosystémiques publics et que l'on chiffre le rendement social des investissements ».

mondial (qui traite explicitement du rôle des aires protégées dans l'atténuation des changements climatiques)³⁰ et la Commission du développement durable des Nations Unies.

Interventions nationales : De plus en plus de gouvernements s'appuient sur les aires protégées pour lutter contre les changements climatiques, même si la plupart d'entre eux n'en tiennent pas compte dans leur Programme d'action national aux fins de l'adaptation. Le tableau 1 donne des exemples d'activités nationales.

En raison de leur complexité, du grand nombre de leurs causes et effets, et des diverses interventions dont ils font l'objet, les changements climatiques exigent une

synergie entre les nombreux instruments internationaux³⁸, une coopération entre les ministères de chaque pays et la participation des différents groupes d'intéressés. Pour le moment, cela n'arrive pas fréquemment, car les gouvernements se concentrent sur les solutions « sales » (réduction des émissions, etc.) et ne tiennent pas toujours compte des conséquences sur les solutions « vertes » ou « bleues » (le carbone stocké dans la végétation terrestre ou dans les mers et les océans). Par exemple, une attention restreinte accordée à la réduction des émissions a encouragé la production de biocarburant, qui, si elle n'est pas adéquatement planifiée, donne fréquemment lieu à une perte supplémentaire de carbone dans les systèmes terrestres. Il faut recourir d'urgence à des approches plus intégrées³⁹.

Tableau 1 : Interventions nationales recourant aux aires protégées pour lutter contre les changements climatiques

Pays	Document	Détails
Australie	Plan d'action national relatif à la biodiversité et aux changements climatiques (2004-2007) ³¹	Ce plan vise à coordonner les activités des différents États de ce pays destinées à lutter contre les effets des changements climatiques sur la biodiversité. Il comprend des stratégies et des mesures relatives aux aires protégées, notamment l'aménagement de nouvelles réserves intégrant une évaluation des effets des changements climatiques (stratégie 5.2 et mesures connexes), plus particulièrement en relation avec les aires marines protégées (stratégies 4.2 et 4.5).
Brésil	Plan national relatif aux changements climatiques (2008) ³²	Ce plan énonce des activités et des mesures d'atténuation des changements climatiques et d'adaptation à ces changements. Il comporte sept objectifs, dont deux relatifs aux forêts, et notamment le suivant : <i>viser à réduire de façon soutenue les taux de déforestation dans toute la biomasse brésilienne, en vue de mettre totalement fin à la déforestation illicite. Les mesures de ce plan comprennent : l'inventaire des forêts publiques à protéger, à préserver et à gérer, ainsi que la création d'un fonds amazonien en vue de rassembler des ressources financières aux niveaux national et international afin de réduire la déforestation, d'utiliser durablement les forêts et de les conserver, particulièrement en Amazonie.</i>
Chine	Programme national relatif aux changements climatiques (2007) ³³	Ce programme énonce des objectifs pour 2010, et il mentionne deux fois la conservation des ressources naturelles. À la section 2.3.4, il indique que pour <i>lutter contre les changements climatiques, il faut améliorer la conservation des forêts et des zones humides, renforcer les capacités d'adaptation aux changements climatiques, et accroître la restauration et le boisement des forêts et des zones humides pour disposer de plus grandes capacités de séquestration du carbone. À la section 3.3.2, il indique par ailleurs qu'en améliorant la conservation des forêts vierges et la gestion des réserves naturelles, ainsi qu'en mettant continuellement en œuvre de grands programmes de restauration écologique, cela permettra d'aménager d'importantes zones de protection écologique et d'améliorer la remise en état écologique naturelle. D'ici 2010, 90 % des écosystèmes forestiers caractéristiques et des grands espaces nationaux de faune et de flore sauvages devraient faire l'objet d'une protection efficace, les zones de réserves naturelles devraient représenter 16 % du territoire total de la Chine et 22 Mha de terres désertifiées devraient être sous contrôle.</i>
Finlande	Stratégie nationale d'adaptation aux changements climatiques (2005) ³⁴	Le réseau d'aires protégées dans les zones alpines et orientales devrait suffire à l'adaptation aux changements climatiques, car il offre la possibilité de <i>contrôler efficacement l'utilisation des terres en vue d'y diminuer le stress d'origine anthropique et favoriser ainsi la conservation des types d'habitat alpin et des habitats d'espèces. Cependant, les aires protégées du sud de la Finlande sont moins étendues et offrent moins de possibilités aux espèces de s'adapter aux changements climatiques. Les interventions comprennent une évaluation internationale plus exhaustive et la constitution d'un réseau d'aires protégées, par exemple dans le cadre de la coopération en mer de Barents.</i>
Inde	Plan d'action national relatif aux changements climatiques (2008) ³⁵	Ce plan énonce huit principales « missions nationales » jusqu'en 2017 et prescrit aux ministères de présenter des plans de mise en œuvre détaillés au conseil du premier ministre sur les changements climatiques. La mission nationale visant à <i>soutenir l'écosystème himalayen est notamment destinée à conserver la biodiversité, la couverture forestière et d'autres valeurs écologiques dans la région de l'Himalaya, là où les glaciers, qui constituent une importante source d'eau pour l'Inde, sont censés fondre à cause du réchauffement planétaire.</i>
Mexique	Programme spécial sur les changements climatiques (examen de l'ébauche en 2009)	Les objectifs de ce programme consistent à étoffer les lignes directrices de la stratégie nationale sur les changements climatiques publiée antérieurement, laquelle a trait à la production et à la consommation d'énergie, à l'agriculture, aux forêts et aux autres utilisations des sols, aux déchets et au secteur privé, et énonce 41 objectifs d'atténuation des changements climatiques ainsi que 95 cibles connexes, la plupart à atteindre d'ici 2012. Il comprend également des plans en vue de préserver, d'agrandir et de relier les aires protégées, de renforcer la résilience des écosystèmes, et de concevoir, de mettre à l'essai et de réaliser des projets REDD ³⁶ .
Afrique du Sud	Stratégie nationale sud-africaine d'intervention à l'égard des changements climatiques (2004) ³⁷	Cette stratégie comporte 22 activités principales concernant un éventail de questions qui s'étendent des projets cadrant avec le Mécanisme pour un développement propre (MDP) à des mesures de protection et de promotion de la santé afin de lutter contre les changements climatiques, ainsi qu'une mesure destinée à <i>dresser des plans de protection des plantes et des animaux ainsi que de la biodiversité marine.</i>

Potentiel du réseau mondial d'aires protégées de contribuer à la lutte contre les changements climatiques

MESSAGES CLÉS

Les aires protégées sont essentielles à la pérennisation des écosystèmes naturels et offrent déjà des fonctions écosystémiques extrêmement importantes. Elles donnent lieu à de nombreuses approches de gestion et types de gouvernance qui facilitent la constitution d'un réseau résilient à l'échelle mondiale.

En quoi consistent les aires protégées?

Bien qu'il existe deux définitions des aires protégées mondiales par l'UICN et la CDB, il est convenu qu'elles véhiculent essentiellement le même message.

- **Définition de l'UICN :** *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 associés⁴¹.*
- **Définition de la CDB :** *Une aire définie géographiquement qui est désignée ou réglementée et gérée pour atteindre des objectifs de conservation spécifiques.*

Les aires protégées sont situées autant à des endroits préservés si rigoureusement que toute visite humaine y est interdite ou sévèrement contrôlée que dans des paysages terrestres et marins protégés où la protection de la biodiversité va de pair avec des activités de production traditionnelles réglementées (même modernes

dans certains cas), le plus souvent avec les collectivités humaines qui y résident. Leur gestion peut relever d'un gouvernement étatique, d'une administration municipale, de fiduciaires sans but lucratif, d'entreprises, de particuliers, de collectivités ou de groupes autochtones. Au fil du temps, les aires protégées se sont plutôt développées d'amont en aval, en passant d'une gestion centralisée des désignations à des systèmes de gestion plus inclusifs, participatifs et diversifiés. Une typologie reconnue internationalement énonce différentes approches comportant six **catégories** d'objectifs de gestion et quatre **types de gouvernance** que l'on peut combiner de diverses façons comme le montre la figure 1.

Les aires protégées d'aujourd'hui visent explicitement la conservation de la biodiversité, bien que la plupart d'entre elles jouent d'autres rôles en offrant des valeurs sociales et culturelles dont tient compte leur gestion. De plus en plus de gouvernements essaient délibérément d'inclure la totalité des espèces et des écosystèmes nationaux dans le réseau d'aires protégées, et à une échelle assez vaste pour soutenir à long terme les populations d'espèces végétales

Carte du réseau mondial d'aires protégées



Figure 1 : Matrice des catégories de gestion des aires protégées et des types de gouvernance de l'UICN

Catégorie de l'UICN (objectif de gestion)	Types de gouvernance de l'UICN										
	A. Gouvernance par les gouvernements		B. Gouvernance partagée			C. Gouvernance privée			D. Gouvernance par des peuples autochtones et des collectivités locales		
	Ministère ou organisme fédéral ou national	Ministère ou organisme local	Délégation de gestion par le gouvernement	Aires protégées transfrontalières	Gestion concertée (influences pluralistes et variées)	Gestion concertée (comité de gestion pluraliste)	Déclarée et administrée par un particulier	Déclarée et administrée par un organisme sans but lucratif	Déclarée et administrée par des particuliers à des fins lucratives	Déclarée et administrée par des peuples autochtones	Déclarée et administrée par des collectivités locales
I – Réserves naturelles intégrales ou zones de nature sauvage											
II – Protection des écosystèmes et fins récréatives											
III – Conservation d'éléments naturels (monuments)											
IV – Conservation des habitats et des espèces											
V – Conservation des paysages terrestres ou marins											
VI – Protection ou utilisation durable des ressources naturelles											

et animales résidentes. La Commission de la sauvegarde des espèces de l'UICN a mentionné que 80 % des mammifères, des oiseaux, des reptiles et des amphibiens sont déjà représentés dans les aires protégées. La plupart d'entre elles ne fonctionnent pas de façon isolée, mais ont besoin d'être interconnectées par des corridors biologiques ou des habitats convenables. Les aires protégées sont donc au cœur de la plupart des stratégies nationales ou régionales de conservation de la biodiversité, mais elles ne constituent pas le seul outil de conservation.

Un réseau mondial : Il existe quelque 120 000 aires protégées désignées* qui couvrent 13,9 % de la surface terrestre, alors que les aires marines protégées couvrent 5,9 % des eaux territoriales et 0,5 % de la haute mer⁴². Il existe également un nombre inconnu d'aires protégées à l'extérieur du réseau géré par les pouvoirs publics, y compris celles protégées par des autochtones et des collectivités locales qui, dans certains pays, offrent une protection comparable à celles constituées par les pouvoirs publics⁴³. Au total, cela représente un investissement considérable par les gouvernements, des fiduciaires, des collectivités locales, des peuples autochtones et des particuliers en vue de protéger la terre et l'eau à des fins de conservation. La constitution de la plupart des aires protégées s'est déroulée au 20^e siècle, et l'établissement de l'ensemble d'entre elles à l'échelle

*Selon la Base de données mondiale sur les aires protégées (WDPA).

mondiale constitue le changement délibéré le plus rapide qui soit en matière de gestion des terres. Mais en dépit de cette croissance rapide, certains écosystèmes sont encore mal protégés, notamment les prairies, les eaux intérieures et le milieu marin. Les possibilités d'accroître la protection diminueront inévitablement au fil du temps à mesure que les terres et l'eau disponibles se feront plus rares.

Finalité : Les aires protégées constituent les pierres angulaires des stratégies nationales et internationales de conservation de la biodiversité. Elles servent de zones de refuge aux espèces et aux processus écologiques qui ne peuvent survivre dans les paysages terrestres et marins fortement aménagés, et fournissent de l'espace à l'évolution naturelle et à la restauration écologique ultérieure. Les aires protégées sont implantées dans les paysages terrestres et marins en formant généralement le cœur des écosystèmes naturels restants, et contribuent ainsi à la constitution, à la structure et au fonctionnement des écosystèmes à plus grande échelle, bien au-delà de leurs propres limites.

Les aires protégées offrent également une grande variété d'avantages humains plus immédiats. Les gens qui vivent à proximité ainsi qu'à l'échelle nationale et internationale tirent parti des ressources génétiques provenant des espèces sauvages, des services écosystémiques, des possibilités de loisirs dans les espaces sauvages et du refuge que les aires protégées peuvent procurer aux sociétés humaines

Tableau 2 : Représentativité écologique de l'ensemble mondial des aires protégées en 2009 illustrant les progrès accomplis en vue d'atteindre l'objectif de la CDB pour 2010⁴⁴.

Biome	Superficie (km ²)	% d'aire protégée
Prairies, savanes et terres arbustives tempérées	10 104 060	4,1
Forêts boréales et taïga	15 077 946	8,5
Forêts de conifères tropicales et subtropicales	712 617	8,7
Forêts, terres boisées et broussailles méditerranéennes	3 227 266	10,2
Forêts décidues sèches tropicales et subtropicales	3 025 997	10,4
Déserts et terres arbustives xériques	27 984 645	10,8
Forêts tempérées décidues et mixtes	12 835 688	12,1
Forêts de conifères tempérées	4 087 094	15,2
Prairies, savanes et terres arbustives tropicales et subtropicales	20 295 424	15,9
Forêts décidues humides tropicales et subtropicales	19 894 149	23,2
Prairies et terres arbustives alpêtres	5 203 411	27,9
Mangroves	348 519	29,1
Prairies et savanes inondées	1 096 130	42,2



Prairies, Bosnie-Herzégovine © Michel Gunther / WWF-Canon

traditionnelles et vulnérables. La plupart des gens croient que la société humaine a l'obligation morale de prévenir la perte d'espèces que causent ses activités. Les aires protégées les plus notoires sont aussi importantes pour le patrimoine d'un pays que peuvent l'être par exemple la cathédrale Notre-Dame de Paris ou le Taj Mahal, et nombre d'entre elles ont des valeurs culturelles et spirituelles irremplaçables en plus de la richesse de leur biodiversité.

Bien que les aires protégées renferment une très grande variété d'éléments, elles font également l'objet de certaines obligations qu'énoncent les définitions de la CDB et de l'UICN. Elles sont toutes identifiables, **délimitées géographiquement** et **reconnues** comme étant protégées. Une telle reconnaissance se fait

*Dans certaines circonstances, les limites des aires protégées peuvent varier au fil du temps; par exemple, lorsqu'elles sont « interdites d'accès » à certaines périodes de l'année afin de protéger les endroits où fraie le poisson, mais sont ouvertes en d'autres temps, même si de tels cas sont exceptionnels.

généralement en vertu d'une loi, mais peut également se faire dans le cadre d'une décision prise par une collectivité ou de la politique d'une fiducie ou d'une entreprise. Les aires protégées ont également besoin d'être **gérées**, et cette gestion peut donner lieu à la décision de ne pas y toucher ou de procéder à une restauration active si elles ont préalablement subi des dégradations ou si elles font l'objet de mesures visant à maintenir l'intégrité des écosystèmes (p. ex., en luttant contre les espèces exotiques envahissantes). Les aires protégées sont désignées dans le but de préserver leur valeur à **long terme**, c'est-à-dire que leur désignation n'est pas temporaire et qu'on ne peut pas l'annuler ou la modifier parce qu'elle constitue un engagement à long terme de gérer rationnellement les écosystèmes et les processus écologiques, et de protéger les espèces. Et c'est précisément parce qu'elles impliquent une protection et une gestion à long terme afin de préserver les écosystèmes naturels qu'elles constituent un moyen si adéquat de s'adapter aux changements climatiques et d'atténuer leurs effets.

Pourquoi faut-il recourir aux aires protégées?

MESSAGES CLÉS

Bien que de nombreux écosystèmes naturels et gérés peuvent aider à s'adapter aux changements climatiques ou à atténuer leurs effets, les aires protégées offrent plusieurs avantages : une reconnaissance (généralement d'un point de vue juridique), un engagement à long terme en matière de protection, des méthodes convenues de gestion et de gouvernance, ainsi que la planification de la gestion et des capacités de gestion. Il s'agit le plus souvent de la solution la plus rentable, et dans bon nombre de cas, elles renferment les seuls habitats naturels ou semi-naturels restants dans de vastes étendues.

La plus grande partie de ce rapport a trait au rôle que peuvent jouer les écosystèmes naturels en vue d'aider les collectivités humaines à atténuer les changements climatiques et à s'y adapter. En théorie, il est possible de gérer un écosystème naturel ou semi-naturel pour qu'il contribue à l'atténuation des changements climatiques et à l'adaptation à ces changements, peu importe le système de gouvernance, qu'il s'agisse de terres inutilisées, de terres autochtones ou de terres préservées à titre de réserves stratégiques. Il en va de même pour de nombreux écosystèmes sous gestion. Les gouvernements et les autres propriétaires fonciers doivent être créatifs en trouvant des moyens de prendre en compte et de conserver les valeurs des écosystèmes au sein des habitats naturels et culturels. Les peuples autochtones et les collectivités locales connaissent généralement les valeurs des systèmes naturels et peuvent les avoir gérés de manière à ce qu'elles durent pendant des millénaires⁴⁵.

Toutefois, de nombreux systèmes de gestion traditionnels se détériorent en raison des pressions extérieures, notamment de la part de la population et en raison des demandes d'accès aux ressources naturelles, sans compter parfois les changements sociaux que subissent les collectivités. Les écosystèmes se dégradent à mesure que les services qu'ils fournissent se détraquent ou s'interrompent. Mais le système économique mondial peut exacerber ce processus, à moins qu'il soit instauré en vertu d'un rigoureux cadre stratégique national et international.

Même s'il est tout à fait établi que les systèmes naturels renferment de précieuses valeurs, celles-ci reviennent habituellement de manière dispersée à de nombreuses personnes d'une collectivité, et même de manière encore plus ténue à la collectivité nationale ou internationale sous forme de services écosystémiques. Pour un particulier ou une entreprise, il est généralement plus profitable de se servir des ressources de façon non écologique. Par exemple, un bassin versant forestier peut être profitable pour les collectivités en aval en leur fournissant de l'eau propre ayant une forte valeur commerciale, mais le particulier qui possède la terre peut

généralement réaliser un profit immédiat en vendant le bois d'œuvre même s'il compromet la qualité de l'eau et son approvisionnement. Les aires protégées offrent des moyens de préserver les avantages mondiaux et locaux qu'offrent les écosystèmes autant à court qu'à long terme.

Les aires protégées sont plus avantageuses que d'autres systèmes de gouvernance pour gérer les terres et les ressources naturelles, en raison de la contribution qu'elles peuvent apporter dans les deux domaines que constituent l'adaptation aux changements climatiques et l'atténuation de leurs effets. Les aires protégées jouent particulièrement les rôles énumérés ci-dessous.

En matière de gouvernance et de protection, les aires protégées :

- ont des limites établies pouvant servir à mesurer les puits et le stockage du carbone ainsi que les services écosystémiques;
- fonctionnent en vertu d'un cadre juridique ou de tout autre cadre efficace offrant un mécanisme stable et durable pour gérer les écosystèmes aquatiques et terrestres;
- sont dotés de structures de gouvernance convenues afin de répondre à un éventail de critères sociaux et culturels;
- s'appuient sur de nombreux accords et conventions (CDB, Patrimoine mondial, Ramsar, Programme sur l'homme et la biosphère de l'UNESCO, CITES, etc.), ainsi que sur des accords régionaux, tels que Natura 2000, qui offrent des cadres stratégiques, des outils et un soutien politique;
- prennent en compte les valeurs culturelles et sociales des aires protégées et disposent de l'expérience et des connaissances nécessaires pour mettre en place des approches accessibles et locales et faire participer la population de façon légitime et efficace à la gestion.

En matière de permanence, les aires protégées :

- reposent sur un engagement de gestion continue et à long terme des écosystèmes et des ressources naturelles;
- attirent l'attention locale, nationale et internationale sur une aire protégée déterminée afin de mieux la protéger.

En matière d'efficacité, les aires protégées :

- ont démontré leur efficacité à préserver les écosystèmes naturels et les services qu'ils rendent, particulièrement dans les paysages terrestres et marins;
- s'appuient sur des plans de gestion pouvant faciliter des interventions rapides en fonction de nouvelles informations ou conditions liées aux changements climatiques;
- disposent d'un personnel et d'un équipement les dotant de compétences et de capacités en matière de gestion, notamment quant à la manière de gérer les écosystèmes pour qu'ils fournissent un éventail de services essentiels à l'adaptation aux changements climatiques;
- offrent la possibilité de transférer l'expérience acquise en matière de planification et de gestion des aires protégées afin d'élaborer des stratégies d'atténuation et d'adaptation de plus grande portée pour les paysages terrestres et marins;
- peuvent tirer parti des mécanismes de financement existants, notamment les dotations budgétaires gouvernementales et le financement du Fonds pour l'environnement mondial (FEM) et de l'initiative LifeWeb;

- sont soutenus par des réseaux de spécialistes prêts à dispenser conseils et assistance, notamment l'UICN-CMAP et les ONG qui se consacrent à la conservation de l'environnement.

En matière de surveillance, de contrôle et de reddition de comptes, les aires protégées :

- sont soutenus par les engagements qu'ont pris les gouvernements dans le cadre de la CDB, lesquels consistent à établir des réseaux d'aires protégées écologiquement représentatifs;
- disposent de sources de données structurées et exhaustives permettant d'établir des bases de référence et de faciliter la surveillance, dont les catégories de gestion, les types de gouvernance et la Liste rouge de l'UICN, ainsi que la Base de données mondiale sur les aires protégées gérée par le Centre mondial de surveillance continue de la conservation de la nature du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE-WCMC) (il faudrait renforcer ces systèmes pour qu'ils soient conformes aux exigences de la CCNUCC).

Le Programme de travail sur les aires protégées (PTAP) de la CDB a donné lieu à certaines réalisations importantes entre 2004 et 2009

Ce programme est largement considéré comme l'activité la plus fructueuse de la CDB, et il a été le premier à donner lieu à l'établissement d'objectifs mesurables afin de pouvoir surveiller les progrès accomplis. Bien que sa mise en œuvre soit encore incomplète et variable, depuis son instauration, en 2004, les mesures qu'il préconise ont suscité d'importants progrès, dont les suivants :

- 27 pays ont déclaré avoir constitué quelque 5 900 nouvelles aires protégées couvrant environ 60 Mha en espace terrestre et marin.
- 34 % d'augmentation d'aires protégées transfrontalières entre 2005 et 2007.
- 30 % d'aires protégées sont maintenant dotées de plans de gestion, et d'autres plans sont en voie d'élaboration pour 30 % de plus.
- De nombreux pays disposent de cadres législatifs et stratégiques afin d'assurer le partage équitable des coûts et avantages découlant de la constitution et de la gestion d'aires protégées, ainsi que de lois et politiques connexes qui prescrivent explicitement la participation des intéressés, des autochtones et des collectivités locales à la planification, à la constitution et à la gestion des aires protégées (bien que la mise en œuvre de ces politiques et cadres juridiques nécessite des ajustements).
- Une étude des conclusions d'une évaluation de l'efficacité de la gestion dans 2 322 aires protégées a permis d'établir que 86 % avaient satisfait aux critères d'une gestion efficace, parmi lesquels 22 % ont fait preuve d'une gestion saine⁴⁶.

Lorsque les aires protégées sont bien gérées, elles constituent une solution rentable afin d'appliquer des stratégies d'intervention à l'égard des changements climatiques, car les coûts de mise en place sont déjà amortis et les coûts socioéconomiques sont compensés par les services que rendent ces aires. Par ailleurs, elles font preuve d'une plus grande efficacité lorsqu'elles disposent de capacités de gestion adéquates et rentables, de structures de gouvernance convenues et d'un fort soutien de la part de la population qui y réside. Idéalement, les stratégies de plus grande portée visant les paysages terrestres et marins devraient prendre en compte les besoins des aires protégées, notamment en matière de conservation. Les aires les mieux protégées constituent des modèles dont on peut s'inspirer pour entretenir et gérer les écosystèmes naturels. À de nombreux endroits où les pressions qu'exerce la population ou le développement sont particulièrement fortes, les aires protégées représentent les seuls écosystèmes naturels restants et jouent donc un rôle des plus essentiels en régulant la fourniture des services écosystémiques.

Le présent rapport expose les avantages que des réseaux d'aires protégées conçus et gérés adéquatement peuvent offrir relativement aux changements climatiques, et énonce les mesures nécessaires pour qu'un réseau mondial de ces aires soit constitué et géré de façon efficace.

Les aires protégées préservent-elles efficacement les écosystèmes et le carbone qu'ils contiennent?

L'utilité des aires protégées à maintenir les fonctions écosystémiques et à fournir les services qui en découlent dépendent d'un certain nombre de facteurs, dont : l'intégrité des terres se trouvant à l'extérieur des limites d'une aire protégée, et par conséquent la valeur ajoutée qu'offre cette aire; l'efficacité d'une aire protégée à servir de zone tampon contre les menaces anthropiques; l'effet de « déplacement » que la création d'une aire protégée



Fidjiens célébrant la constitution d'une nouvelle aire protégée marine © Brent Stirton/Getty Images

peut avoir sur l'utilisation des sols, car elle peut porter atteinte à des fonctions écosystémiques à un autre endroit.

Les recherches sur l'efficacité des aires protégées ont porté sur les avantages qu'elles peuvent offrir en vue de réduire la perte nette d'habitats, ainsi que leur dégradation. Une étude exhaustive a donné lieu à l'examen des menaces anthropiques auxquelles font face 92 aires protégées dans 22 pays tropicaux, et a permis de conclure que la majorité d'entre elles réussissent en effet à protéger les écosystèmes. Elles y arrivent plus précisément en stoppant le défrichement des terres ainsi qu'en prévenant l'exploitation forestière illicite, la chasse, les feux et le pâturage des animaux domestiques comparativement aux aires qui ne sont pas protégées⁴⁷. Une autre étude portant sur 330 aires protégées du monde entier menée par le WWF et la Banque mondiale, à l'aide d'une méthodologie cohérente, a permis de conclure que l'état de la biodiversité y était uniformément très bon⁴⁸. Une vaste étude mondiale, coordonnée par l'University of Queensland, a consisté à analyser les évaluations de l'efficacité de la gestion dans plus de 2 300 aires protégées et a permis d'établir que 86 % d'entre elles satisfaisaient à leurs propres critères de saine gestion⁴⁹. Une autre étude d'envergure réalisée en 2008 a évalué l'efficacité des aires protégées en fonction du défrichement qu'elles ont permis d'éviter, et ce, en procédant à une analyse de métadonnées qui visait 22 pays et 49 emplacements. Cette étude a permis de conclure que les aires protégées font l'objet d'un défrichement plus restreint que les terres qui les entourent et que ce

défrichement est encore plus faible à l'intérieur de leurs limites lorsque des mesures de protection y sont imposées⁵⁰. Par ailleurs, un rapport récent compare les divers types de gestion des aires protégées (à l'aide des catégories de l'UICN) dans quatre régions tropicales : l'Amazonie, la côte de l'Atlantique, l'Afrique occidentale et le Congo. La méthodologie comprenait une évaluation des changements subis par la végétation naturelle à diverses distances à l'intérieur et à l'extérieur de ces aires protégées. Les chercheurs ont souligné le fait que le degré de protection de la végétation naturelle par les aires protégées dépend du contexte géographique, lequel peut varier grandement dans ces régions. Ils ont cependant considéré que les aires protégées étaient efficaces, en plus de constater que la couverture forestière était élevée à l'intérieur des réserves, et même remarquablement plus élevée que celle des aires environnantes où le degré d'anthropisation était considérable⁵¹.

Bien qu'il n'existe présentement aucune évaluation exhaustive de l'efficacité du réseau mondial d'aires protégées à préserver les écosystèmes et les services qu'ils rendent, cette efficacité est déjà évaluée de façon plus détaillée que celle de la plupart des systèmes comparables de gestion des sols et de l'eau. On a en effet constaté que leur rendement est meilleur que les aires qui les entourent. Sans les aires protégées, les défis que présente la perte de biodiversité et de services dont dépendent les collectivités humaines seraient beaucoup plus importants.

Modes de contribution des aires protégées à l'adaptation aux changements climatiques et à l'atténuation de leurs effets

MESSAGES CLÉS

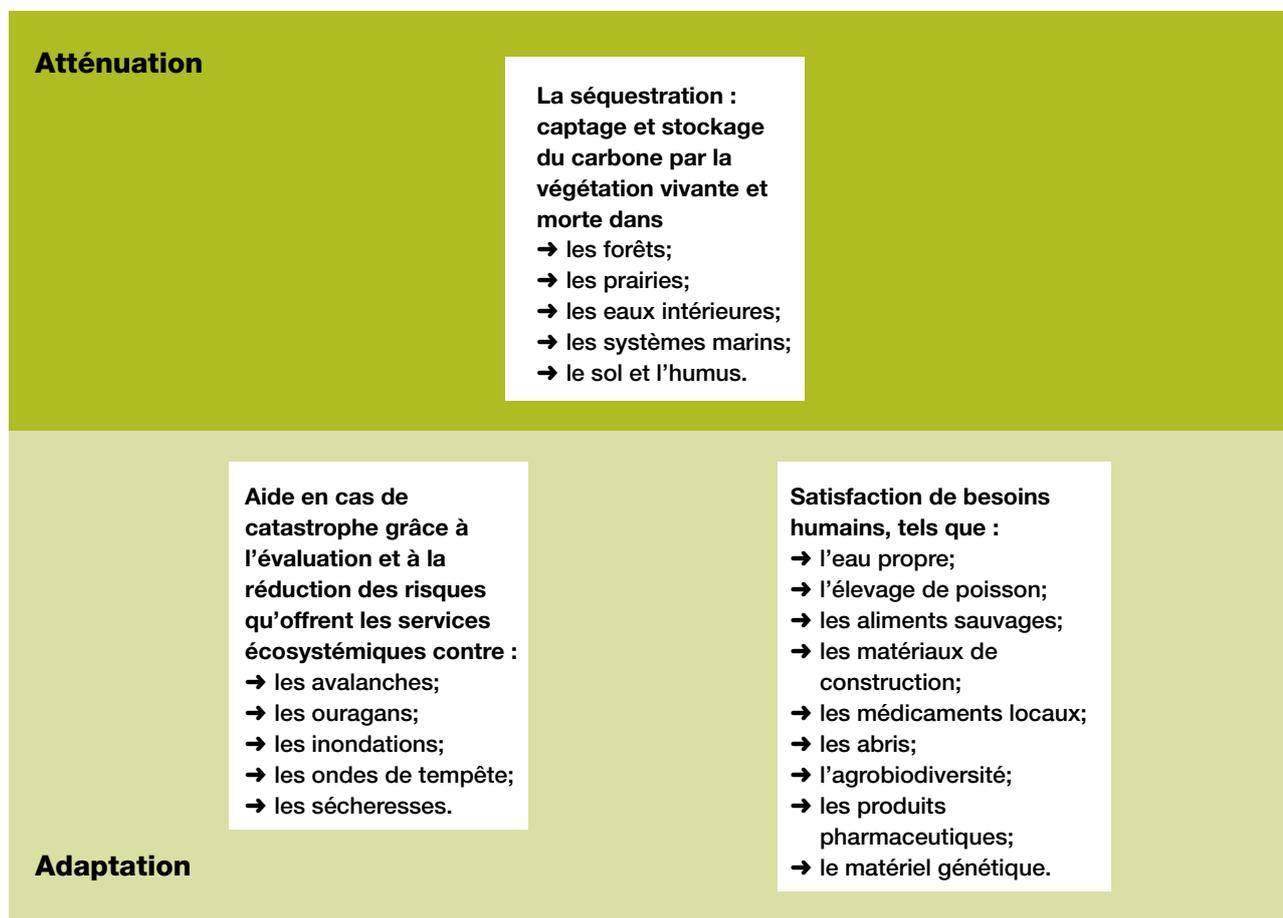
Les aires protégées peuvent aider la nature et la société à atténuer les changements climatiques en séquestrant et en stockant le carbone dans les écosystèmes naturels, et en leur permettant de s'adapter aux changements en cours et prévus grâce à la fourniture de diverses formes de services écosystémiques.

Les aires protégées peuvent à la fois servir à **s'adapter aux changements climatiques et à atténuer leurs effets**. L'atténuation se produit en stockant et en éliminant le carbone qui serait rejeté ou retenu dans l'atmosphère, alors que l'adaptation se produit grâce à la fourniture d'un éventail de biens et de services environnementaux qui pallient directement certains des effets que les changements climatiques peuvent avoir sur la population. Ces rôles sont grandement passés inaperçus ou ont été sous-estimés par le passé; au

mieux, on les a tenus pour acquis. Les sections qui suivent comblent des lacunes dans les connaissances et exposent de quelle manière il faut optimiser le potentiel des aires protégées pour qu'elles contribuent aux stratégies d'intervention à l'égard des changements climatiques.

Les trois principaux avantages qu'offrent les aires protégées sont résumés dans la figure 2 et exposés plus en détail dans les sections 2 et 3.

Figure 2 : The three “pillars” of protected area benefits



Section 2

Rôle des aires protégées en matière d'atténuation

La présente section expose de quelle manière les aires protégées contribuent à l'atténuation des changements climatiques (captage, stockage et prévention des pertes de carbone) dans les forêts, les eaux intérieures et marines, les prairies et les systèmes agricoles. Bien que la quantité de carbone séquestré varie selon les biomes, ceux-ci ont des caractéristiques communes, dont les suivantes :

- Tous les biomes stockent d'importantes réserves de carbone.
- Tous les biomes peuvent capter du dioxyde de carbone dans l'atmosphère, même si on ne sait pas vraiment parfois quels sont les flux nets.
- Les changements actuels dans l'utilisation des terres et de l'eau provoquent une perte du carbone stocké, généralement à un rythme accéléré.
- Certains de ces changements diminuent également la capacité des écosystèmes à capter davantage de dioxyde de carbone.
- La plupart des écosystèmes peuvent conséquemment passer de l'état de puits de carbone à celui de sources nettes en fonction de certains facteurs, dont la manière dont ils sont gérés et la nature et la portée des menaces externes.
- Les changements climatiques donneront vraisemblablement lieu à une réaction négative, c'est-à-dire qu'à mesure que les changements climatiques s'intensifieront, ils pourraient diminuer le potentiel de séquestration du carbone des écosystèmes naturels (par exemple, en multipliant et en aggravant les incendies et les sécheresses).
- Les aires protégées ont un rôle à jouer en préservant le carbone qui est actuellement stocké dans les écosystèmes naturels et en captant davantage. Une gestion efficace permettra de veiller à ce que les aires protégées continuent de servir de puits de carbone plutôt que de sources.



Réserve naturelle de Srebarna, Bulgarie © Nigel Dudley

Potentiel d'atténuation des aires protégées

Bien que les études soient encore préliminaires, des recherches menées actuellement par le PNUE-WCMC indiquent déjà que les aires protégées contiennent une réserve considérable de carbone que l'on estime au bas mot à 15 % du stock de carbone terrestre, tel que l'indique le tableau 3. Le carbone n'est pas réparti uniformément dans le monde et 60 % de celui qui contiennent les aires

protégées se trouvent dans les Amériques et en Afrique. La proportion des stocks régionaux qui contiennent les aires protégées varie elle aussi énormément, soit de plus de la moitié du total au Groenland jusqu'à un peu plus de 4 % dans le Pacifique. Les implications que cela peut avoir sont exposées en détail dans la section suivante au sujet d'un certain nombre de biomes essentiels.

Tableau 3 : Estimation du carbone stocké dans les aires protégées de différents biomes⁵²

	Région	Stock de carbone (en Gt)		Pourcentage
		Total	dans les aires protégées	dans les aires protégées
1	Amérique du Nord	388	59	15,1
2	Groenland	5	2	51,2
3	Amérique centrale et Caraïbes	16	4	25,2
4	Amérique du Sud	341	91	26,8
5	Europe	100	14	13,6
6	Nord de l'Eurasie	404	36	8,8
7	Afrique	356	49	13,7
8	Moyen-Orient	44	3	7,8
9	Asie du Sud	54	4	7,2
10	Asie de l'Est	124	20	16,3
11	Asie du Sud-Est	132	20	15,0
12	Australie et Nouvelle-Zélande	85	10	12,0
13	Pacifique	3	0	4,3
14	Antarctique et îles périphériques	1	0	0,3

Note : Les chiffres relatifs au stock de carbone sont arrondis, mais les pourcentages se fondent sur les chiffres réels.

Les forêts et l'atténuation

MESSAGES CLÉS

Les forêts contiennent le plus important stock de carbone terrestre de la planète et les vieux peuplements continuent d'en séquestrer, mais ils risquent de perdre cette caractéristique en raison de la déforestation, de leur dégradation et des effets à plus long terme des changements climatiques. Les aires protégées constituent un important moyen de préserver et d'augmenter les réserves de carbone dans les forêts, bien qu'il faille les gérer avec soin pour qu'elles réussissent à remplir cette fonction.

Le potentiel

Les forêts contiennent des stocks considérables de carbone, mais la déforestation et leur dégradation sont perçues comme d'importants facteurs des changements climatiques. Le GIEC estime que la perte et la dégradation des forêts sont conjointement responsables de 17 % des émissions de carbone dans le monde, soit la troisième plus importante source de GES qui dépasse l'ensemble du secteur des transports à l'échelle mondiale⁵³. Selon l'Eliasch Review, sans une réduction substantielle de la déforestation, le coût économique mondial des changements climatiques causé par la perte de forêts pourrait atteindre 1 billion de dollars américains par année d'ici 2100⁵⁴. D'autres estimations récentes des conséquences de la conversion des terres sur les émissions de GES en arrivent généralement aux mêmes conclusions⁵⁵. Presque toutes les pertes de forêts se produisent dans les pays en développement.

L'arrêt et l'inversion de la perte et de la dégradation de forêts, particulièrement dans les tropiques, représentent donc l'un des plus urgents défis à relever dans le cadre de la lutte contre les changements climatiques, et ce fait est largement reconnu par des entités intergouvernementales telles que le GIEC⁵⁶, ainsi que des chercheurs⁵⁷, des gouvernements⁵⁸ et des ONG^{59,60}. Chacun des principaux types de forêts dans le monde a un différent potentiel de stockage du carbone et présente des possibilités et défis différents pour les décideurs. Il est question des plus importants ci-après.

Les forêts tropicales : Elles contiennent les plus importantes réserves de carbone terrestre et représentent encore des puits actifs, même si la déforestation et la dégradation des forêts continuent d'amenuiser leur rôle, y compris leur conversion en terres cultivées⁶¹ et en pâturages⁶², et avec les biocarburants⁶³ tels que le soya⁶⁴

ÉTUDE DE CAS

Des études portant sur les forêts matures du Gabon illustrent l'importance d'une conservation efficace à long terme pour le captage et le stockage du carbone.

Le gouvernement du Gabon a établi son réseau de parcs nationaux en 2002, et celui-ci comprend 13 aires protégées et occupe plus de 10 % de l'ensemble de la superficie terrestre du pays. La déforestation n'y constitue pas un problème étant donné que les pressions que la population exerce sur les ressources forestières sont faibles et que la politique gouvernementale en matière de développement se fonde en partie sur la foresterie. Compte tenu de la vaste étendue de ses forêts, ce pays dispose d'une riche biodiversité et il est considéré comme un point névralgique pour la faune et la flore des forêts tropicales humides.

En collaboration avec d'autres scientifiques, des chercheurs de la Wildlife Conservation Society (WCS) ont mené des études sur la séquestration continue

du carbone dans les forêts matures du pays, et ont découvert qu'entre 1968 et 2007, le stockage aérien de cette substance dans les arbres vivants augmentait dans les emplacements étudiés. L'extrapolation à des éléments forestiers non mesurés (racines vivantes, petits arbres et nécromasse) ainsi que la mise à l'échelle par rapport au continent donnent lieu à une augmentation totale du stockage du carbone dans les arbres des forêts tropicales africaines qui a représenté approximativement 260 Mt⁹⁷ au cours de cette période.

Cette étude montre que même si l'on pensait que les nouvelles forêts à croissance rapide constituaient les meilleurs puits de carbone, les forêts matures du Gabon continuent de fixer le nouveau carbone et d'agir comme des puits. Cela illustre l'importance des aires protégées des régions qui comptent de vieilles forêts telles que celles du Gabon en vue d'atténuer les changements climatiques.

Source : WCS

qui s'avèrent une nouvelle cause importante des pertes. Des estimations de la quantité de carbone stockée dans les forêts tropicales humides varient de 170 à 250 tonnes à l'hectare (t/ha)^{65,66,67}, et la capacité des forêts à stocker le carbone dépend en partie du nombre d'espèces ligneuses

ÉTUDE DE CAS

Les aires protégées de Bolivie, du Mexique et du Venezuela comptent environ 25 Mha de forêts et stockent plus de 4 Gt de carbone; on estime que cela représente 45 à 77 milliards de dollars américains quant au coût des dommages évités à l'échelle mondiale⁹⁸.

Bolivie : On estime que les forêts tropicales situées dans les aires protégées de ce pays stockent environ 745 Mt de carbone dont la valeur représente 3,7 à 14,9 milliards de dollars américains selon le prix courant international (soit 5 \$US au minimum et 20 \$US au maximum la tonne). La déforestation constitue une réelle menace étant donné qu'elle a déjà donné lieu à la perte de presque 10 % de la couverture forestière à cause de l'exploitation des forêts, de la conversion à des fins agricoles et de peuplement humain, et d'incendies.

Mexique : Plus de 2,2 Gt de carbone sont stockés dans les aires protégées fédérales et étatiques de ce pays, et même à un prix très prudent, ce service vaut au moins 34 milliards de dollars américains. En outre, les zones basses du littoral mexicain sont vulnérables à l'élévation du niveau de la mer, particulièrement le delta du Rio Bravo, la lagune Alvarado et le cours inférieur du fleuve Papaloapan, le delta des rivières Grijalva, Mezcapala et Usumacinta, ainsi que les baies de Los Petenes et de Sian Ka'an Chetumal. Des aires protégées ont été constituées dans quatre de ces cinq emplacements en vue de protéger les agglomérations côtières, de minimiser l'érosion du littoral et de contribuer à réduire les dommages que provoquent les tempêtes et les raz-de-marée.

Venezuela : Le stockage du carbone y est actuellement estimé à 1 milliard de dollars américains dans le parc national Canaima, à 94 millions de dollars américains dans la réserve forestière d'Imataca et à 4,5 millions de dollars américains dans le parc national de Sierra Nevada. Le gouvernement a déterminé que presque 20 Mha de forêts ont la capacité d'atténuer les changements climatiques en ayant un potentiel de stockage de plus de 1,4 Gt estimé entre 7 et 28 milliards de dollars américains. De 1990 à 2005, le Venezuela a perdu 7,5 % de ses forêts et de ses habitats boisés.

Source : TNC

de grande taille⁶⁸ (ce qui laisse entendre qu'une forêt exploitée est moins utile qu'une forêt vierge). La plus grande quantité de carbone stocké se trouve dans la biomasse aérienne, soit 160 t/ha, alors que cette quantité est de 40 t/ha dans la biomasse souterraine et de 90 à 200 t/ha dans le sol⁶⁹. De récentes recherches ont fortement prouvé que les forêts tropicales humides continuent de séquestrer du carbone lorsqu'elles ont atteint le stade de forêts anciennes, et ce, autant en Amazonie⁷⁰ qu'en Afrique⁷¹, ce qui renforce la thèse favorisant la préservation des forêts naturelles. Toutefois, les effets des changements climatiques peuvent diminuer ou même inverser cette séquestration, car, par exemple, le seul fait d'assécher l'Amazonie pourrait provoquer une importante perte supplémentaire de carbone⁷². D'autres forêts tropicales telles que les forêts miombo stockent moins de carbone par hectare, mais leur réservoir total de carbone peut être plus grand parce que ces forêts couvrent une importante superficie. Dans le cadre de recherches menées dans les forêts miombo naturelles de l'Afrique du Sud, on a mesuré 94 à 48 mégagrammes de carbone à l'hectare (Mg/ha), une quantité qui diminue notablement, soit de 9 à 28 Mg/ha lorsque du maïs remplace les arbres⁷³. Quelque 50 à 80 % du stock total de carbone dans les forêts miombo se trouvent dans la partie supérieure du sol, à savoir 1,5 m⁷⁴, mais le rythme d'accumulation dans le sol est très lent après un déboisement⁷⁵.

Les forêts boréales : On les trouve principalement au Canada, en Alaska, en Russie et en Scandinavie, et elles comprennent des peuplements mixtes de conifères et de feuillus qui poussent généralement lentement et comptent peu d'espèces. Elles renferment le deuxième plus important stock de carbone terrestre, principalement dans le sol et dans la couche de feuilles mortes, en moyenne de 60 à 100 t/ha^{76,77}. On s'est demandé pendant longtemps si les vieilles forêts boréales continuaient de séquestrer du carbone, mais les plus récentes recherches attestent que c'est le cas⁷⁸. Le rôle que joueront les forêts boréales à l'avenir demeure toutefois incertain en raison des répercussions écologiques des changements climatiques envisagés, notamment les dommages de plus en plus grands causés par les incendies et les insectes. La perte de carbone est proportionnelle à la fréquence des incendies⁷⁹, et la modélisation du climat fait présager une augmentation considérable de ces incendies en Russie et au Canada en raison de l'augmentation des températures⁸⁰, ce qui signifie que le biome, au lieu d'un puits, deviendrait une source de carbone, à moins que des stratégies telles que la gestion des feux puissent contribuer à réduire ce risque.

Les forêts tempérées : Bien que la superficie des forêts tempérées ait connu une réduction considérable au cours des années⁸¹, elle est en train de s'agrandir dans de nombreuses régions^{82,83} et ces forêts reconstituent activement leurs réserves de carbone. Des modifications dans les politiques relatives à l'utilisation des sols ainsi que dans la répartition de la population signifient que cette tendance devrait se poursuivre dans bon nombre



Forêt tropicale humide dans l'ouest du bassin du Congo, Gabon © Martin Harvey / WWF-Canon

de pays. De récentes recherches ont permis de découvrir que le plus important stockage connu de carbone (matières vivantes et mortes) se produit dans les forêts tempérées d'*Eucalyptus reglans* d'Australie avec une moyenne de 1 867 t/ha. Les chercheurs indiquent que les critères les plus importants d'une forte teneur en carbone comprennent

les suivants : i) des températures relativement fraîches et d'abondantes précipitations qui provoquent une forte croissance, mais une décomposition lente; ii) des forêts plus vieilles, pluriétagées et d'âges divers qui ont connu peu de dérangements⁸⁴. Il existe également de plus en plus d'options de reforestation dans de nombreuses régions

tempérées, ce qui contribue aux avantages qu'offre le carbone⁸⁵. En Europe, par exemple, les forêts séquestrent actuellement 7 à 12 % des émissions de carbone de ce continent^{86,87}. On estime que le stockage du carbone dans les forêts tempérées varie de 150 à 320 t/ha, soit 60 % dans la phytomasse et le reste dans le sol⁸⁸. Une certaine partie de cette capacité de séquestration pourrait disparaître, notamment en raison des feux de forêts de plus en plus fréquents dans les régions méditerranéennes⁸⁹ et en Australie⁹⁰.

Rôle des aires protégées

Il est largement reconnu que les aires protégées peuvent et doivent jouer un rôle prépondérant en diminuant la perte et la dégradation de forêts^{91,92}. Par exemple, le GIEC définit explicitement le rôle de ces aires en matière de protection, tout en faisant valoir la nécessité d'une saine gestion, lorsqu'il affirme que même si la repousse des arbres grâce à une protection efficace permet la séquestration du carbone, une gestion adaptative des aires protégées permet aussi de conserver la biodiversité et de diminuer la vulnérabilité aux changements climatiques. Il soutient aussi que le fait de protéger légalement les forêts en désignant des aires protégées, des réserves autochtones, des réserves forestières pour les produits non ligneux et des réserves communautaires s'est avéré efficace en préservant le couvert forestier dans certains pays, alors que dans d'autres, le manque de ressources et de personnel entraîne la conversion de forêts légalement protégées à d'autres utilisations⁹³.

De façon analogue, le Partenariat de collaboration sur les forêts, une coalition comprenant 14 organismes de recherche, des organes des Nations Unies et l'UICN, affirme que même si toutes les formes de gestion durable des forêts contribuent à la séquestration du carbone, les aires protégées renforcent la résilience des écosystèmes et des paysages aux changements climatiques, et peuvent offrir un « filet de sécurité » pour l'adaptation aux changements climatiques grâce à leurs ressources génétiques et à leurs services écosystémiques. Il ajoute toutefois que le financement inadéquat de la gestion des aires protégées constitue une entrave importante à l'atténuation des changements climatiques, à l'adaptation à ces changements et à la satisfaction des besoins⁹⁴.

Les aires forestières protégées revêtiront de plus en plus d'importance relativement au climat, mais à condition d'être gérées efficacement et de disposer d'un personnel et de ressources adéquates.

Les recherches menées par le PNUE-WCMC⁹⁵ indiquent que la gestion des aires protégées est beaucoup plus efficace que d'autres types de gestion pour préserver les forêts tropicales. Ce type de gestion n'est pas parfait, mais on estime que dans les aires protégées des pays étudiés, les pertes en forêts tropicales ont représenté 3 % entre 2000 et 2005, ce qui est beaucoup plus que la moyenne. Dans les aires protégées, la déforestation étant régie par des dispositions juridiques, une augmentation du financement et des ressources peut y apporter d'autres améliorations.

SOLUTIONS

Accroître la superficie des aires forestières protégées en agrandissant les aires protégées existantes et en en constituant de nouvelles.

Renforcer l'efficacité de la gestion des aires forestières protégées en multipliant les évaluations fondées sur le cadre d'évaluation de l'efficacité de gestion de la CMAP⁹⁶ et en renforçant les capacités de gestion.

Restaurer les forêts dans les aires protégées, par exemple, dans les zones exploitées, les terres agricoles abandonnées et les endroits où les changements climatiques entravent d'autres utilisations des terres.

Élaborer des méthodes et des critères plus efficaces pour recenser les aires ayant un fort potentiel de stockage et de séquestration du carbone, et y recourir à titre de filtre supplémentaire pour choisir des aires protégées.

Entreprendre la prestation d'une formation en gestion afin de planifier cette gestion en fonction des changements climatiques, notamment pour intervenir probablement à l'égard des régimes d'incendies, du débit des cours d'eau et des espèces envahissantes.

Les zones humides continentales, les tourbières et l'atténuation

MESSAGES CLÉS

Les zones humides continentales, particulièrement les tourbières, stockent des quantités considérables de carbone et leur protection est cruciale. En revanche, elles peuvent être aussi bien des sources que des puits de carbone, selon les conditions et les mesures de gestion appliquées, mais certains changements climatiques constituent actuellement une menace pour une grande quantité de ce stock de carbone. On ne connaît pas encore très bien le bilan du carbone dans les zones humides, notamment dans les tropiques, malgré la grande capacité de stockage et des pertes de plus en plus grandes causées par une mauvaise gestion, ce qui rend extrêmement important de faire des choix circonspects dans ce domaine.

Le potentiel :

Les zones humides continentales, particulièrement les tourbières, constituent d'importants réservoirs de carbone. Bien qu'elles ne couvrent qu'environ 3 % de la surface terrestre, on estime qu'elles contiennent la plus grande réserve de carbone de la planète, soit la même quantité que l'ensemble des biomes terrestres⁹⁹. On a déterminé que les tourbières intactes contiennent jusqu'à 1 300 t/ha de carbone¹⁰⁰ alors que le stock mondial est de 550 Gt¹⁰¹.

On ne connaît pas encore vraiment le bilan total du carbone dans les zones humides, ainsi que la superficie qu'elles

occupent dans le monde et la quantité de carbone qu'elles stockent¹⁰². En 2007, le Groupe d'étude scientifique et technique du Secrétariat de la Convention de Ramsar a estimé que la planète comptait 1 280 Mha de zones humides (soit 9 % de toute la surface terrestre), mais considère que cette superficie est sous-estimée¹⁰³. Certains endroits comptent d'importantes réserves de carbone, notamment les tourbières des forêts tropicales de l'Asie du Sud-Est, particulièrement en Indonésie, ainsi que celles de la toundra dans le grand nord de la Russie, du Canada, de l'Alaska et de la Scandinavie, dont la plus grande partie est encore gelée.

ÉTUDE DE CAS

Dans le cadre d'un projet du PNUD, la restauration de tourbières au Bélarus s'est avérée rentable pour remettre en état des zones humides dégradées et réduire les émissions de GES.

Au Bélarus, 40 000 ha de tourbières dégradées ont été remises dans leur état naturel et 150 000 ha supplémentaires attendent leur restauration. La moitié de ces zones fait actuellement partie d'aires protégées et le reste le sera en fonction d'une nouvelle catégorie de protection que le gouvernement de ce pays est en train d'élaborer. Ces travaux ont permis de réduire annuellement les émissions de GES d'une quantité équivalente à 448 000 t de CO₂ en évitant les incendies de tourbière et la minéralisation¹²⁰. La réhabilitation des tourbières dégradées fait économiser annuellement quelque 1,5 million de dollars américains au gouvernement en évitant les coûts que suscite la lutte contre les incendies. La restauration de ces tourbières est grandement soutenue par les collectivités locales qui tirent parti de zones humides où il est possible de

pratiquer la chasse et la pêche sportives, et de cueillir des plantes médicinales et des baies sauvages.

Le gouvernement du Bélarus a adopté ces méthodes pour les appliquer dans l'ensemble du pays. Impressionné par les avantages économiques et écologiques qu'offre la réhabilitation des tourbières, il a prescrit à toutes les entreprises d'extraction de remettre les tourbières dans leur état naturel à la fin des travaux d'exploitation.

Le gouvernement allemand soutient les efforts visant à élaborer des méthodes d'atténuation des émissions de GES dans le cadre de la gestion des tourbières en vertu du Mécanisme pour un développement propre (MDP) visé par le Protocole de Kyoto en se fondant sur l'expérience acquise au Bélarus. Si les projets de réhabilitation des tourbières s'avèrent fructueux, ils seront admissibles à du financement dans le cadre de la mise œuvre conjointe et du MDP visé par le Protocole de Kyoto.

Source : PNUD

La mauvaise gestion des zones humides, particulièrement des tourbières, peut causer des pertes considérables de carbone¹⁰⁴. Une étude menée en Asie du Sud-Est a permis de déterminer que la quantité d'émissions de CO₂ provenant des tourbières drainées se chiffrait entre 355 et 874 Mt par année, et qu'entre 1997 et 2006, les incendies dans les tourbières, principalement en Indonésie, ont provoqué une perte de 1 400 Mt de CO₂ par année¹⁰⁵. Les tourbières font face à diverses menaces qui entraîneront leur perte et leur dégradation. Leur drainage, effectué généralement avant l'établissement d'une plantation, notamment de palmiers à huile, peut donner lieu à une augmentation notable d'émissions¹⁰⁶. La possibilité que les biocarburants remplacent les combustibles fossiles suscite de plus en plus d'attention et d'investissements, mais en ce qui a trait au carbone, le drainage des tourbières pour y cultiver des agrocarburants est absurde, car il faudrait produire du biocarburant pendant 420 ans pour remplacer le carbone perdu lors de l'établissement des peuplements¹⁰⁷. Le PUNE-WCMC a récemment estimé qu'une quantité de 0,5 à 0,8 Gt de carbone se perd déjà chaque année en raison de la conversion des tourbières¹⁰⁸.

Même si les pertes en carbone dans la toundra sont actuellement plus faibles, elles peuvent dépasser celles des tropiques étant donné que le réchauffement fait fondre la glace et assèche et réchauffe la tourbe par la suite. Certains emplacements de recherche en Alaska sont déjà passés du stade de puits à celui de source de carbone¹⁰⁹. Plusieurs des plus sérieuses prédictions tenant compte de la perte de contrôle des changements climatiques font particulièrement état du risque de rejet accéléré de carbone à partir de la toundra Arctique¹¹⁰.

La possibilité que la tourbe continue de séquestrer du carbone est variable et n'est pas encore tout à fait connue; le bilan du carbone dépend du climat et de variables hydrologiques et peut donner lieu à des variations entre les emplacements, mais aussi à l'intérieur de chacun d'eux au fil du temps. Les zones humides, particulièrement les tourbières, tendent à constituer des puits de carbone et d'azote, mais aussi des sources de méthane et de soufre¹¹¹, l'équilibre entre ces diverses interactions détermine si l'ensemble d'une zone humide constitue une source ou un puits de carbone. Certaines évaluations de la séquestration totale dans les zones humides continentales ont permis de conclure que celle du carbone sera probablement compensée assez équitablement par des pertes, notamment de méthane¹¹². Il faut toutefois être prudent lorsqu'on soutient que ces écosystèmes peuvent contribuer à atténuer les changements climatiques grâce à une séquestration continue, mais il est évident que l'assèchement ou le brûlage des tourbières augmente les émissions atmosphériques à partir des énormes réserves accumulées dans ces écosystèmes pendant des millénaires.

ÉTUDE DE CAS

Les inondations constituent un problème de taille dans l'archipel caribéen de Trinité-et-Tobago, et elles sont censées se multiplier en raison des changements climatiques. Pour aider la population à faire face à ces inondations supplémentaires, le régime des crues est en voie de restauration dans le marécage protégé de Nariva.

Les récentes inondations importantes à Trinité-et-Tobago seront vraisemblablement exacerbées par les changements climatiques et nécessiteront d'urgentes mesures d'atténuation¹²¹. L'aire protégée de Nariva, sur la côte est de Trinité, constitue une importante zone humide nationale et internationale dont la biodiversité et les habitats ont une grande valeur. Les zones humides de ce pays ont cependant été menacées par les changements hydrologiques provoqués par un barrage en amont et la production de riz¹²².

Un projet de reforestation et de séquestration de carbone dans le marécage de Nariva contribuera aux efforts destinés à restaurer et à y conserver les zones humides grâce à la reconnaissance des services qu'elles rendent à titre de puits de carbone, d'écosystèmes riches en biodiversité et de zones tampons naturelles contre les tempêtes côtières. Le projet offre une importante possibilité de combiner les objectifs d'atténuation des émissions de GES avec les besoins en matière d'adaptation. Le reboisement des zones humides dégradées avec des espèces d'arbres indigènes sera financé par le Fonds pour le biocarbone, lequel a l'intention d'acheter l'équivalent de quelque 193 000 t de CO₂ jusqu'en 2017¹²³. Ce financement permettra d'appliquer un plan de gestion des eaux afin d'éliminer les barrières artificielles et de favoriser la restauration du cycle naturel des eaux du marécage pour lui redonner son régime de drainage original¹²⁴.

Source : La Banque mondiale

La séquestration peut durer extrêmement longtemps lorsque le carbone est stocké dans des conditions anaérobies, c'est-à-dire là où les émissions de CO₂ sont ralenties ou stoppées en raison du manque d'oxygène; cela est particulièrement vrai pour les dépôts de tourbe. De légers changements dans la gestion (particulièrement celle de l'hydrologie) ou les conditions climatiques peuvent faire en sorte qu'un emplacement ne soit plus un puits, mais une source de carbone. Une étude récente a déterminé que la séquestration pouvait varier de gains de 220 g de CO₂ par m² par année à des pertes de 310 g de CO₂ par m² par année¹¹³. Cette information est relativement incomplète sauf pour la tourbe en



Caribou (*Rangifer tarandus*) courant dans la toundra, Parc national de Kobuk Valley, Alaska, États-Unis © Staffan Widstrand / WWF

milieu tempéré; il faut donc considérer les chiffres et les estimations avec prudence.

Les pressions exercées sur les zones humides sont censées s'accroître à mesure que les changements climatiques forceront les collectivités qui dépendent des ressources que fournissent ces zones à augmenter leur exploitation. Par exemple, la dégradation accrue du sol dans les basses terres du Lesotho a porté atteinte

au système traditionnel de transhumance qui permettait d'alterner le pâturage du bétail dans ces zones avec celles des hautes terres. Ce système a été remplacé par un système de gestion plus sédentaire qui concentre le bétail dans les zones humides montagneuses, lesquelles constituent également d'importantes réserves de tourbe. Cela exerce des pressions sur les zones humides parce que le bétail piétine la tourbe et augmente conséquemment la perte de carbone. En outre, l'augmentation de la population

humaine qui réside dans les hautes terres a augmenté le prélèvement de tourbe comme combustible et à des fins agricoles dans les zones humides.

Toutefois, il est prouvé que le changement délibéré de méthodes de gestion peut pour le moins ralentir et même éventuellement inverser la perte de carbone à partir de tourbières dégradées. Des recherches au Canada ont permis de découvrir que la restauration et la remise en végétation d'emplacements où la tourbe a été prélevée pouvaient ralentir la perte de CO₂¹¹⁴; on a fait des constatations analogues en Asie du Sud-Est, en Russie, en Argentine et dans les Himalayas¹¹⁵. Étant donné que la tourbe perd notamment du carbone lorsqu'elle est sèche (dans les cas extrêmes, lorsqu'elle prend feu), la réinondation des tourbières constitue l'une des méthodes de gestion les plus simples¹¹⁶, bien qu'il faille tenir compte d'un certain nombre d'éléments, dont la profondeur de l'inondation et sa durée¹¹⁷. En revanche, un projet de recherche réalisé au Kalimantan a permis de découvrir que la réinondation de tourbières où la tourbe a été prélevée ne modifie pratiquement pas le bilan du carbone¹¹⁸.

Rôle des aires protégées : La gestion du carbone qui est déjà stocké dans la tourbe constitue l'un des éléments les plus essentiels des stratégies d'intervention relatives au carbone, et les aires protégées adéquatement gérées ont la possibilité d'en séquestrer de grandes quantités. Les aires protégées sont indispensables pour préserver les tourbières naturelles et d'autres habitats aquatiques continentaux qui séquestrent du carbone (voir les études de cas des Caraïbes et du Canada). Les priorités comprennent tout particulièrement la protection de la tourbe restante, notamment du brûlage, et le réaménagement de systèmes hydrologiques naturels dans les tourbières dégradées. Il faut mener d'autres recherches afin d'améliorer la gestion (voir l'étude de cas du Bélarus).

ÉTUDE DE CAS

À la suite de recherches sur la quantité et la valeur du carbone stocké dans son réseau de parcs nationaux, Parcs Canada a estimé qu'il s'agissait d'une quantité de 4 432 Mt dont la valeur est supérieure à 70 milliards de dollars canadiens.

Cette recherche a été menée dans les 39 parcs nationaux du Canada, qui représentent environ 2,25 % de la masse terrestre de ce pays. À l'aide d'un modèle de bilan du carbone mis au point par le Service canadien des forêts, on a déterminé qu'au total, ces parcs stockaient environ 4 432 Mt de carbone, dont 47 % dans le sol, 8 % dans la phytomasse et 45 % dans les tourbières. L'ensemble des régions boréales du Canada stocke la plus grande quantité de carbone. L'étude a visé à déterminer le coût de remplacement de ce carbone au prix de l'an 2000 en utilisant deux scénarios, la reforestation d'aires protégées et le boisement de terres agricoles marginales, ce qui a donné des coûts respectifs à la tonne de 16,25 \$CAN et de 17,50 \$CAN. En se servant de ces valeurs approximatives, on a pu déterminer que celle de la séquestration du carbone par les parcs nationaux se chiffrait entre 72 et 78 milliards de dollars canadiens¹¹⁹.

Source : Parcs Canada

SOLUTIONS

Protéger les tourbières naturelles : Il faut prendre des mesures urgentes afin de protéger les sources permanentes de tourbe dans les régions boréales, tempérées et tropicales, y compris, le cas échéant, en agrandissant le réseau d'aires protégées. Cela donnera généralement lieu à la protection de l'ensemble des bassins versants qui alimentent les tourbières ainsi que ces aires.

Élaborer les meilleures stratégies de gestion : Il faut entreprendre d'autres travaux pour en savoir davantage sur le bilan du carbone dans les tourbières et les eaux intérieures, particulièrement sur les diverses conditions qui peuvent faire en sorte qu'un système passe du stade de puits à celui de source de carbone, de même que sur les meilleures méthodes de gestion afin que les zones humides demeurent des puits de carbone.

Les écosystèmes marins et côtiers et l'atténuation

MESSAGES CLÉS

Les aires marines et côtières stockent d'énormes quantités de carbone, particulièrement les zones côtières où la séquestration est équivalente à 0,2 Gt/année. Les marais côtiers, les mangroves et les prairies sous-marines offrent d'importantes possibilités de séquestration du carbone. Tous ces systèmes subissent actuellement des pressions, et sans une meilleure protection, ils pourraient passer de l'état de puits à celui de source de carbone. Il faut établir d'urgence de nouvelles aires protégées et aménager et gérer plus adéquatement celles qui existent déjà.

Les océans contiennent cinquante fois plus de carbone inorganique que l'atmosphère qui existe à l'état de CO₂ dissous, d'acide carbonique et de carbonates¹²⁵, et les eaux froides absorbent de plus grandes quantités de carbone que les eaux chaudes. Le carbone inorganique dissous est transformé en carbone organique particulaire dissous par la photosynthèse du phytoplancton¹²⁶. On estime que les océans de la planète absorbent 30 % du CO₂ d'origine anthropique depuis l'industrialisation¹²⁷, ce qui cause un certain nombre de problèmes aux écosystèmes, y compris l'acidification des océans¹²⁸.

Même si de petites quantités de carbone peuvent être séquestrées à long terme grâce au phytoplancton qui descend en eau profonde et est enseveli dans le fonds marin, la zone côtière est l'endroit où la minéralisation et l'ensevelissement marin de carbone organique sont les plus fréquents et représentent l'équivalent de 0,2 Gt/année¹²⁹. De légers changements dans l'absorption du carbone peuvent cependant avoir une très grande importance dans le bilan mondial du carbone. Toutefois, on ne peut avoir encore complètement confiance aux études scientifiques sur la séquestration du carbone par les océans. Il y a un fort consensus quant au fait que la séquestration dans la zone côtière pourrait s'inverser pour devenir une perte nette de carbone si la dégradation de l'environnement se poursuit au même rythme^{130,131,132}. Le potentiel de séquestration du carbone par les quatre principaux types de végétation en zones côtières est examiné distinctement ci-après.

Les marais tidaux

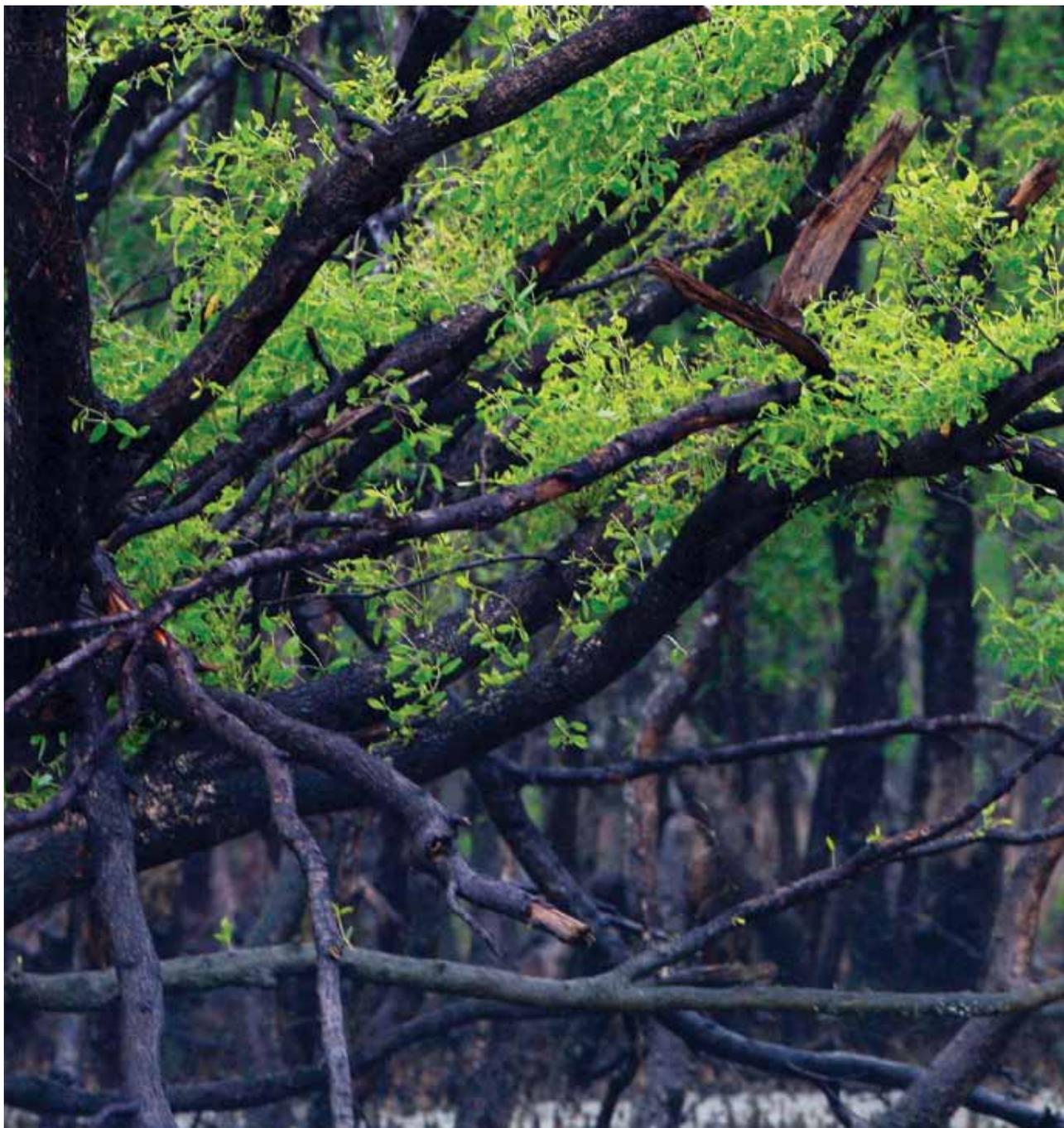
Les marais salés se trouvent le long du littoral marin et estuarien abrité et dans un éventail de conditions climatiques, de subarctiques à tropicales, mais le plus souvent dans les régions tempérées¹³³.

Le potentiel : Chaque molécule de CO₂ séquestrée dans le sol des marais tidaux et de leurs équivalents tropicaux, les mangroves, a probablement une plus grande valeur que celle stockée dans tous les autres écosystèmes naturels en raison de l'absence de production d'autres GES dans ces écosystèmes (c'est-à-dire que le bilan du carbone y

est meilleur du point de vue de la séquestration)¹³⁴. Une étude des concentrations de carbone stockées dans les marais tidaux du monde entier a révélé qu'en moyenne, leurs sols stockent 210 g par m² par année ou 770 g de CO₂¹³⁵. Mais comme dans toute autre séquestration, le taux de productivité, et donc de captage du carbone, varie considérablement en fonction de l'emplacement géographique¹³⁶ et de l'espèce végétale^{137,138,139}. Les eaux tidales contribuent au dépôt de sédiments inorganiques vers les sols intertidaux, mais plus important encore, elles saturent le sol et diminuent les possibilités de décomposition aérobies. La décomposition anaérobie est beaucoup moins efficace, mais elle favorise l'accumulation de matières organiques dans le sol et une absorption adéquate de carbone.

Toutefois, de vastes étendues de marais salés continuent de se perdre à cause du drainage, alors que l'enrichissement en éléments nutritifs et l'élévation du niveau de la mer s'ajoutent aux menaces à leur survie et à leur intégrité¹⁴⁰. La restauration des marais tidaux pourrait favoriser la multiplication des puits naturels de carbone dans le monde. Le retour des eaux tidales vers les marais agricoles drainés pourrait également renforcer grandement le rôle de puits de carbone que les marais salés peuvent jouer. Par exemple, au Canada, on estime que si les marais de la baie de Fundy « récupérés » à des fins agricoles pouvaient être restaurés, le taux de CO₂ séquestré chaque année pourrait correspondre à 4 à 6 % de l'objectif de réduction que le Canada vise en vertu du Protocole de Kyoto par rapport au niveau des émissions de 1990¹⁴¹.

Le rôle des aires protégées : La préservation des marais face à l'accélération de l'élévation du niveau de la mer exige de l'espace pour qu'ils puissent « migrer » dans les terres. Cela nécessitera l'abandon de terres agricoles ou d'autres terres près du rivage. Par ailleurs, il faudrait dissuader le développement sur les terres qui se trouvent juste à côté des marais et, si possible, le réguler grâce à l'établissement de zones tampons. Les aires marines protégées devraient comprendre une bande de zones côtières continentales pour permettre des changements éventuels. Les



Mangrove à marée basse dans le parc national des Sundarbans, Bangladesh © David Woodfall / WWF-UK

zones tampons terrestres servent aussi à réduire l'enrichissement en éléments nutritifs des marais salés que cause l'agriculture, en maintenant ainsi la production de carbone dans le sous-sol¹⁴² et donc le potentiel de séquestration.

Les mangroves

Les mangroves se développent principalement dans les zones intertidales tropicales et subtropicales. Leur nombre décline rapidement dans le monde entier et elles occupent maintenant moins de la moitié de leur superficie originale^{143,144} en raison¹⁴⁵ du déboisement, de l'urbanisation, de la croissance démographique, de la dérivation des eaux, du développement côtier,

du tourisme, de l'aquaculture (peut-être la cause la plus importante¹⁴⁶) et de l'aménagement d'étangs salins.

Le potentiel : Les mangroves peuvent jouer un rôle important dans la séquestration du carbone. Une évaluation récente estime que la superficie mondiale des mangroves est de 160 000 km², que leur production de carbone se situe entre 218 et plus ou moins 72 téragrammes (Tg) par année; la production de racines contribue à environ 38 % de cette production, alors que la chute de litière et la production de bois y contribuent à 31 % environ¹⁴⁷. La productivité des mangroves est notablement plus forte dans la zone équatoriale¹⁴⁸ et la séquestration du carbone peut y être plus rapide que dans les forêts terrestres¹⁴⁹.

Les mangroves contribuent à la séquestration de CO₂ grâce à l'ensevelissement de leur carbone dans les sédiments, localement ou dans les systèmes contigus, ainsi que par la croissance de la biomasse forestière; le premier constituant un puits à long terme alors que le second est à plus court terme. L'analyse de 154 études de la séquestration du carbone dans les marais salés et les mangroves¹⁵⁰, découlant, dans le dernier cas, soit d'estimations de la sédimentation ou du bilan massique, donne lieu, pour les mangroves, à environ 18,4 Tg par année de carbone en fonction d'une superficie mondiale de 160 000 km². La quantité de carbone stockée dans les sédiments de chaque mangrove varie notablement avec une moyenne mondiale de 2,2 %¹⁵¹. Cette quantité dépend de l'écologie de chacune d'elles et on peut la calculer en fonction de leur production locale et de la matière organique qu'entraîne avec elle la marée¹⁵². Ces chiffres sont encore approximatifs et le sort d'une quantité considérable de carbone dans cet écosystème est encore inconnu¹⁵³. Les mangroves ont une incidence sur le stockage du carbone dans les sédiments par des apports directs provenant de la production ainsi

que par l'augmentation du taux de sédimentation¹⁵⁴. En revanche, le déboisement des mangroves peut rapidement provoquer une diminution de ce stockage¹⁵⁵. Bien qu'elles contiennent généralement moins de débris ligneux que les forêts terrestres¹⁵⁶, dans certains cas, cela peut s'avérer significatif pour le stockage du carbone, notamment si une perturbation importante a provoqué une forte mortalité d'arbres^{157,158,159}.

Le rôle des aires protégées : Un nombre croissant de mangroves se trouvent à l'intérieur d'aires protégées étatiques ou communautaires, et sont souvent établies en vue de préserver des services écosystémiques tels que le maintien de la pisciculture et la protection des collectivités côtières contre les dommages causés par les tempêtes. Jusqu'à présent, peu de travaux ont porté sur les possibilités d'améliorer la séquestration du carbone par la restauration ou la réhabilitation des mangroves, bien que des recherches indiquent que leur productivité est analogue à celle des écosystèmes de mangrove naturels¹⁶⁰ et qu'il est relativement facile de les restaurer. Les mangroves



Grapse des rochers (*Grapsus grapsus*), îles Galapagos © Nigel Dudley

doivent être en mesure de s'agrandir naturellement si le taux d'accrétion des sédiments est suffisant pour suivre celui de l'élévation du niveau de la mer. Cependant, cela dépend de l'infrastructure existante et de la topographie, ce dont doit tenir compte la planification. L'UICN a publié un guide énonçant dix stratégies que les gestionnaires peuvent appliquer pour favoriser la résistance des mangroves à l'élévation du niveau de la mer¹⁶¹. La réhabilitation ou la restauration des mangroves offre conséquemment la possibilité que celles-ci constituent un puits efficace de CO₂, autant à court qu'à long terme. La capacité de ce puits sera variable et dépend de facteurs associés à la production primaire ainsi qu'au degré de stockage de la biomasse dans les sédiments qui varie selon le taux de dépôt de sédiments et d'échange de carbone avec les systèmes contigus.

Les prairies sous-marines

Les prairies sous-marines sont étendues et productives dans l'ensemble des zones marines, et on estime que leur superficie est approximativement de 177 000¹⁶², de 300 000^{163,164} ou de 600 000¹⁶⁵ km². Une étude récente indique que le cycle des éléments nutritifs de ces prairies est estimé à 1,9 billion de dollars américains par année¹⁶⁶. Des interventions humaines ont causé d'importantes pertes dans les habitats de prairies sous-marines¹⁶⁷ dont les principales causes sont les perturbations qui entraînent l'eutrophisation et l'envasement. Ces prairies diminuent rapidement étant donné que 29 % de leur superficie connue a disparue depuis la toute première fois où on les a inventoriées, en 1879, et leur perte s'accélère actuellement au rythme de 7 % par année¹⁶⁸. Les changements climatiques sont censés exercer davantage de pressions sur les herbiers sous-marins en raison de la modification de la teneur en sel, de la profondeur de l'eau et de sa température, de l'accentuation de l'eutrophisation et de changements éventuels dans le rayonnement ultraviolet, mais il est encore difficile de prédire les conséquences¹⁶⁹.

Le potentiel : Bien que la biomasse des herbes sous-marines soit relativement faible¹⁷⁰, le taux absolu de production nette et, conséquemment, l'absorption du carbone, est comparativement élevé. En outre, les feuilles se dégradent lentement¹⁷² et par l'entremise de leurs systèmes racinaire et rhizomique, les herbes sous-marines déposent de grandes quantités de carbone partiellement minéralisé dans le sol. Elles constituent donc un important puits de CO₂, qui est à l'origine de 15 % du stockage total de carbone dans les océans. Par exemple, l'herbe sous-marine *Posidonia oceanica* peut ensevelir de grandes quantités du carbone qu'elle produit et le stocker en couches souterraines partiellement minéralisées de plusieurs mètres d'épaisseur dont la concentration en carbone organique est aussi élevée que 40 %. Ces couches peuvent persister pendant des millénaires et représenter des puits de carbone à long terme^{173,174,175}. Il reste malgré tout beaucoup à apprendre sur le comportement d'autres espèces en ce qui concerne le stockage à long terme, notamment si de nombreuses espèces ont une aussi grande capacité

de séquestration que la *Posidonia oceanica*, ce qui rend très approximatives les estimations de stockage à l'échelle mondiale. Une compilation des données disponibles indique que 16 % en moyenne de la biomasse d'herbes sous-marines est stockée¹⁷⁶.

Des estimations¹⁷⁷ du stockage de carbone à court terme dans les sédiments l'évaluent en moyenne à environ 133 g par m² par année. Ce chiffre se compare tout à fait à ceux d'estimations¹⁷⁸ à plus long terme d'ensevelissement du carbone, soit en moyenne 83 g par m² par année. Pour rendre les prédictions mondiales plus précises, il faut disposer d'estimations fiables de la répartition et de la densité des espèces d'herbes sous-marines dominantes dans les différentes régions biogéographiques¹⁷⁹ et entreprendre davantage de recherches.

Le rôle des aires protégées : Le rôle de puits de carbone que jouent les prairies sous-marines ne peut être maintenu qu'en préservant leur salubrité et la superficie qu'elles occupent dans le monde¹⁸⁰. Tout prouve qu'il est difficile d'inverser la perte d'herbes sous-marines dans l'ensemble des prairies¹⁸¹, ce qui diminue les possibilités de les restaurer et qui rend donc prioritaires la protection et la préservation de celles qui subsistent.

Les récifs coralliens

Les récifs coralliens soutiennent la plus riche biodiversité marine dans le monde, mais bon nombre d'entre eux sont dégradés à cause d'activités anthropiques. Il est d'ailleurs possible qu'il n'existe plus de récifs coralliens encore intacts, et les prédictions veulent que 15 % d'entre eux aient disparu d'ici 2030¹⁸². À de nombreux endroits, on compte une diminution de plus de 95 % de ces récifs¹⁸³.

Le potentiel : Les récifs coralliens ne séquestrent pas de carbone et leur métabolisme non géré constitue une source nette de CO₂ en raison des effets secondaires de la précipitation du carbonate de calcium^{184,185}. Si leur calcification diminue en raison des changements climatiques¹⁸⁶ (parce qu'elle peut être causée par le réchauffement de l'eau ou son acidification¹⁸⁷), cela peut théoriquement réduire les émissions de CO₂ provenant des coraux, car ceux qui sont morts n'en émettent plus, mais les énormes répercussions écologiques de ces pertes feraient plus qu'annihiler quelque avantage que ce soit.

Le rôle des récifs coralliens est davantage celui d'être bénéficiaire de la gestion du CO₂, mais aussi celui de protéger les collectivités côtières et les écosystèmes terrestres des incursions de la mer. Tel qu'il en est question un peu plus loin, ces récifs jouent un rôle important en fournissant des services écosystémiques qui peuvent diminuer la vulnérabilité des collectivités côtières à l'élévation du niveau de la mer et à d'autres manifestations des changements climatiques.



Demoiselle pondant des œufs dans une colonie de coraux, îles Fidji © Cat Holloway / WWF-Canon

SOLUTIONS

Renforcer la protection des mangroves, des marais salés et des prairies sous-marines grâce aux aires protégées et à une gestion intégrée du littoral, car il s'agit d'un excellent moyen d'accroître les réserves naturelles de carbone dans le monde et de mettre en place des systèmes plus efficaces de gestion du milieu marin qui intègrent les océans dans le plus vaste plan de gestion du carbone.

Tenir compte du potentiel de séquestration du carbone dans les analyses des lacunes et les évaluations relatives aux aires marines protégées en recourant à des modèles de simulation et en les améliorant, et en menant des études sur le terrain en vue d'élaborer des outils permettant d'améliorer les plans de gestion pour la protection, la réhabilitation et la restauration des écosystèmes, y compris des scénarios optimaux de répartition du carbone et d'absorption du CO₂.

Renforcer l'efficacité de la gestion des aires marines protégées grâce à la conservation, à l'entretien et au rétablissement de la résilience des écosystèmes et, conséquemment, des puits naturels de carbone en milieu marin en diminuant les facteurs de stress d'origine anthropique tels que la destruction du littoral, la surpêche et la pollution marine et terrestre.

Les prairies et l'atténuation

MESSAGES CLÉS

Les prairies naturelles représentent une importante réserve de carbone, mais leur disparition et leur dégradation sont responsables du rejet de grandes quantités de carbone, hormis le fait qu'elles peuvent aussi bien être des sources que des puits de carbone selon leur mode de gestion, les précipitations et les concentrations de CO₂. Des recherches révèlent qu'en modifiant quelque peu leur gestion, on peut augmenter leur capacité de captage et de rétention du carbone, et il faudrait apporter ces modifications à plus grande échelle et instaurer des politiques en vue de protéger ce qu'il reste de prairies naturelles à cause de la conversion à d'autres usages ou d'une mauvaise gestion.

Le potentiel :

Les prairies naturelles contiennent de grandes réserves de carbone, principalement mais pas uniquement dans le sol. Des facteurs historiques, notamment la conversion à l'agriculture, ont déjà donné lieu au rejet de grandes quantités de carbone à partir de ce biome. Les prairies en comptent encore d'importantes réserves; on estime qu'à eux seuls, les pâturages peuvent contenir 10 à 30 % du carbone du sol à l'échelle planétaire¹⁸⁸ et que les prairies en contiennent 10 % de plus que toute la biosphère¹⁸⁹. En général, la biomasse des prairies et des steppes tempérées contient moins de carbone que celle des forêts tempérées (p. ex., les steppes de Chine¹⁹⁰), mais peut compter de plus fortes concentrations de carbone dans le sol¹⁹¹. Les savanes et les prairies tropicales disposent habituellement de plus forts taux de carbone en réserve que les prairies tempérées, et ces taux varient de moins de 2 t/ha dans les prairies tropicales à 30 t/ha dans les savanes boisées¹⁹². Environ 40,5 % de la superficie continentale (à l'exclusion du Groenland et de l'Antarctique) sont constitués de prairies, soit 13,8 % de savanes boisées et non boisées, 12,7 % de terres arbustives ouvertes et fermées, 8,3 % de prairies non boisées et 5,7 % de toundra¹⁹³.

Ces importantes réserves mondiales de carbone sont de plus en plus menacées. La conversion ou la dégradation des prairies peut considérablement augmenter les pertes de carbone. Les recherches indiquent que les prairies dégradées peuvent constituer une importante source de carbone, dont une étude en Chine qui a révélé une augmentation rapide du rythme de la perte de prairies entre les années 1980 à 2000¹⁹⁴. On estime que la hausse des concentrations de CO₂ intensifie la perte de carbone du sol, ce qui donne lieu à une réaction négative; ce phénomène est corroboré par une étude de données à long terme menée au Royaume-Uni¹⁹⁵. On suppose aussi que le passage de l'état de savane boisée à celui de prairie, qui représente une conséquence éventuelle de

la hausse des concentrations de CO₂¹⁹⁶, augmentera la séquestration de carbone, bien que cela reste hypothétique¹⁹⁷.

Les prairies peuvent également capter davantage de carbone dans certaines situations, car les taux mesurés et modélisés de séquestration dans les prairies tempérées varient de 0 à plus de 8 Mg/ha par année¹⁹⁸. Toutefois, une synthèse de nombreuses expériences révèle que les prairies peuvent être une source ou un puits de carbone, notamment en fonction des précipitations et de la disponibilité de la lumière ainsi que de la présence de glaise et de limon, des concentrations de CO₂ et de la température. Au Tibet¹⁹⁹ et au Canada²⁰⁰ par exemple, on a pu démontrer l'existence d'une variation d'une année à l'autre. L'étude de huit terres de parcours en Amérique du Nord a révélé que même si aucun d'eux n'était un puits ou une source de carbone selon les tendances climatiques annuelles, cinq d'entre eux étaient typiquement des puits de CO₂ atmosphérique au cours de l'étude. Par ailleurs, les sécheresses ont eu tendance à limiter les périodes de fort captage de carbone, et ont même eu pour effet que les emplacements les plus productifs sont devenus des sources de carbone²⁰¹. La disponibilité de la lumière et les précipitations ont semblé constituer des facteurs dominants²⁰².

Les méthodes de gestion peuvent contribuer à restreindre la perte et à augmenter le potentiel de séquestration²⁰³, y compris celles qui donnent forme à la biomasse de surface et au carbone du sol. Le remplacement des terres agricoles par des prairies permanentes est également censé donner lieu à une augmentation de la séquestration de carbone²⁰⁴ et peut constituer une solution dans les endroits où l'agriculture n'est pas productive ou le deviendra en fonction des changements climatiques.



Les prairies du parc national de Serengeti, Tanzanie © Sue Stolton

Une méta-analyse de 115 études a révélé que des améliorations apportées à la gestion pouvaient augmenter la quantité et la concentration de carbone dans le sol selon 74 % de ces études, et que la quantité moyenne de carbone dans le sol augmentait avec n'importe quel type d'amélioration de la gestion. Les plus fortes augmentations ont été obtenues par la conversion à partir de terres en culture, l'introduction de lombrics et l'irrigation²⁰⁵. Les changements n'ont pas besoin d'être très compliqués; par exemple, l'implantation de systèmes de pâturages durables et la diminution du surpâturage dans les zones les plus humides peuvent²⁰⁶ directement donner lieu à la séquestration. Le brûlage associé au pâturage sur certaines terres de parcours augmente le stockage de carbone²⁰⁷, en partie en raison de la formation de charbon qui résiste à la décomposition, mais cela doit s'équilibrer avec les pertes causées par le brûlage de biomasse. On doit noter que dans bien des cas, il faudrait donner des conseils précis concernant les emplacements et les conditions.

Le rôle des aires protégées : Les prairies tempérées sont les biomes terrestres les moins protégés (4,1 %²⁰⁸) et la conversion se poursuit à un rythme rapide à cause du pâturage intensif et du remplacement par la culture de produits agricoles et la production de plantes à biocarburants et à pulpe. L'établissement de plus vastes aires protégées dans les prairies constitue une mesure immédiate importante en vue de réduire les futures pertes de carbone dans les prairies que l'on pourrait prendre assez rapidement et qui serait avantageuse autant pour le stockage du carbone que pour la conservation de la biodiversité. Bien que l'on ait entrepris certains travaux préliminaires importants en Amérique latine afin de recenser des prairies qui ont de la valeur²⁰⁹, il faut à la fois les préciser et les reproduire à plus grande échelle afin de mener une analyse des carences dans les prairies qui revêtent de l'importance. Celles-ci pourraient satisfaire aux critères des réserves classées dans la catégorie VI de l'UICN, c'est-à-dire encore légèrement pâturées mais à l'intérieur de limites rigoureusement définies.

SOLUTIONS

Agrandir les aires protégées dans les habitats de prairies, y compris les aires strictement protégées (catégories I à IV de l'UICN) et les paysages protégés (catégories V et VI) à l'intérieur de régions où l'intégration prudente d'un pâturage restreint de prairies par des animaux domestiques peut contribuer à stabiliser et à reconstituer les stocks de carbone.

Améliorer la gestion, notamment par l'instauration de méthodes de pâturage durables à l'intérieur des paysages protégés et des réserves exploitées.

Mener d'autres recherches sur l'état et les tendances de la séquestration du carbone dans les prairies en les orientant particulièrement sur les options de gestion qui peuvent minimiser les pertes et optimiser le stockage et la séquestration de carbone.

Les sols et l'atténuation

MESSAGES CLÉS

Le sol fournit un réservoir de carbone considérable, et les changements dans les méthodes agricoles qui favorisent une plus forte séquestration du carbone, y compris en diminuant les labours et en adoptant des cultures à plus long terme et des méthodes biologiques, peuvent avoir des effets importants à l'échelle planétaire. On peut améliorer la gestion du sol dans les aires protégées appartenant aux catégories V et VI de l'UICN en vue de séquestrer davantage de carbone.

Le potentiel :

Les sols sont considérés comme constituant le plus grand réservoir de carbone dans le cycle terrestre du carbone, car ils en contiennent davantage que l'atmosphère et la végétation combinées²¹⁰, bien que les estimations varient grandement*. Des variations relativement faibles du flux de carbone dans le sol peuvent revêtir de l'importance à l'échelle mondiale, pourtant, on a souvent ignoré ce carbone comme pouvant offrir une stratégie d'atténuation dans le cadre des activités intergouvernementales concernant les changements climatiques²¹¹.

Le sol du carbone influe sur tous les biomes terrestres, et dans la présente section, on examine le rôle des sols dans le système agricole ainsi que les implications de la gestion des sols agricoles dans les aires protégées, particulièrement celles appartenant aux catégories V et VI de l'UICN.

Le sol peut autant représenter une source qu'un puits de GES selon son mode de gestion. Le carbone est séquestré dans le sol par le transfert de CO₂ atmosphérique dans les résidus de culture et d'autres solides organiques sous une forme qui n'est pas immédiatement rejetée. Il est possible d'augmenter la séquestration du carbone dans le sol grâce aux systèmes de gestion qui incorporent la biomasse au sol, y diminuent les perturbations, conservent le sol et l'eau, améliorent la structure du sol et y stimulent l'activité faunique. En revanche, le carbone qui est stocké dans le sol peut s'éliminer à cause de modifications dans la gestion du sol et des changements climatiques, bien que la multiplication des phénomènes extrêmes puissent déstabiliser les réserves de carbone et de matières organiques dans le sol; par exemple, la vague de chaleur qu'a connue l'Europe en 2003 a causé d'importantes pertes de carbone du sol^{212,213}.

* De nombreuses estimations du carbone que la végétation peut contenir tiennent compte de celui qui se trouve dans le sol, ce qui fait que d'aucuns considèrent que plusieurs biomes comptent les plus importantes réserves de carbone, mais cela dépend de ce dont ils tiennent compte.

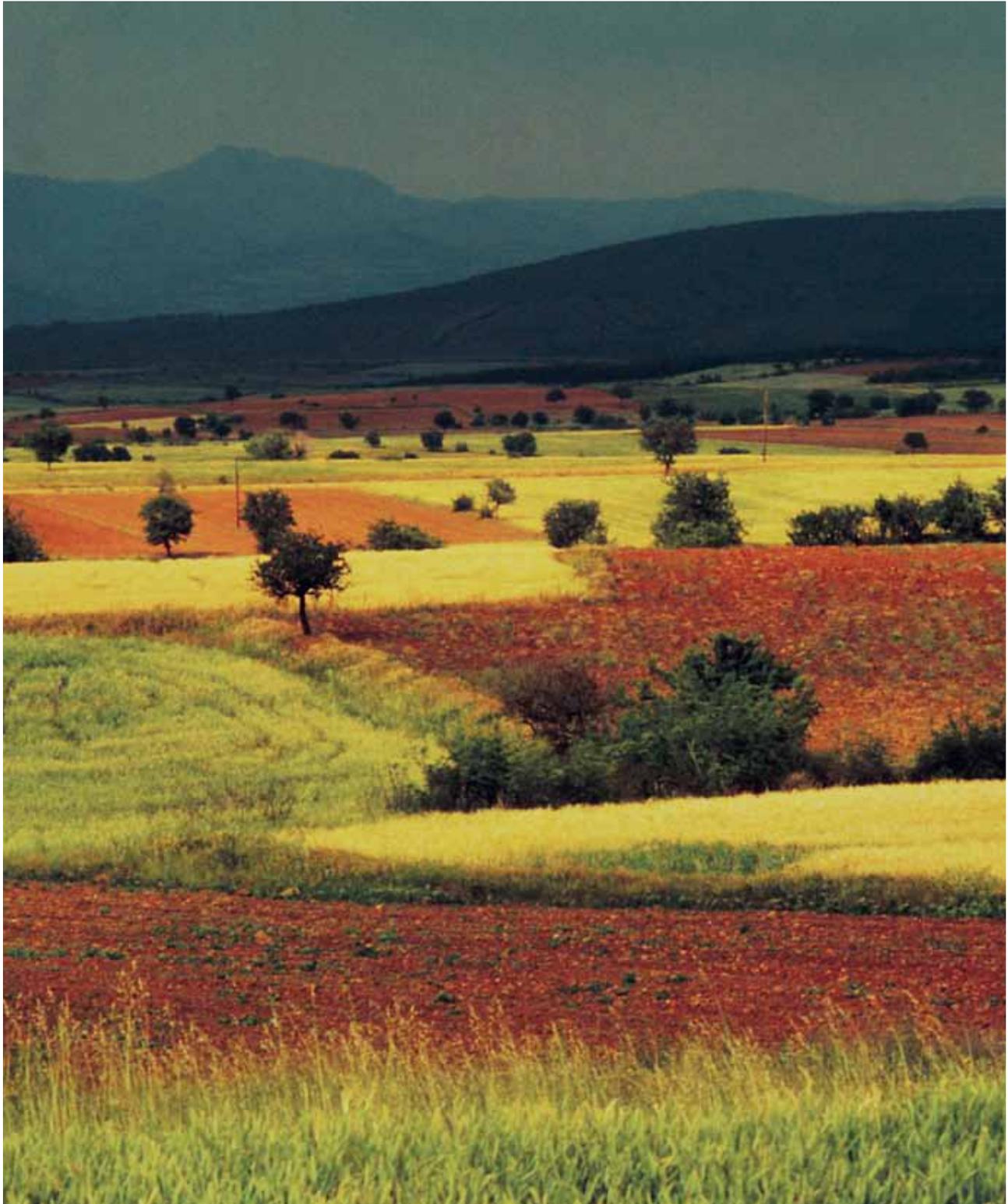
L'agriculture d'aujourd'hui : L'agriculture est généralement une source plutôt qu'un puits d'émissions de GES et donne lieu à environ 10 à 12 % des émissions mondiales d'origine anthropique. Il s'agit du plus important facteur de changement dans les habitats naturels sur la planète. La plupart des émissions d'origine agricole ne proviennent pas du sol et bien que les terres cultivées donnent lieu à un très grand flux de CO₂ autant vers l'atmosphère qu'à partir de celui-ci, le flux net est relativement faible²¹⁴. Toutefois, les pertes passées sont très importantes et on estime que la plupart des terres agricoles ont perdu de 50 à 70 % de leur contenu organique original²¹⁵, ce qui laisse amplement de place à la restauration et, conséquemment, au captage de carbone.

Possibilités de changement des méthodes agricoles en vue d'augmenter la séquestration du carbone :

L'agriculture a la possibilité d'atténuer les émissions de carbone en apportant des changements à ses méthodes de gestion afin de conserver et de reconstituer les réserves de carbone. Il n'existe pas de liste universellement applicable de méthodes à évaluer pour chaque système et établissement agricole. Cependant, le GIEC a relevé des méthodes d'atténuation applicables à l'agriculture et pertinentes, dont les suivantes²¹⁶:

- Une meilleure gestion des cultures et des pâturages pour accroître le stockage du carbone dans le sol.
- La remise en état des tourbières cultivées et des terres dégradées.
- L'amélioration des techniques de riziculture et d'élevage et de la gestion du fumier afin de réduire les émissions de méthane (CH₄).
- De meilleures techniques d'application des engrais azotés pour réduire les émissions d'oxyde de diazote (N₂O).

Les pratiques agricoles consistant à diminuer les labours permettent de reconstituer le carbone dans le sol tout en réduisant l'érosion et l'utilisation de combustibles fossiles²¹⁷. La reconstitution de la



Champs cultivés dans le delta d'Evros, Grèce © Michel Gunther / WWF-Canon

matière organique dans le sol augmente également le rendement des cultures²¹⁸. Mais les résultats sont différents en fonction du type de sol et des conditions pédologiques, et les taux de séquestration du carbone mesurés à partir des diverses méthodes susmentionnées varient de 50 à 1 000 kg/ha/année²¹⁹, ce qui rend très difficile le calcul à grande échelle des avantages nets.

Les avis varient grandement quant à savoir ce que l'agriculture peut offrir en matière de séquestration du carbone. L'Union européenne a estimé de façon prudente que sur son territoire, les sols agricoles séquestrent le CO₂ à un taux de 60 à 70 Mt par année, ce qui représente 1,5 à 1,7 % des émissions anthropiques de CO₂ en Europe, et ce, à l'aide des moyens suivants : l'association de mesures techniques à l'ajout de matières organiques,

l'agriculture biologique, le labour favorisant la conservation, la remise en végétation permanente de certaines zones et l'augmentation des cultures bioénergétiques ligneuses au lieu de la rotation des jachères²²⁰. Une étude menée aux États-Unis en 2006, pour le compte du Pew Center on Global Climate Change, a permis de déterminer que si un grand nombre d'agriculteurs adoptaient des techniques de stockage du carbone, telles que la rétention des résidus de cultures, aucun labour et l'application efficace de fumier, d'engrais et d'eau, ainsi qu'une réduction rentable des émissions de N₂O et de CH₄, cela pourrait diminuer de 5 à 14 % l'ensemble des émissions de GES aux États-Unis²²¹. À l'inverse, une expérience de 23 ans réalisée par le Rodale Institute, également aux États-Unis, a consisté à comparer des systèmes de culture biologiques et traditionnels et a permis de conclure que l'adoption universelle de méthodes biologiques sur les terres agricoles pourrait donner lieu à la séquestration de près de 40 % des émissions actuelles de CO₂²²². Les chiffres réels dépendront de l'ampleur de l'application des techniques de séquestration du carbone et de l'action réciproque de la séquestration et des émissions en fonction des diverses conditions que suscitent les changements climatiques. Les avantages que tire la séquestration des changements apportés aux systèmes agricoles doivent être examinés en tenant compte du fait qu'il faudra déboiser davantage de terres à des fins agricoles si le rendement des cultures diminue en raison de ces changements. On ne peut toutefois pas présumer que cela sera inévitable.

Le rôle des aires protégées : De nombreuses aires protégées comprennent des exploitations agricoles dans le cadre de participations minoritaires ou de systèmes de gestion de paysages protégés, et nombre d'entre elles adoptent maintenant des formes plus durables d'agriculture afin de multiplier les avantages que peut en tirer la biodiversité²²³ et atteindre les objectifs en matière de conservation^{224,225}. Ces aires protégées se trouvent particulièrement, mais pas exclusivement dans les catégories V et VI de l'UICN. En Europe, 52 % des paysages protégés classés dans la catégorie V comptent des exploitations agricoles²²⁶. Par exemple, en Italie, la culture biologique est particulièrement encouragée et financée dans certains parcs nationaux de la catégorie V²²⁷. La séquestration du carbone constitue un incitatif supplémentaire en vue d'améliorer la gestion des terres dans de telles exploitations. La remise en végétation naturelle de terres agricoles improductives constitue également un moyen efficace de séquestrer le carbone²²⁸.

De nouveaux outils cartographiques, tels que la Carte mondiale du carbone publiée en 2008 par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), permettent de situer les zones où le stockage de carbone dans le sol est le plus important, ainsi que celles où il est possible d'en stocker davantage dans les sols dégradés²²⁹, ce qui offre ainsi un précieux outil supplémentaire pour analyser les lacunes dans les aires protégées.

SOLUTIONS

Adopter des méthodes agricoles qui favorisent le captage du carbone ainsi que la production de nourriture et de fibres grâce à la législation, à des mesures incitatives, à un financement préférentiel et au renforcement des capacités dans le milieu agricole, en privilégiant particulièrement la production biologique, le labour limité et, si nécessaire, la mise en jachère permanente.

Promouvoir des méthodes types en faisant en sorte que l'exploitation agricole dans les aires protégées de catégorie V soit un modèle et un banc d'essai pour des techniques nouvelles et traditionnelles de captage du carbone.

Connaître davantage les possibilités de séquestration du carbone dans le domaine agricole : L'incertitude constante quant à l'ampleur de ces possibilités entrave l'application de nouvelles méthodes de gestion; il faut donc mener des travaux urgents afin d'achever et de synthétiser les estimations à ce sujet.

Section 3 :

Rôle des aires protégées dans l'adaptation aux changements climatiques

Les aires protégées offrent un moyen aussi rentable que pratique de résoudre plusieurs aspects de l'adaptation aux changements climatiques grâce à des approches écosystémiques. L'établissement de certaines aires protégées est principalement justifié par l'abondance de leurs services écosystémiques, bien qu'il y ait encore beaucoup à apprendre pour ce qui est de leur incorporation dans les stratégies et les plans de gestion locaux et nationaux en matière d'adaptation.

L'adaptation en fonction des écosystèmes a recours à la biodiversité et aux services écosystémiques dans le cadre d'une stratégie générale d'adaptation aux changements climatiques. Elle comprend la gestion durable, la protection et la restauration des écosystèmes afin de préserver les services qui aident les gens à s'adapter aux effets néfastes des changements climatiques.

La présente section examine attentivement de quelle manière les aires protégées peuvent contribuer à l'adaptation en fonction des écosystèmes afin de relever un éventail de défis, particulièrement au niveau local, en recourant à des démarches communautaires pour pouvoir faire face aux effets des changements climatiques.

Cela comprend le rôle que ces aires peuvent jouer afin de prévenir ou de réduire les effets des catastrophes « naturelles », d'assurer un approvisionnement fiable en eau potable, de faire face aux problèmes de santé liés au climat et de préserver l'approvisionnement en denrées alimentaires, y compris les aliments sauvages, le poisson et les plantes sauvages apparentées aux plantes cultivées.

En dernier lieu, la présente section aborde le rôle que jouent les aires protégées dans la protection de la biodiversité lorsque celle-ci subit les contraintes des changements climatiques. Ce rôle est important en vue de prévenir la disparition et l'extinction éventuelle d'espèces, d'entretenir la résilience des écosystèmes et de préserver les valeurs économiques qu'ils peuvent offrir.

Rôle des aires protégées dans la réduction des effets des catastrophes naturelles

MESSAGES CLÉS

La fréquence des catastrophes naturelles augmente rapidement parce que les phénomènes climatiques extrêmes deviennent plus courants et que les pressions démographiques et les inégalités en matière de propriété foncière forcent les gens à vivre dans des zones instables telles que des pentes escarpées et des plaines inondables. Des écosystèmes protégés et gérés adéquatement, dont les forêts et les zones humides, peuvent servir de protection contre bon nombre d'inondations et de phénomènes tidaux, de glissements de terrains et de tempêtes.

Les enjeux :

Les catastrophes naturelles se multiplient rapidement en même temps que les phénomènes climatiques extrêmes. Les changements climatiques perturbent davantage les conditions météorologiques et les sociétés humaines, notamment dans les pays pauvres qui sont de plus en plus à risque en raison d'infrastructures déficientes et d'un système d'alerte inadéquat en cas de catastrophe qui accentuent leur vulnérabilité. Celle des collectivités de nombreux pays en développement est exacerbée par la croissance démographique et, dans certains cas, par l'inégalité en matière de propriété foncière qui force les gens à vivre dans des zones marginales sujettes aux catastrophes naturelles. Ces collectivités manquent également de moyens financiers, de régimes d'assurance et d'autres ressources pour se relever de phénomènes



Inondation au Lac Dongting de l'Est province du Hunan, Chine

© Yifei Zhang / WWF-Canon

climatiques extrêmes²³⁰. Les pertes économiques découlant des conditions climatiques et des inondations ont décuplé en 50 ans²³¹, et plus de la moitié de la population mondiale est maintenant exposée à des risques qui pourraient éventuellement évoluer en catastrophe²³².

Les changements climatiques ont des effets directs sur les nombreux risques qui peuvent provoquer des catastrophes. Bien que les risques d'origine géologique tels que les tremblements de terre tendent chaque fois à provoquer un grand nombre de pertes de vie, les risques hydrométéorologiques touchent un nombre encore plus important de gens.

Dans son dernier rapport, le GIEC mentionne qu'*une augmentation de l'intensité et de la variabilité des précipitations est censée multiplier les risques d'inondation et de sécheresse dans de nombreuses régions*²³³. Au cours de la Conférence mondiale sur la prévention des catastrophes naturelles tenue au Japon en 2005, les participants ont reconnu que les changements climatiques constituent une menace sous-jacente de catastrophes naturelles²³⁴. Par exemple, les risques d'inondation peuvent augmenter en raison de changements dans le milieu marin (élévation du niveau de la mer et ondes de tempête), du débordement des lacs glaciaires (un problème dans des pays tel que le Népal) et de chutes de pluie plus abondantes ou d'une plus longue durée²³⁵. L'intensité et la fréquence des précipitations extrêmes devraient aussi provoquer des glissements de terrain plus importants et plus fréquents²³⁶.

Il y a de moins en moins de doutes que le climat devient plus variable et cause davantage de phénomènes climatiques extrêmes. Une étude des variations dans les précipitations à l'échelle mondiale a permis de constater que ces variations s'accroissent de partout et qu'elles provoquent particulièrement des pluies plus abondantes à des latitudes élevées (dans l'hémisphère Nord), une diminution des précipitations en Chine, en Australie et dans

les petits pays insulaires du Pacifique, et des variations plus marquées dans les régions équatoriales²³⁷. Dans la zone subtropicale de l'Amérique du Sud, à l'est des Andes, les précipitations annuelles ont augmenté dans certaines régions dans une proportion aussi élevée que 40 % depuis les années 1960²³⁸. En Malaisie, par exemple, la plupart des catastrophes naturelles sont déjà causées par des pluies abondantes²³⁹.

En outre, si les écosystèmes naturels se dégradent à cause d'activités telles que la déforestation et le drainage des zones humides, et que l'efficacité des systèmes écosystémiques s'en trouve diminuée, les conséquences des risques naturels telles que les pluies torrentielles, les tempêtes, les tremblements de terre et les sécheresses seront vraisemblablement amplifiées. Les spécialistes en matière de prévention des catastrophes soutiennent qu'il faut évaluer les effets des changements climatiques ainsi que d'autres causes de catastrophes naturelles²⁴⁰. Dans de telles situations, les chances sont plus grandes qu'un risque naturel devienne une catastrophe à part entière.

Lorsque les cyclones sont accompagnés de vents soutenus soufflant à 119 km/h, ils deviennent les ouragans de l'Atlantique et du nord-est du Pacifique et les typhons de l'ouest du Pacifique. Dans les zones côtières vulnérables,

les conséquences des plus fortes tempêtes seront exacerbées par l'élévation du niveau de la mer. Le GIEC mentionne que les cyclones tropicaux à venir seront vraisemblablement plus intenses, avec des pointes de vent plus fortes et des précipitations abondantes²⁴¹. On a déjà constaté que les violentes tempêtes sont plus fréquentes. En 2005, l'Amérique latine et les Caraïbes ont connu 26 tempêtes tropicales, dont 14 ouragans, soit l'une des saisons d'ouragan les plus destructives de l'histoire²⁴². Les conséquences de telles catastrophes peuvent comprendre des pertes de vie et le déplacement de collectivités entières, ainsi que des coûts économiques que des pays n'ont généralement pas les moyens d'assumer. Au Mexique, par exemple, on estime que l'ouragan Wilma a coûté 17 788 000 \$US en 2005 en raison des dommages subis²⁴³, et les inondations dans l'État de Tabasco ont coûté 3 100 300 \$US en 2007²⁴⁴. Les cyclones sont « alimentés » par l'air chaud et humide qui se trouve au-dessus des océans tropicaux, dont la température doit être au moins de 26,5 °C et la profondeur de 50 mètres. Plus les mers se réchaufferont, plus des régions atteindront cette température critique et plus de tempêtes se formeront²⁴⁵. Jusqu'à tout récemment, on n'a enregistré que deux cyclones tropicaux dans l'Atlantique Sud et aucun ouragan. Mais le 28 mars 2004, la côte sud du Brésil a connu son tout premier ouragan, Catarina²⁴⁶.

ÉTUDE DE CAS

Il est prévu que la Nouvelle-Zélande connaisse des inondations plus graves que jamais à cause des changements climatiques. Les solutions naturelles peuvent s'avérer efficaces et, par exemple, la protection de la zone humide de Whangamarino est censée faire économiser des millions de dollars à ce pays en prévention de catastrophes.

Une étude récente des tempêtes actuelles et leur modélisation en fonction de différents scénarios d'augmentation de la température montre que les précipitations en Nouvelle-Zélande ont augmenté en moyenne de 3,5 et 33 %, soit respectivement 0,5 °C, 1,0 °C et 2,7 °C²⁷⁶. En général, l'augmentation des précipitations signifie un plus grand nombre d'inondations.

Environ 90 % des zones humides qui existaient il y a 150 ans en Nouvelle-Zélande ont été drainées, comblées ou détruites²⁷⁷. Les 7 290 ha de la zone humide de Whangamarino, qui comprennent une réserve sous gestion de 4 871 ha, constituent le deuxième plus grand complexe de tourbières et de marécages de l'île du Nord. La zone humide joue un rôle crucial dans la lutte contre les inondations (dont la valeur est estimée à 601 037 \$US par année en se fondant sur les valeurs de 2003²⁷⁸) et le captage des sédiments. Les valeurs augmentent dans les années où se produisent des inondations et on estime que leur prévention en 1998 a représenté à elle seule 4 millions de dollars américains. Une évaluation de la valeur de la zone humide de Whangamarino a permis de conclure que si elle n'existait pas, le conseil régional devrait investir des millions de dollars pour construire des digues le long du cours inférieur de la rivière²⁷⁹.

Un compromis existe toutefois entre une utilisation accrue de cette zone humide pour lutter contre les inondations et la conservation d'autres valeurs écosystémiques. Ce site compte une biodiversité dont la valeur est considérable et sa diversité botanique est plus grande que celle de toute autre tourbière de basse altitude dans l'île du Nord. Cette diversité donne à ce site la capacité de soutenir un grand éventail de communautés d'espèces qui sont rares dans cette région²⁸⁰. La zone humide soutient également le plus grand nombre connu de populations de butors d'Australie (*Botaurus poiciloptilus*), une espèce en voie de disparition, et elle est réputée pour la pêche et la chasse. Par conséquent, l'apport des eaux de crue, qui augmentent la quantité d'éléments nutritifs et de sédiments, doit être méticuleusement géré afin de veiller à ce que les effets indirects des changements climatiques soient également atténués.

Whangamarino est l'une des trois zones humides de Nouvelle-Zélande dont chacune a reçu une subvention d'environ 500 000 \$NZ par année pour leur restauration²⁸¹.

Source : Department of Conservation, Nouvelle-Zélande

Tableau 4 : Exemples de rôles des aires protégées dans la prévention ou l'atténuation des catastrophes naturelles

Risque	Rôle de l'aire protégée	Type d'habitat de l'aire protégée	Exemples
Inondation	Fourniture d'espace en cas de déversement d'eau et atténuation des inondations.	Marais, zones humides côtières, tourbières et lacs naturels.	<ul style="list-style-type: none"> Les deux réserves qui forment les marais de Muthurajawella, près de Colombo, au Sri Lanka, ont une superficie de 3 068 ha. La valeur économique de l'atténuation des inondations (convertie en fonction des valeurs de 2003) est estimée à 5 033 800 \$US par année²⁵⁹.
	Absorption et diminution du débit d'eau.	Forêts riveraines et montagneuses.	<ul style="list-style-type: none"> Les avantages de la protection des forêts dans les bassins versants situés en amont du parc national de Mantadia, à Madagascar, à savoir la diminution des dommages infligés aux cultures par les inondations, sont estimés à 126 700 \$US (en 1991, le produit national brut par habitant de Madagascar était de 207 \$US)²⁶⁰.
Glissements de terrain, éboulements et avalanches	Stabilisation du sol, des roches et de la neige.	Forêts situées sur des pentes escarpées.	<ul style="list-style-type: none"> Les inondations et les glissements de terrain constituent des risques fréquents au Népal où ils causent environ 200 décès par année²⁶¹. Le parc national de Shivapuri est la principale source d'eau à des fins de consommation domestique à Katmandu. Des mesures de protection contre les glissements de terrain ont été instaurées dans 12 localités du parc²⁶².
	Protection contre les glissements de terrain et les avalanches.	Forêts situées sur des pentes et en contrebas.	<ul style="list-style-type: none"> Il y a 150 ans, le gouvernement suisse a constaté que la perte de forêts était liée à de graves avalanches, glissements de terrain et inondations²⁶³. Quelque 17 % des forêts sont gérées en vue de prévenir les glissements de terrain et les avalanches²⁶⁴ et procurent des services de l'ordre de 2 à 3,5 milliards de dollars américains par année²⁶⁵.
Ondes de tempêtes et raz de marée	Constitution d'une barrière physique contre les invasions marines.	Mangroves, îles barrières, récifs coralliens et dunes de sable.	<ul style="list-style-type: none"> Les collectivités autochtones vivant dans la réserve de Rio Plátano, au Honduras, sont en train de reboiser les rivages de la lagune d'Ibans avec des palétuviers et d'autres espèces afin d'améliorer les habitats de poisson et lutter contre l'érosion de l'étroite bande côtière²⁶⁶. À la suite du tsunami de 2004, des études menées à Hikkaduwa, au Sri Lanka, où les récifs se trouvent dans un parc marin, ont permis de constater que les dommages n'ont pas dépassé 50 mètres sur le continent et que les vagues ne mesuraient que de 2 à 3 mètres de haut. Près de Peraliya, où les récifs ont été fortement endommagés par l'extraction de corail, les vagues ont atteint 10 mètres de haut, et les dommages et l'inondation se sont étendus sur 1,5 km à l'intérieur des terres²⁶⁷.
	Fourniture d'espace en cas de débordement dû à une marée de tempête.	Marais côtiers.	<ul style="list-style-type: none"> Le site de Black River Lower Morass représente le plus important écosystème d'eau douce en zone humide de la Jamaïque. Ce marais sert de barrière naturelle contre les inondations fluviales et les invasions marines²⁶⁸ et représente une importante ressource économique pour 20 000 personnes.
Sécheresse et désertification	Diminution du pâturage et du piétinement.	Particulièrement les prairies, mais aussi les forêts sèches.	<ul style="list-style-type: none"> À Djibouti, la forêt du Day est une aire protégée qui fait l'objet de projets de régénération afin de prévenir toute autre perte dans cette importante zone forestière ainsi que la poursuite de son empiètement par le désert²⁶⁹.
	Préservation des plantes résistant à la sécheresse.	Tous les habitats de zones arides.	<ul style="list-style-type: none"> Au Mali, on reconnaît que les parcs nationaux jouent un rôle dans la lutte contre la désertification, et on y perçoit les aires protégées comme une importante réserve d'espèces résistant à la sécheresse²⁷⁰.
Incendies	Maintien des systèmes de gestion qui contrôlent les incendies.	Savanes, forêts sèches et tempérées, et broussailles.	<ul style="list-style-type: none"> Dans le parc national du mont Kitanglad, aux Philippines, des bénévoles de différentes communautés ethniques de la région ont entrepris des activités de surveillance des incendies. Le fait de participer à ces activités correspond aux principes traditionnels d'intendance des terres et un conseil d'ainés de tribu approuve la nomination de ces bénévoles²⁷¹.
	Maintien de la résistance naturelle aux incendies	Refuges contre les incendies dans les forêts et zones humides.	<ul style="list-style-type: none"> Des études menées à l'intérieur et à l'extérieur du parc national de Kutai, en Indonésie, ont permis de constater qu'en 1982 et 1983, les feux de forêts ont détruit une plus grande quantité d'arbres dans les forêts secondaires que dans les forêts primaires protégées où le feu a progressé dans les sous-bois ne touchant que les arbres de grande taille en se propageant vers le haut par les lianes²⁷². De récentes études analogues en Amazonie ont aussi permis de constater que l'incidence des incendies est plus faible dans les aires protégées par rapport à des aires adjacentes²⁷³. La fragmentation des forêts cause aussi le dessèchement de la couverture végétale, ce qui multiplie les risques d'incendie.
Ouragans et tempêtes	Protection contre les dommages immédiats des tempêtes.	Forêts, récifs coralliens, mangroves et îles barrières.	<ul style="list-style-type: none"> Le réseau de mangroves protégées connu sous le nom des Sundarbans au Bangladesh et en Inde sert à stabiliser les zones humides et le littoral et contribue à protéger les zones intérieures des cyclones. Les mangroves peuvent arrêter les vagues de tempête de plus de 4 mètres de haut au cours d'un cyclone²⁷⁴, et protéger ainsi beaucoup mieux les zones côtières du vent et des vagues que celles peu ou pas du tout couvertes par une mangrove²⁷⁵.

Les zones humides côtières diminuent déjà de 1 % par année à cause d'activités anthropiques indirectes et directes. Si le niveau de la mer monte d'un mètre, plus de la moitié des zones humides côtières de la planète disparaîtront²⁴⁷. Selon le GIEC, ce processus est déjà en cours et les inondations côtières provoquent de plus en plus de dommages²⁴⁸. On estime que 10 millions de personnes sont actuellement touchées chaque année par les inondations côtières et ce nombre augmentera considérablement en fonction des scénarios des changements climatiques²⁴⁹.

Les écologistes, les ingénieurs et les spécialistes des secours en cas de catastrophe se penchent de plus en plus sur la question de savoir quel est le meilleur équilibre entre le développement, la conservation et la préparation aux catastrophes, en s'appuyant sur les approches traditionnelles qu'appliquent les peuples autochtones et les collectivités locales. Toutefois, en fonction de la Stratégie internationale pour la prévention des catastrophes, on sait que pour le moment, les outils de gestion de l'environnement n'intègrent pas systématiquement les tendances dans l'occurrence des risques et la vulnérabilité à ces risques²⁵⁰. Cela ne tient pas compte du fait que la recherche montre qu'il est habituellement moins coûteux de prévenir les catastrophes que de s'en relever²⁵¹. La Banque mondiale et le United States Geological Survey indiquent

que chaque dollar investi pour prévenir efficacement les catastrophes permet d'économiser 7 \$ par rapport à ce qu'il en coûte pour combler les pertes à la suite de catastrophes naturelles²⁵². Le GIEC estime que les changements climatiques interagissent à toutes les échelles avec d'autres tendances relativement aux préoccupations que suscitent l'environnement et les ressources naturelles planétaires, dont la pollution de l'eau, du sol et de l'air, les risques sanitaires, les risques de catastrophes et la déforestation. Leurs effets combinés pourraient s'aggraver à l'avenir en l'absence de mesures d'atténuation et d'adaptation intégrées²⁵³.

Le rôle des aires protégées

La protection et la restauration des services écosystémiques sont perçues comme une importante étape en vue d'améliorer la préparation aux catastrophes naturelles par de nombreux organismes gouvernementaux et intergouvernementaux. Certaines des premières aires protégées étaient destinées à préserver les collectivités des phénomènes climatiques extrêmes et des risques qui y sont associés. Au Japon, la protection des forêts a débuté aux 15^e et 16^e siècles²⁵⁴ afin d'enrayer les glissements de terrain. Aujourd'hui, ce pays compte presque 9 Mha de forêts de protection avec 17 sortes d'utilités, dont 13 en vue de réduire les répercussions des phénomènes climatiques extrêmes²⁵⁵. Au Moyen-Orient, les aires

ÉTUDE DE CAS

Les aires protégées peuvent contribuer à prévenir les glissements de terrain en diminuant la perte de forêts et en augmentant la stabilité du sol. La Suisse applique depuis plus de 150 ans une politique de gestion des risques naturels en protégeant ses forêts alpines, une protection qui vaut des milliards de dollars.

Les changements climatiques peuvent aggraver tous les types de risques hydrométéorologiques, et des précipitations plus intenses et plus fréquentes causeront davantage de glissements de terrain²⁸². En Suisse, on a estimé que cela constituait un problème²⁸³ en raison d'une récente augmentation de ces glissements imputable à des pluies plus torrentielles et à une plus grande densité du cheptel²⁸⁴. Le déboisement des forêts peut également augmenter considérablement la fréquence de légers glissements de terrain sur de fortes pentes²⁸⁵.

La Commission européenne est d'avis que la reforestation des versants peut aider à diminuer l'occurrence des glissements de terrain légers mais quand même dangereux (principalement les coulées de boue et de débris), et qu'une déforestation excessive a souvent provoqué un glissement de terrain²⁸⁶. En Suisse, une étude de l'activité pollinique démontre clairement que, dans le passé, le déboisement anthropique des

forêts et les activités agricoles ont été associés à une augmentation des glissements de terrain²⁸⁷.

Il y a environ 150 ans, le gouvernement suisse a constaté que la surexploitation forestière provoquait des avalanches, des glissements de terrain et des inondations, et a instauré un système rigoureux de protection et de restauration des forêts²⁸⁸. Les peuplements sont gérés de manière à servir de protection contre les éboulements, les glissements de terrain et les avalanches²⁸⁹. À la suite de graves inondations en 1987, le gouvernement a pris d'autres mesures pour que les forêts servent de protection contre les risques naturels, et ce, en vertu d'ordonnances fédérales concernant les inondations et la protection des forêts²⁹⁰. Quatre principaux éléments de la gestion des risques naturels y sont énoncés : l'évaluation des risques, la détermination des besoins en matière de protection, la planification des mesures et la mise sur pied de plans d'urgence²⁹¹. L'utilisation des forêts est considérée comme un élément important de la prévention des catastrophes, et celles qui couvrent aujourd'hui la région alpine, soit 17 % de la superficie totale des forêts suisses, sont gérées principalement pour leur pouvoir de protection. Hormis les importants avantages qu'elles procurent aux humains, ces forêts de protection fournissent des services estimés entre 2 et 3,5 milliards de dollars américains par année²⁹².

Source : WWF



Formation désertique dans une prairie aride, Namibie © Nigel Dudley

protégées qui portent le nom de *hima* ont été établies il y a plus d'un millier d'années afin de prévenir l'érosion des prairies²⁵⁶. Dans bon nombre d'aires conservées et gérées traditionnellement par les autochtones et les collectivités et de sites naturels sacrés, la végétation naturelle sert de protection contre les inondations et les glissements de terrain causés par les phénomènes climatiques extrêmes²⁵⁷. Le tout premier rôle des aires protégées en matière de réduction des risques de catastrophe consiste à atténuer les conséquences d'un risque naturel, et dans ce domaine, elles offrent les trois principaux avantages suivants :

- La préservation des écosystèmes naturels qui protègent contre des risques naturels tels que les ondes de tempête et les inondations, dont les mangroves côtières, les récifs coralliens, les plaines inondables et les forêts.
- La préservation des systèmes agricoles traditionnels qui jouent un rôle important en atténuant les phénomènes

climatiques extrêmes, dont les systèmes agroforestiers, les cultures en terrasses et les forêts d'arbres fruitiers dans les terres arides.

- Le choix de possibilités de restaurer activement ou passivement ces systèmes lorsqu'ils sont dégradés ou détruits.

La valeur de ces services écosystémiques peut être considérable. Selon une analyse récente du rôle des zones humides en vue de réduire les inondations associées aux ouragans aux États-Unis, celles-ci ont une valeur moyenne de 8 240 \$US/ha/année, alors qu'on estime que les zones humides côtières dans ce même pays fournissent des services de protection contre les tempêtes d'une valeur de 23,2 milliards de dollars américains par année²⁵⁸.

SOLUTIONS

Planifier à grande échelle : Il faut entreprendre, en partenariat avec des organismes d'intervention en cas de catastrophes, des analyses des emplacements nationaux, régionaux et transfrontaliers où les écosystèmes naturels pourraient prévenir et atténuer les catastrophes, et élaborer des stratégies connexes de protection des écosystèmes, y compris l'établissement de nouvelles aires protégées dans les zones vulnérables afin de préserver les services écosystémiques essentiels qui protègent les collectivités. Cela doit se faire dans le cadre de plans et de systèmes de gestion des risques de catastrophe à grande échelle.

Faire en sorte que les responsables de certaines aires protégées puissent envisager la révision de leurs objectifs et plans de gestion afin de mieux refléter et de maintenir la contribution des aires protégées à l'atténuation des catastrophes.

Rôle des aires protégées dans la préservation de l'eau

MESSAGES CLÉS

Les changements climatiques sont censés avoir des effets négatifs généraux sur la disponibilité de l'eau étant donné que l'approvisionnement sera vraisemblablement plus variable et que d'importantes régions connaîtront une diminution de la quantité totale de leurs précipitations. Certains écosystèmes naturels, particulièrement les forêts montagneuses humides et certaines forêts anciennes d'eucalyptus, peuvent augmenter le volume d'eau nette dans les bassins versants, alors que la plupart des zones humides contribuent à réguler le débit d'eau et leur protection peut aider à atténuer le stress hydrique causé par le climat.

Les enjeux

De nombreux pays font déjà face à des pénuries d'eau²⁹³ et elles devraient vraisemblablement augmenter. On estime que l'humanité utilise déjà plus de la moitié de l'eau de ruissellement géographiquement et temporellement accessible²⁹⁴. D'ici 2025, quelque 5 milliards de personnes pourraient subir un stress hydrique²⁹⁵; on admet donc de plus en plus qu'il faut adopter de nouvelles approches en matière d'approvisionnement en eau²⁹⁶. Les trois quarts de la consommation d'eau par les humains sont destinés à l'agriculture, mais elle y est généralement utilisée de façon vraiment inefficace²⁹⁷ bien que l'irrigation semble le premier domaine à y perdre en cas de pénurie d'eau²⁹⁸.

Les changements climatiques sont censés diminuer la disponibilité de l'eau. Le réchauffement de la température devrait accélérer le cycle hydrologique, augmenter les ressources en eau douce et donc théoriquement diminuer le stress hydrique, mais des changements et des fluctuations au niveau local contrebalanceront n'importe quel avantage^{299,300}. Par exemple, certaines régions tempérées et semi-tropicales auront moins de précipitations alors que l'Asie du Sud et l'Asie de l'Est disposeront d'une plus grande quantité d'eau, mais principalement en raison du prolongement de la saison des pluies³⁰¹. Dans de nombreuses parties du monde, la variabilité spatiotemporelle des précipitations devrait augmenter.



Forêt montagneuse humide dans la réserve naturelle de Cayambe-Coca, Équateur © Kevin Schafer / WWF-Canon

Le régime hydrologique devrait subir les effets d'autres facteurs. Dans la région floristique du Cap, en Afrique du Sud, on s'attend par exemple à ce que les changements climatiques exacerbent le rythme d'expansion des espèces ligneuses exotiques envahissantes et aient des incidences sur le régime des perturbations par le feu ainsi que sur le débit de l'eau souterraine et des cours d'eau.

Le rôle des aires protégées

De nombreuses forêts, y compris celles qui sont jeunes et les plantations d'espèces exotiques, diminuent le débit net de l'eau parce que les arbres ont une plus grande capacité d'évapotranspiration qu'un autre type de végétation tel que les prairies et les terres cultivées. Toutefois, d'autres forêts naturelles (particulièrement les forêts tropicales humides de montagne et certaines forêts plus anciennes) augmentent le débit total d'eau, là où les forêts naturelles sont susceptibles d'être déboisées, l'établissement d'aires protégées aiderait à maintenir l'approvisionnement en eau³⁰².

Les ceintures ou les zones de forêts montagneuses humides se trouvent à une altitude de 2 000 à 3 500 mètres sur de vastes montagnes ou de chaînes de montagnes à l'intérieur du continent, mais à une altitude aussi basse

que 400 à 500 mètres au-dessus du niveau de la mer sur les îles montagneuses³⁰³. Ces forêts montagneuses humides couvrent 381 166 km² (chiffres de 2004), dont 60 % en Asie, 25 % dans les Amériques et 15 % en Afrique. Théoriquement, leur étendue est beaucoup plus vaste, bien qu'elle soit censée diminuer à cause des changements climatiques³⁰⁴.

Les forêts montagneuses humides ont la capacité de « récupérer » l'humidité atmosphérique en la condensant sur les feuilles et d'autres parties de la végétation, et de contribuer ainsi à l'approvisionnement en eau³⁰⁵. La quantité totale d'eau qu'utilisent ces forêts est généralement plus faible que celle qu'utilisent les forêts situées à une plus basse altitude en montagne. Ces deux facteurs signifient que le volume d'eau que dégagent les forêts montagneuses humides a tendance à être plus important pour la même quantité de précipitations et qu'il est également plus fiable durant les périodes sèches.

L'apport en eau des forêts montagneuses humides peut représenter le double ou même plus que celui des précipitations ordinaires; bien que dans les zones humides, il pourrait ne représenter que 15 à 20 % de plus; toutefois,

ÉTUDE DE CAS

Un certain nombre de gouvernements et de municipalités du monde entier protègent leurs forêts afin de préserver leur approvisionnement en eau potable. En Australie, il est particulièrement important d'avoir recours à une gestion efficace compte tenu des enjeux que suscitent les changements climatiques.

Les prédictions de Melbourne quant aux effets des changements climatiques font état d'une hausse des températures, d'une diminution des précipitations et d'une multiplication des phénomènes climatiques extrêmes. Les répercussions éventuelles sur l'approvisionnement en eau comprennent une diminution de cet approvisionnement en raison d'une baisse du débit des cours d'eau et de risques accrus de feux de brousse dans les bassins versants qui pourraient également réduire le débit des cours d'eau et diminuer la qualité de l'eau³⁰⁶.

Quelque 90 % de l'eau de Melbourne provient des bassins versants forestiers. Presque la moitié d'entre eux est protégée et le reste est en grande partie géré aux fins du captage d'eau. Les aires protégées qui sont importantes dans le cadre de la gestion de l'eau comprennent le parc national de Kinglake (catégorie II de l'UICN, 21 600 ha), le parc national de Yarra Ranges (catégorie II, 76 000 ha) et le parc national de Baw Baw (catégorie II, 13 300 ha). La gestion du bassin versant de Melbourne a été guidée par un programme de recherches expérimentales et analytiques sur la relation entre la perturbation d'un bassin et son apport

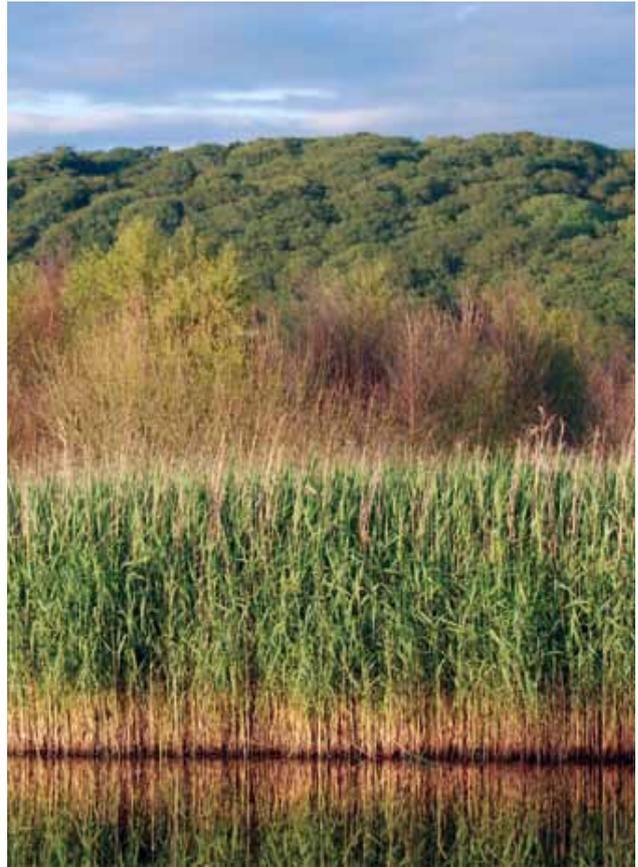
en eau, et ce programme s'est avéré particulièrement important pour préciser les liens entre l'apport en eau et la perturbation d'une forêt. Des données provenant d'études sur les précipitations et le ruissellement, recueillies dans de vastes bassins versants forestiers de la région complètement ou partiellement détruite par un incendie en 1939, ont permis de conclure que l'apport en eau provenant de ces bassins est en rapport avec l'âge des forêts³⁰⁷. Ces études ont également révélé que la perturbation d'une forêt peut y diminuer dans une proportion aussi forte que 50 % le débit de ruissellement annuel moyen comparativement à une forêt mature, et cela peut prendre aussi longtemps que 150 ans pour que ce débit se rétablisse pleinement. Un tel phénomène est dû au fait que l'évapotranspiration des forêts anciennes est plus faible par unité de surface que celle des forêts plus jeunes. La conséquence est que la perturbation d'une forêt, en raison d'un incendie ou de l'exploitation forestière, diminue son apport en eau à court et à moyen terme (sauf au cours des quelques années qui suivent immédiatement la perturbation)³⁰⁸.

Un éventail d'options en matière de gestion de l'approvisionnement en eau peut aider les gens à faire face aux effets des changements climatiques à Melbourne. En matière de gestion de bassins versants et de réservoirs, celles-ci comprennent la gestion des bassins versants forestiers afin de minimiser les répercussions des perturbations, telles que les feux de brousse ou l'exploitation forestière et l'évaporation, sur l'apport en eau³⁰⁹.

Source : WWF

cet apport supplémentaire peut s'avérer important pour des collectivités qui connaissent des pénuries en eau de qualité. Cette fonction d'extraction d'eau disparaît en cas de déboisement, ce qui fait que l'incorporation de forêts montagneuses humides dans les réseaux d'aires protégées constitue un moyen d'assurer et de maintenir ces avantages en matière d'approvisionnement en eau. Des recherches en Australie révèlent également que certaines forêts anciennes d'eucalyptus peuvent aussi augmenter le volume d'eau nette dans les bassins versants (voir l'étude de cas).

Bon nombre de terres humides et de sols hygroscopiques jouent un rôle essentiel en absorbant et en retenant l'eau des précipitations incidentes au cours de la saison des pluies, en renouvelant les réserves d'eau souterraine et, plus particulièrement, en diminuant le débit de ruissellement, ce qui assure une disponibilité de l'eau à longueur d'année pour des usages domestiques, agricoles et autres. Les aires protégées peuvent garantir le fonctionnement continu des écosystèmes des zones humides, de même que les systèmes de gestion destinés à maîtriser les feux, l'invasion de plantes ligneuses, le pâturage non écologique et d'autres usages peuvent contribuer à prévenir les effets des changements climatiques sur ces écosystèmes et maintenir les services d'eau essentiels pour les collectivités qui en dépendent, car il s'agit d'un élément supplémentaire aux précipitations verticales.



Zone humide dans la réserve de la biosphère de Dyfi, pays de Galles © Sue Stolton

SOLUTIONS

On peut établir des aires protégées pour préserver les forêts, les zones humides et d'autres écosystèmes qui fournissent des services d'eau essentiels, ainsi que pour appliquer des méthodes de gestion adaptatives afin de neutraliser les effets des changements climatiques sur ces services. Les solutions qu'offrent les aires protégées doivent être envisagées et mises en œuvre au moyen de stratégies nationales intégrées d'adaptation et de mesures garantissant la sécurité de l'approvisionnement en eau dans le contexte des changements climatiques.

Les forêts montagneuses humides : Il est urgent de centrer l'attention mondiale sur la conservation des forêts montagneuses humides restantes, particulièrement en vue de garantir l'approvisionnement en eau.

Les forêts d'eucalyptus : Des recherches sont nécessaires sur la manière d'équilibrer les avantages que procurent les vieux peuplements d'eucalyptus avec les risques accrus d'incendies découlant des changements climatiques en vue d'élaborer des stratégies de gestion optimales.

L'eau douce : Généralement sous-représenté, le biome d'eau douce doit recevoir une attention spéciale dans les plans visant à augmenter la couverture des aires protégées.

Rôle des aires protégées dans l'approvisionnement en eau propre

MESSAGES CLÉS

Le manque d'accès à de l'eau propre est un problème catastrophique pour près d'un milliard de citoyens de même que pour les collectivités des zones arides, et le problème s'aggravera vraisemblablement à cause des changements climatiques. Les aires protégées comptant des forêts et des zones humides fournissent déjà de l'eau potable propre et bon marché à un très grand nombre de populations rurales et urbaines, y compris à un tiers des villes les plus peuplées du monde. Il est essentiel de protéger les sources d'eau propre des effets des changements climatiques, ce qui nécessite des investissements suffisants pour étendre et gérer efficacement le réseau d'aires protégées.

Les enjeux

Au cours du siècle dernier, la population mondiale a triplé, mais la demande en eau à des fins humaines a sextuplé. Dans l'intervalle, de nombreux bassins versants se sont dégradés à cause de la déforestation et d'autres changements qui ont eu diverses répercussions hydrologiques³¹¹. Les changements climatiques se conjuguent à d'autres pressions et exacerbent une crise existante. On s'attend à ce que ces changements aient un effet néfaste sur la qualité de l'eau en raison d'une plus grande variabilité des précipitations, d'une augmentation du stress hydrique (c'est-à-dire des pénuries périodiques)

dans certaines régions et d'une rupture dans les services environnementaux, bien que les modèles climatiques diffèrent à ce sujet³¹². Dans son rapport de 2008, intitulé *Le changement climatique et l'eau*, le GIEC conclut que : « Des changements dans la quantité et la qualité de l'eau attribuables au changement climatique devraient influencer la disponibilité, la stabilité, l'utilisation des aliments ainsi que l'accès à ces derniers ».

Le manque d'eau propre a déjà une incidence considérable sur la santé publique. Annuellement, 2,2 millions de décès, soit 4 % de l'ensemble de ceux-ci, sont attribuables au



Eau de source locale au Népal © Simon de Trey-White / WWF-UK

manque d'eau propre et d'installations sanitaires. Les villes sont gravement touchées, car on estime que 700 millions de citadins en Asie, 150 millions en Afrique et 120 millions en Amérique latine et dans les Caraïbes n'ont pas accès à un approvisionnement adéquat en eau potable³¹⁴, et ces chiffres sont censés augmenter³¹⁵. Les tensions que provoque l'accès à l'eau entre collectivités et entre pays entraînent des problèmes politiques³¹⁶. Toutes ces pressions s'amplifieront dans le contexte des changements climatiques.

Le rôle des aires protégées

Lorsqu'elles sont bien gérées, les forêts naturelles fournissent presque toujours de l'eau d'une très bonne qualité contenant moins de sédiments et de polluants que l'eau provenant d'autres bassins versants³¹⁷. Plusieurs pays se servent déjà délibérément ou non des forêts pour s'approvisionner en eau potable à un prix avantageux. D'autres habitats naturels, dont ceux des zones humides et des prairies, jouent également un rôle essentiel en diminuant les concentrations de polluants et de matières particulaires dans l'eau. Les zones humides peuvent également s'avérer très efficaces en traitant de forts taux d'éléments nutritifs et certaines plantes aquatiques peuvent concentrer les matières toxiques dans leurs tissus, purifiant ainsi l'eau dans laquelle elles croissent³¹⁸. Par exemple, dans les marais peuplés de cyprès en Floride, 98 % de l'azote et 97 % du phosphore que contiennent les eaux usées qui pénètrent dans ces zones humides sont éliminés avant que l'eau atteigne les réservoirs souterrains³¹⁹.

De nombreux bassins versants forestiers qui fournissent de l'eau potable aux municipalités sont déjà protégés. Ils sont parfois reconnus comme tels et leur préservation a constitué un motif essentiel d'établissement d'une aire protégée. Dans de tels cas, la valeur de l'eau a quelquefois suscité la protection d'aires naturelles autour des villes, sans quoi elles auraient disparu. Dans d'autres cas, la valeur des bassins versants des aires protégées est restée grandement méconnue, et les avantages qu'ils procurent en aval sont accessoires bien qu'importants sur les plans social et économique. Il arrive aussi qu'une protection complète ne soit pas réalisable en raison de la pression démographique ou des régimes de propriété foncière en vigueur et de la disponibilité de diverses autres options de gestion forestière, notamment celle à de multiples fins accordant la priorité au maintien ou à l'amélioration de la qualité de l'eau (par exemple, au moyen d'un processus de certification pour l'aménagement forestier) et la restauration. Les gouvernements locaux ou nationaux, les particuliers et les collectivités constatent de plus en plus que cela peut permettre de financer la protection³²⁰, par exemple en vertu de régimes de rémunération des services écosystémiques³²¹.

Des recherches révèlent que près du tiers (33 sur 105) des plus grandes villes du monde tirent la plus grande partie de leur eau potable directement d'aires protégées³²². Au moins cinq autres de ces villes l'obtiennent à partir de bassins versants éloignés comptant des aires protégées. Au moins huit de plus la font parvenir de forêts gérées

de manière à privilégier le maintien des fonctions de leur système hydrologique. En revanche, plusieurs autres de ces mégapoles éprouvent des problèmes avec leur approvisionnement en eau en raison de la dégradation de leurs bassins versants, ou s'alimentent actuellement en eau dans des forêts qu'on envisage de protéger en raison de leur valeur à titre de source d'approvisionnement en eau. Il est crucial de gérer efficacement les aires protégées existantes afin de préserver ces sources d'eau, et le fait d'élargir le réseau d'aires protégées permettra de s'assurer qu'une plus grande étendue de ces bassins versants est protégée contre la dégradation que cause la conjugaison des changements climatiques à d'autres facteurs de stress d'origine anthropique. Le tableau 5 donne quelques exemples révélateurs de la préservation des sources d'eau urbaines par les aires protégées³²³.

ÉTUDE DE CAS

Bien qu'une fonte rapide des glaces menace l'approvisionnement en eau de plusieurs pays andins, un fonds de fiducie novateur mis sur pied en Équateur permet de veiller à ce que les mesures de protection des bassins versants soient adéquatement appliquées dans deux aires protégées qui assurent un approvisionnement en eau essentiel pour la capitale de ce pays.

Quelque 80 % du 1,5 million de résidents de Quito s'alimentent en eau potable dans deux aires protégées : les réserves écologiques d'Antisana et de Cayambe-Coca. Bien qu'elles soient officiellement protégées dans le cadre du réseau de parcs nationaux de l'Équateur, ces réserves servent aussi à la production de bétail, de lait et de bois d'œuvre par les 27 000 personnes qui vivent à l'intérieur ou à l'extérieur³²⁴.

Afin de lutter contre les menaces dont ces réserves sont l'objet, le gouvernement travaille de concert avec une ONG locale à l'établissement de plans de gestion dont les mesures visent à protéger les bassins versants, notamment en appliquant plus rigoureusement les dispositions qui protègent la partie supérieure de ces bassins et en adoptant des mesures destinées à améliorer ou à protéger les fonctions hydrologiques et les points d'eau, à prévenir l'érosion et à stabiliser les rives et les pentes³²⁵. Les aires protégées sont gérées plus efficacement depuis l'établissement d'un fonds de fiducie en 2000 (désigné *Fondo del Agua* ou FONAG) avec le soutien de The Nature Conservancy et de United States Agency for International Development. Ce fonds contribue au financement des mesures de protection des bassins versants, notamment par l'acquisition de terres importantes et l'application de pratiques agricoles améliorées³²⁶.

Source : TNC

Tableau 5 : Villes importantes s'alimentant en eau dans des aires protégées.

Ville	Aire protégée
Mumbai, Inde	Parc national de Sanjay Ghandi (catégorie II de l'UICN, 8 696 ha).
Jakarta, Indonésie	Parcs nationaux de Gunung Gede Pangrango et de Gunung Halimun (catégorie II de l'UICN, 15 000 ha et 40 000 ha).
Karachi, Pakistan	Parc national de Kirthar (catégorie II de l'UICN, 308 733 ha) et 5 refuges fauniques (318 391 ha au total).
Tokyo, Japon	Parcs nationaux de Nikko (catégorie V de l'UICN, 140 698 ha) et de Chichibu-Tama (catégorie V, 121 600 ha).
Singapour	Réserve naturelle de Bukit Timah et zone centrale du bassin versant (catégorie IV de l'UICN, 2 796 ha).
New York, États-Unis	Parc étatique Catskill (catégorie V de l'UICN, 99 788 ha).
Los Angeles, États-Unis	Forêt nationale d'Angeles (catégorie VI de l'UICN, 265 354 ha).
Bogota, Colombie	Parc national de Chingaza (catégorie II de l'UICN, 50 374 ha).
Cali, Colombie	Parc national de Farallones de Cali (catégorie II de l'UICN, 150 000 ha).
Medellín, Colombie	Parc récréatif Alto de San Miguel et refuge faunique (721 ha).
Belo Horizonte, Brésil	Mutuca, Fechos, Rola-Moça et 7 autres petites aires protégées (17 000 ha).
Brasilia, Brésil	Parc national de Brasilia (catégorie II de l'UICN, 28 000 ha).
Rio de Janeiro, Brésil	Parc national de Tijuca (catégorie II de l'UICN, 3 200 ha) et 3 autres parcs dans la zone métropolitaine.
São Paulo, Brésil	Parc étatique de Cantareira (catégorie II de l'UICN, 7 900 ha) et 4 autres parcs étatiques.
Salvador, Brésil	Zones de protection environnementale de Lago de Pedra do Cavallo et de Joanes-Ipitinga (catégorie V de l'UICN).
Saint-Domingue, République dominicaine	Aire de conservation Madre de las Aguas et 5 aires protégées.
Caracas, Venezuela	Parcs nationaux de Guatopo (122 464 ha), Macarao (15 000 ha) et Avila (85 192 ha, tous de la catégorie II de l'UICN).
Maracaibo, Venezuela	Parc national de Perijá (catégorie II de l'UICN, 295 288 ha).
Barcelona, Espagne	Sierra del Cadí-Moixeró (catégorie V de l'UICN, 41 342 ha) et Pedraforca (catégorie V de l'UICN, 1 671 ha).
Madrid, Espagne	Parcs nationaux de Peñalara (15 000 ha) et de Cuenca Alta del Manzanares (catégorie V de l'UICN, 46 323 ha).
Vienne, Autriche	Parc national de Donau-Auen (catégorie II de l'UICN, 10 000 ha).
Sofia, Bulgarie	Parcs nationaux de Rila et de Vitosha, et réserve de la biosphère de Bistrishko Branishte.
Ibadan, Nigeria	Réserves forestières d'Olokemeji (7 100 ha) et de Gambari.
Abidjan, Côte d'Ivoire	Parc national du Banco (catégorie II de l'UICN, 3 000 ha).
Nairobi, Kenya	Parc national des Aberdares (catégorie II de l'UICN, 76 619 ha).
Dar es-Salaam, Tanzanie	Réserve naturelle d'Uluguru (catégorie II de l'UICN).
Cape Town, Afrique du Sud	Parc national de Cape Peninsula (29 000 ha) et réserve naturelle Hottentots Holland (catégorie IV de l'UICN, 24 569 ha).
Durban, Afrique du Sud	Parc d'Ukhahlamba-Drakensberg (catégorie I de l'UICN [48 %] et II [52 %], 242 813 ha).
Johannesburg, Afrique du Sud	Parc transfrontalier de Maluti-Drakensberg et parc Ukhahlamba-Drakensberg (voir ci-dessus).
Harare, Zimbabwe	Parcs récréatifs de Robert Mcllwaine (55 000 ha) et de Lake Robertson (8 100 ha, les 2 de la catégorie V de l'UICN).
Sydney, Australie	Parcs nationaux de Blue Mountains et de Kanangra-Boyd, plus deux autres aires protégées.
Melbourne, Australie	Parcs nationaux de Kinglake (21 600 ha), Yarra Range (76 000 ha) et Baw Baw (13 300 ha, les 3 de la catégorie II de l'UICN).
Perth, Australie	Parc national d'Yanchep (catégorie Ia de l'UICN, 2 842 ha).



Rio de Janeiro la nuit © Nigel Dickinson / WWF-Canon

SOLUTIONS

Protéger les bassins versants forestiers, particulièrement ceux dont la dégradation des forêts et du milieu végétal altère la qualité de l'eau; cette démarche implique d'investir dans une gestion améliorée des aires protégées et dans l'expansion de leur réseau afin d'inclure les bassins versants importants dans les stratégies nationales d'adaptation.

Gérer les zones humides de manière à préserver leurs fonctions essentielles, notamment en éliminant les espèces exotiques envahissantes qui perturbent ces fonctions.

Recourir à des approches concertées en matière de gestion des forêts et d'approvisionnement en eau entre les ministères de l'Environnement, les organismes privés et nationaux chargés des aires protégées et les sociétés de distribution d'eau pour s'assurer de recourir le plus efficacement possible aux aires protégées à titre de sources d'alimentation en eau propre.

Instaurer un régime de paiement pour les services environnementaux : Les enseignements tirés de l'expérience acquise en Amérique latine et à d'autres endroits peuvent servir de modèles de recouvrement des coûts aux collectivités et aux propriétaires fonciers lorsque des options d'aménagement des terres, telles que la préservation de la végétation naturelle dans leurs bassins versants, peuvent donner lieu à des avantages en aval.

Rôle des aires protégées dans le soutien à la pêche en mer et en eau douce

MESSAGES CLÉS

La pêche connaît un déclin dans le monde entier en raison de la surpêche et des méthodes de pêche nuisibles, et les changements climatiques accéléreront vraisemblablement ce déclin. Il est tout à fait évident que les aires protégées marines et d'eau douce peuvent contribuer à la reconstitution des stocks de poisson et servir de réservoirs à cette fin au-delà de leurs limites géographiques. D'une manière plus générale, les aires protégées peuvent renforcer la résilience des communautés d'espèces aquatiques à certains effets des changements climatiques en éliminant d'autres facteurs de stress. Une planification attentive s'avère nécessaire pour établir de telles aires protégées à des endroits où elles seront les plus efficaces, notamment ceux connus comme extrêmement vulnérables.

Les enjeux

Les écosystèmes marins sont complexes et sans compter les autres facteurs de stress découlant des changements climatiques, ces écosystèmes subissent des pressions de la part de facteurs tels que la pêche (par l'élimination directe d'espèces et à cause de dommages connexes comme les répercussions de la pêche au chalut sur le fond marin); la pollution, dont l'eutrophisation; l'introduction d'espèces envahissantes et de maladies; l'exploitation minière et pétrolière; le développement du littoral; le tourisme. Parmi ces facteurs, la pêche représente probablement le plus



Pêche de subsistance dans le parc marin de l'île de Mafia, en Tanzanie. © Meg Gawler / WWF-Canon

important perturbateur de l'écologie en général et elle a des incidences immédiates sur l'approvisionnement des humains en nourriture³²⁷. De nombreux écosystèmes d'eau douce subissent de tels facteurs de stress, et tout comme ceux des eaux marines, ils sont médiocrement protégés. Les changements climatiques sont largement reconnus comme un facteur qui exacerbe le déclin de la pêche.

Il est difficile de cerner les causes fondamentales du déclin de la pêche. La vie des espèces marines semble complexe compte tenu des œufs, des larves et des sujets jeunes et adultes que l'on trouve souvent à différents endroits, tant géographiquement que dans la colonne d'eau, ce qui complique la prévision des répercussions de tout facteur de changement³²⁸. En outre, le recrutement et la productivité ont tendance à varier d'une année à l'autre, de telle manière qu'il est plus difficile de cerner les tendances à long terme³²⁹. Les problèmes sont amplifiés par le manque de données, notamment parce qu'on ne connaît presque pas l'état de la plupart des stocks de poissons marins, même dans les pays développés³³⁰.

Il faut néanmoins dresser un tableau des effets des changements climatiques sur la pêche qui est plus complexe qu'une simple intervention à l'égard du réchauffement de la température de l'eau³³¹. Pour ce qui est de la pêche en mer, la modification de la chimie des océans peut être plus importante dans l'ensemble que peut l'être la plus connue acidification des océans³³², et la circulation océanique changera également en ayant des répercussions sur le déplacement des larves³³³ et, conséquemment, sur la dynamique des populations. Les incidences sur une ou deux espèces importantes peuvent provoquer des changements étendus sur une communauté. Par ailleurs, l'effet de synergie du climat et des pressions démographiques sera vraisemblablement important. Le poisson d'eau douce lui aussi ne sera pas épargné, par

exemple par la diminution de la quantité d'eau³³⁴ et le manque d'oxygène.

Il existe déjà un certain nombre d'études régionales importantes quant aux effets des changements climatiques sur la pêche en mer, mais il est difficile de prédire les effets cumulés à l'échelle nationale ou régionale. Le Conseil international pour l'exploration de la mer (CIEM) a examiné 288 études afin d'analyser les preuves des effets des changements climatiques sur la répartition et l'abondance des espèces marines dans la zone maritime visée par la Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique Nord-Est (Convention OSPAR). Il a constaté que les changements climatiques sont manifestement un important facteur dans près des trois quarts des cas, particulièrement pour les espèces de poisson au sujet desquelles les recherches ont révélé : i) une répartition déplacée vers le nord ou plus en profondeur; ii) une augmentation de leur abondance dans la partie nord de leur aire de répartition et une diminution dans la partie sud. Le CIEM a conclu que des mesures destinées à diminuer les répercussions à grande échelle sur les habitats, dont la pression de la pêche, pourraient représenter une importante stratégie d'adaptation³³⁵. Des études préliminaires révèlent qu'une partie de la pêche en eau douce déclinera également en raison des changements climatiques avec des effets d'entraînement sur l'alimentation humaine³³⁶.

On a évalué la vulnérabilité de la pêche de capture marine aux changements climatiques éventuels relativement à 132 pays en se fondant sur des indicateurs. La vulnérabilité la

plus forte se situe en Afrique centrale et occidentale (p. ex., le Malawi, la Guinée, le Sénégal et l'Ouganda), au Pérou et en Colombie, et en Asie tropicale (p. ex., le Bangladesh, le Cambodge, le Pakistan et le Yémen)³³⁷.

Le rôle des aires protégées

Les aires protégées marines et d'eau douce constituent un outil important pour compenser les répercussions combinées de la surpêche et des changements climatiques sur les stocks de poisson en offrant des refuges sans risques pour la reproduction, c'est-à-dire en vue de reconstituer les populations à la suite d'une catastrophe telle que le blanchissement des récifs coralliens. Une mesure de précaution en gestion de la pêche pourrait consister à diminuer les facteurs de stress actuels sur les écosystèmes marins et d'eau douce et les stocks de poisson. Cette mesure ne pourra « résoudre » tous les problèmes des écosystèmes marins qui résultent des changements climatiques, mais peut offrir une occasion supplémentaire de maintenir les stocks de poisson.

Dans une vaste étude menée pour le compte du WWF, Roberts et Hawkins (2000) font valoir une série d'avantages que peuvent procurer aux poissons marins des réserves pleinement protégées :

- **Accroître la production de progéniture pour pouvoir repeupler les zones de pêche** : Des chercheurs ont conclu que la densité de poisson est généralement plus élevée à l'intérieur d'une aire marine protégée (AMP), particulièrement lorsque les zones environnantes font l'objet d'une pêche intensive³³⁸. Une récente analyse

Tableau 6 : Incidence des AMP sur la pêche illustrée par des recherches récentes dans l'ensemble du monde.

AMP	Augmentation du nombre de poissons	Dispersion
AMP des îles Medes, Espagne ³⁴³	✓	✓
Réserve marine des îles Columbretes, Espagne ³⁴⁴	✓	✓
AMP de la Côte Bleue, France ³⁴⁵		✓
AMP de Cerbère-Banyuls et Carry-le-Rouet, France, et de Medes, Cabrera, Tabarca, et Cabo de Palos, Espagne ³⁴⁶		✓
Aire protégée de ressources naturelles gérées de Nabq, Égypte ³⁴⁷	✓	✓
AMP de Mombasa, Kenya ³⁴⁸	✓	✓
Parcs nationaux marins de Malindi et Watamu, Kenya ³⁴⁹	✓	✓
Baie de Saldanha et lagune de Langebaan, Afrique du Sud ³⁵⁰	✓	✓
Île d'Apo, Philippines ³⁵¹	✓	✓
Parc national marin de Wakatobi, Indonésie ³⁵²	✓	
Sanctuaire marin national de la baie de Monterrey; réserve de vie marine d'Hopkins; réserve d'État de Point Lobos; réserve marine écologique de Big Greek, États-Unis ³⁵³	✓	
Zone de gestion marine de la Soufrière, Sainte-Lucie ³⁵⁴	✓	✓
Parc national marin d'Abrolhos, Brésil ³⁵⁵	✓	
Île de Rottneest, Australie occidentale ³⁵⁶	✓	

Note : Les études ne mentionnent pas toutes la dispersion dont il est question ci-dessus, laquelle représente le déplacement du poisson à l'extérieur d'une AMP vers des zones environnantes.

de 112 études indépendantes menées dans 80 AMP a révélé que toutes les mesures biologiques sont de loin supérieures à l'intérieur d'une réserve que dans les zones environnantes (ou dans la même zone avant qu'une AMP soit établie). Par rapport aux sites de référence, dans les AMP, la densité des populations était plus forte de 91 %, la biomasse de 192 %, et en moyenne, la taille et la diversité des organismes étaient de 20 à 30 % plus élevées, généralement après un intervalle aussi court que 1 à 3 ans. Les chercheurs ont fait les mêmes constatations dans les petites AMP³³⁹.

- **Permettre la dispersion des adultes et des juvéniles dans les zones de pêche :** À mesure que la population s'accroît et que les poissons grandissent à l'intérieur des AMP, ils commencent à se propager dans les eaux environnantes en constituant d'autres prises de pêche et en aidant les populations à grossir. Six facteurs entravent cette propagation : le degré de réussite de la protection, le temps écoulé depuis l'établissement de l'AMP, l'intensité de la pêche à l'extérieur de l'AMP, la mobilité des espèces, la dimension du périmètre de la réserve (avec un côté plus long pour faciliter une plus grande dispersion) et la porosité des limites, en encourageant une migration vers l'extérieur si le type d'habitat y est le même³⁴⁰. Le tableau 6 résume certaines recherches récentes.
- **Procurer un refuge aux espèces vulnérables** qui réagissent même à une faible perturbation ou pression de la pêche.

- **Prévenir les dommages aux habitats :** Tous les modes de pêche causent des dommages; la pêche au chalut et à la dynamite sont les plus graves, mais même la pêche à la ligne est la cause d'une certaine perturbation et de détritus qui peuvent nuire aux communautés démersales.

- **Favoriser le développement de communautés biologiques naturelles** (qui peuvent différer des communautés se trouvant dans les zones de pêche) : au Chili, par exemple, l'établissement d'une AMP a donné lieu au remplacement de moulières par des balanes, en raison du rétablissement d'un escargot prédateur, le *Concholepas concholepas*, qui dominait les moules, mais était surexploité ailleurs³⁴¹.

- **Faciliter le rétablissement à la suite d'une grave perturbation anthropique :** Les écosystèmes salubres, comptant un assortiment complet d'espèces et fonctionnant efficacement, sont plus susceptibles de se rétablir de dérèglements aussi soudains qu'importants que les écosystèmes qui sont déjà affaiblis par la surexploitation³⁴². Cet avantage revêtra de plus en plus d'importance dans le contexte des changements climatiques.

L'incidence des aires protégées d'eau douce sur le poisson n'a pas donné lieu à des études aussi exhaustives, bien que l'on dispose de preuves de leurs effets bénéfiques, par exemple pour le lac de Malawi. La pêche fournit près de 75 % des protéines animales que consomme la

ÉTUDE DE CAS

Un nouveau réseau d'AMP en Papouasie-Nouvelle-Guinée est expressément destiné à préserver les ressources et la biodiversité marines des changements climatiques.

Les changements climatiques s'ajouteront aux pressions que subissent actuellement les récifs coralliens et les ressources marines, à savoir la hausse des températures qui provoque le blanchissement et la mort des coraux, et l'élévation du niveau de la mer qui menace les habitats côtiers essentiels tels que les mangroves et les zones de nidification des tortues.

The Nature Conservancy a travaillé en collaboration avec le gouvernement et les administrations municipales de la province de West New Britain en Papouasie-Nouvelle-Guinée, ainsi qu'avec de nombreuses collectivités dans les aires les plus riches du point de vue biologique de la baie de Kimbe afin d'établir un réseau d'AMP destiné particulièrement à renforcer la résilience aux changements climatiques³⁶⁶. Le réseau vise à garantir une représentation de chaque type d'habitat, à maintenir la connectivité pour la dispersion des larves et à protéger les aires qui survivront vraisemblablement le plus aux effets des changements climatiques, par exemple celles qui ont résisté le plus au phénomène de blanchissement des coraux. Ces efforts consistent à s'assurer que

les récifs coralliens peuvent survivre aux effets de la hausse de la température de l'eau et à permettre aux larves de corail des récifs salubres de reconstituer ceux qui ont été attaqués par le blanchissement. Des études socioéconomiques menées également durant la planification du réseau ont eu pour but de veiller à ce que les ressources marines des collectivités soient préservées. Même si ces démarches ne pourront atténuer les conséquences de l'acidification des océans sur les récifs coralliens, elles pourront diminuer d'autres facteurs de stress sur les écosystèmes de cette zone, et on s'attend à que cela joue un rôle crucial en renforçant leur résilience.

Cet exercice a nécessairement un caractère participatif, car, en fin de compte, le pouvoir de décider appartient aux collectivités locales de la région³⁶⁷. Les aires marines gérées localement sont établies en vertu de cadres juridiques municipaux et il est prévu de désigner la baie de Kimbe au complet afin qu'elle comprenne l'ensemble du réseau d'AMP. Des recherches préliminaires dans la région révèlent que même de très petites AMP pourraient reconstituer efficacement certains stocks de poisson³⁶⁸ et procurer ainsi une sécurité alimentaire à long terme. Quatre grandes aires marines gérées localement sont déjà établies et six autres sont en voie d'aménagement³⁶⁹.

Source : TNC

Tableau 7 : État des connaissances sur les effets que les réserves marines pleinement protégées ont sur la pêche dans les aires de récifs coralliens³⁶³.

Incidence de la réserve	État des connaissances scientifiques
Accroissement de la biomasse de poissons et d'invertébrés à l'intérieur des limites.	Confirmées et largement relatées.
Dispersion des adultes pour soutenir la pêche dans les zones contiguës.	Confirmées seulement par quelques études.
Dispersion larvaire apportant un soutien démographique à des récifs voisins donnant lieu à la pêche.	Escomptées mais pas prouvées.
Augmentation du recrutement de coraux dans les Caraïbes.	Confirmée par quelques études jusqu'à présent.
Amélioration de la biodiversité.	Résultats divers (positifs, négatifs et aucun).

population du Malawi et représente une importante source d'emplois³⁵⁷. Toutefois, cette activité a connu un grave déclin il y a quelques décennies³⁵⁸. Les études en question montrent qu'un moratoire³⁵⁹ d'un an ainsi que la protection offerte par le parc national du lac de Malawi³⁶⁰ ont fait augmenter les prises de poisson, améliorant ainsi le bien-être de collectivités locales de pêcheurs. Des recherches menées en République démocratique populaire du Laos révèlent que les méthodes de cogestion dans les aires protégées sont généralement fructueuses pour protéger la pêche, notamment parce que les collectivités de pêcheurs possèdent bien souvent de très bonnes connaissances écologiques traditionnelles³⁶¹.

Les récifs coralliens ont connu un important déclin dans le monde, qui dépasse les 95 % à de nombreux endroits, suscitant ainsi un vif intérêt pour leur conservation, dont le rôle que les aires protégées peuvent jouer à cette fin³⁶². Les récifs coralliens représentent également d'importants lieux de reproduction pour de nombreux poissons. Les AMP ne peuvent résoudre qu'une partie des problèmes auxquels ces récifs font face. Le tableau 7 illustre l'état actuel des connaissances quant à l'efficacité des AMP relativement aux coraux.

La plupart des AMP se trouvent actuellement en zone côtière, mais on favorise de plus en plus celles permettant la conservation des espèces pélagiques³⁶⁴ ainsi que les aires d'eau douce, notamment pour reconstituer les stocks de poisson. Il faut que cela soit planifié en tenant compte des modifications qui découleront vraisemblablement des changements climatiques, par exemple l'emplacement du stade larvaire des poissons, pour ne pas les protéger à des mauvais endroits³⁶⁵.

Les aires protégées ont la capacité de renforcer la résilience des écosystèmes marins et d'eau douce ainsi que des espèces en éliminant les pressions non climatiques et, en particulier, en détournant la pression. Il faut établir de nouvelles aires protégées dans les zones qui seront vraisemblablement des plus vulnérables. Ces aires ne représentent pas une solution à toutes les répercussions des changements climatiques sur les populations de poisson, dont celles découlant de l'évolution de la chimie des océans. Toutefois, compte tenu des nombreuses incertitudes scientifiques quant aux répercussions des changements climatiques sur beaucoup d'espèces de poisson, les aires protégées peuvent constituer un mécanisme d'assurance pour la pêche dans le cadre d'une approche générale de gestion adaptative.

SOLUTIONS

Établir des aires protégées marines et d'eau douce en accord avec les collectivités locales et gérées avec elles, car il s'agit de réservoirs pour les stocks de poisson menacés par les changements climatiques. Il faut surveiller attentivement l'incidence de ces aires protégées sur les populations de poisson environnantes et sur leur taille et adapter les systèmes de gestion, le cas échéant.

Planifier les aires protégées marines et d'eau douce en fonction des changements climatiques prévus de manière à ce qu'elles soient situées dans des conditions optimales et que leur taille et leur connectivité soient les plus adéquates possible.

Renforcer la résilience des systèmes marins et gérer les AMP en fonction d'une stratégie générale de gestion adaptative pour atténuer les répercussions des changements climatiques sur la pêche.

Rôle des aires protégées dans la préservation des espèces sauvages apparentées à des espèces primitives

MESSAGES CLÉS

Les plantes sauvages apparentées (PSA) aux espèces cultivées et les variétés de cultures traditionnelles (espèces primitives) contiennent du matériel génétique dont on peut se servir pour aider les cultures modernes à s'adapter aux changements climatiques, et de nombreuses variétés traditionnelles sont mieux adaptées à des phénomènes climatiques extrêmes comme les sécheresses. Les aires protégées peuvent assurer une conservation *in situ* peu coûteuse de cette ressource cruciale qu'est l'agrobiodiversité.



Plants reliques de sorgho sauvage dans le nord de l'Aïr, au Niger © John E. Newby / WWF-Canon

Recherche de PSA à conserver dans les aires protégées afin d'y établir des normes de bonnes pratiques

L'agriculture a débuté en domestiquant les plantes sauvages, et celles qui sont apparentées aux plantes d'aujourd'hui conservent un caractère crucial pour l'avenir de la sécurité alimentaire. Les PSA contribuent à la résistance aux insectes nuisibles et à d'autres facteurs de stress et joueront un rôle important à l'avenir dans l'adaptation des cultures aux changements climatiques.

Les aires protégées donnent de toute évidence l'occasion de se concentrer sur la conservation des PSA afin de pouvoir apporter des améliorations aux cultures. Malheureusement, leur conservation, particulièrement dans les centres d'origine et de diversification, demeure un défi considérable et n'est aucunement garantie, et exige un effort considérable sur les plans politique et institutionnel, ainsi que du temps et des ressources. Malgré leur importance, les PSA ne sont pas considérées comme des espèces phares, et il est donc difficile d'obtenir un tel engagement et des ressources. Il est regrettable que leur importance soit peu reconnue par ceux qui pourraient faire avancer les choses, dont les décideurs et les organismes de conservation, et il n'y a rien pour améliorer la situation étant donné l'absence actuelle de relations entre les secteurs de l'agriculture et de la conservation. Il y a également peu d'exemples de conservation fructueuse de PSA que l'on pourrait suivre ou reproduire, et il n'existe pas de recette facile pour réussir dans ce domaine.

Dans le cadre d'un projet mondial financé par le PNUE et le FEM, portant sur la conservation *in situ* des PSA aux espèces cultivées grâce à une meilleure gestion de l'information et à des applications sur le terrain, l'organisme Bioversity International s'est engagé à relever plusieurs de ces défis. En collaboration avec de nombreux partenaires internationaux et nationaux en

Arménie, en Bolivie, à Madagascar, au Sri Lanka et en Ouzbékistan, les responsables du projet ont consacré beaucoup de temps et de ressources à l'établissement de partenariats fructueux impliquant des intéressés compétents. Cela a donné lieu à une évaluation exhaustive des menaces auxquelles font face les PSA et des mesures d'intervention à leur égard, dont l'établissement de plans d'action et de plans de gestion nationaux relatifs à ces plantes, tout en visant des espèces et des aires protégées déterminées, de même que l'élaboration de lignes directrices et de processus pour la conservation des PSA se trouvant à l'extérieur des aires protégées. L'analyse et le renforcement de la législation nationale ont contribué à cette protection des PSA. Des programmes d'évaluation préliminaires sont également en cours dans tous les pays afin de déterminer si elles contribuent en partie à l'amélioration des cultures.

L'établissement de priorités a donné lieu à l'orientation des travaux sur des espèces déterminées, mais il faut espérer qu'ils pourront viser d'autres espèces et pays. L'information et les données découlant du projet ont été incorporées dans les systèmes d'information nationaux reliés à un portail mondial qui fournira en grande partie le soutien nécessaire à la prise de décisions et de mesures. Les responsables du projet espèrent également pallier le manque d'exemples pratiques en élaborant *un guide de conservation in situ des plantes sauvages apparentées aux espèces cultivées* se fondant sur les enseignements et les bonnes pratiques découlant du projet. Combiné à des moyens novateurs de sensibilisation du public et à un renforcement des capacités à grande échelle, le projet a énormément amélioré l'état de la conservation des plantes sauvages apparentées.

Danny Hunter : Bioversity International

Les enjeux

Le GIEC estime que si la hausse de la température moyenne dépasse 1 à 3 °C, la production alimentaire mondiale diminuera³⁷⁰. Même si les répercussions sont encore très incertaines, elles devraient comprendre une diminution de la sécurité alimentaire à l'échelle planétaire³⁷¹, des différences plus marquées dans l'approvisionnement en nourriture entre les pays développés et ceux en développement³⁷², avec des problèmes particuliers en Afrique³⁷³, et des risques accrus de malnutrition en raison de mauvaises récoltes³⁷⁴. L'agriculture devra s'adapter à des conditions qui évoluent rapidement et provoqueront peut-être une augmentation des maladies des plantes³⁷⁵, dont on pourra partiellement déterminer les conséquences en fonction du degré d'adaptabilité des cultures³⁷⁶. La plus grande partie du matériel génétique utilisé pour améliorer

la génétique des cultures provient d'espèces sauvages étroitement apparentées (plantes sauvages apparentées ou PSA) et de variétés de cultures traditionnelles (espèces primitives)³⁷⁷ constituant collectivement l'agrobiodiversité. Des estimations mondiales de la valeur de cette agrobiodiversité varient de centaines de millions à des dizaines de milliards de dollars américains par année³⁷⁸. Toutefois, cette ressource est minée par la perte d'habitats et d'autres facteurs³⁷⁹. Les changements climatiques multiplieront vraisemblablement les menaces auxquelles font face les plantes sauvages apparentées³⁸⁰. La modélisation révèle que 97 % de certains groupes de ces plantes pourraient connaître une réduction de leur aire de répartition et que 16 à 22 % d'entre eux pourraient disparaître³⁸¹. Les stratégies destinées à stabiliser l'approvisionnement en nourriture doivent comprendre des stratégies de protection *in situ* pour les PSA et les espèces

Tableau 8 : Exemples de PSA conservées dans les aires protégées.

Pays	Aire protégée	Liens avec des PSA et des espèces primitives
Argentine	Parc national (PN) de Nahuel Huapi, cat. II de l'UICN, 475 650 ha.	Contient des PSA aux pommes de terre (<i>Solanum brevidens</i> et <i>S. tuberosum</i>) ³⁸⁵ .
Arménie	Réserve d'État d'Erebuni, cat. Ia de l'UICN, 89 ha.	Blé sauvage (<i>Triticum</i> spp.).
Australie	PN de Border Ranges, cat. II de l'UICN, 31 683 ha.	Contient du <i>Microcitrus australasica</i> qui a contribué à améliorer la résistance des agrumes aux maladies ³⁸⁶ .
Bolivie	PN de Madidi, cat. II de l'UICN, 1 895 750 ha.	Ananas sauvage (<i>Ananas</i> sp.) qui est courant dans les pampas ³⁸⁷ .
Cameroun	PN de Waza, cat. II de l'UICN, 140 707 ha.	Graminées vivaces telles que le riz sauvage (<i>Oryza barthii</i>) et le <i>Sorghum</i> sp. ³⁸⁸ .
Chine	Réserve naturelle de Xishuangbanna, cat. V de l'UICN, 247 439 ha.	38 espèces ont été reconnues comme ayant un important germoplasme ³⁸⁹ .
Costa Rica	PN du volcan Irazú, cat. II de l'UICN, 2 309 ha.	L'avocat sauvage et les proches parents de l'avocat <i>Persea schiedeana</i> ³⁹⁰
République tchèque	PN de Sumava, cat. II de l'UICN, 68 520 ha.	Nombreux arbres fruitiers sauvages ³⁹¹ .
Équateur	Îles Galápagos, 766 514 ha (aires terrestres).	Tomate endémique (<i>Lycopersicon cheesmanii</i>) ³⁹² .
Éthiopie	Parc des montagnes de Bale, cat. II de l'UICN, 247 100 ha.	Café (<i>Coffea arabica</i>) dans les forêts de basse altitude ³⁹³ .
Guatemala	Biotopie Mario Dary Rivera, cat. III de l'UICN, 1 022 ha.	Piment rare (<i>Capsicum lanceolatum</i>) ³⁹⁴
Allemagne	Réserve de la biosphère de Schorfheide-Chorin, 129 161 ha.	Programmes de reproduction d'anciennes espèces de céréales et de légumes ³⁹⁵ .
Inde	PN de Silent Valley, cat. II de l'UICN, 8 952 ha.	PSA à la cardamome, aux piments, aux ignames, aux haricots, etc.
Indonésie	PN de Bukit Baka-Bukit Raya, cat. II de l'UICN, 181 090 ha.	Jacquiers (<i>Artocarpus</i> spp.), durions, litchis (<i>Litchi chinensis</i>) et mangues ³⁹⁶ .
Iran	Aires protégées de Touran, cat. V de l'UICN, 1 102 080 ha.	PSA à l'orge (<i>Hordeum</i> sp.) ³⁹⁷ .
Kirghizstan	Réserve d'État de Besh-Aral, cat. Ia de l'UICN, 63 200 ha.	Noyer (<i>Juglans regia</i>), poire et prune sauvage (<i>Prunus sogdiana</i>) ³⁹⁸ .
Île Maurice	PN Black River Gorges, cat. II de l'UICN, 6 574 ha.	Fruit de la passion (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>), ananas, etc. ³⁹⁹ .
Niger	Réserves nationales naturelles de l'Aïr et du Ténéré, cat. IV de l'UICN, 6 456 000 ha.	PSA de l'olive, du millet, de l'orge, du blé et du sorgho ⁴⁰⁰ .
Espagne	PN de Montseny, 30 117 ha.	PSA, dont le <i>Prunus</i> sp. ⁴⁰¹ .
Tadjikistan	Réserve naturelle d'État de Dashtidzumsky, cat. Ia de l'UICN, 53 400 ha.	Pistache, amande, érable, grenade et figue sauvage ⁴⁰² .
Turquie	PN de Kazdagi, cat. II de l'UICN, 21 300 ha.	Riche en ancêtres de fruits, noix, espèces ornementales et forestières ⁴⁰³ .
Ouganda	PN de Kibale, cat. IV de l'UICN, 76 600 ha.	Café robusta sauvage (<i>Coffea canephora</i>) ⁴⁰⁴ .

primitives. Mais la protection dans certains centres de diversité végétale (où les PSA devraient être les plus abondantes) est de beaucoup inférieure à la moyenne et on estime nécessaire de corriger cette situation dans le cadre des stratégies nationales relatives aux aires protégées³⁸².

Le potentiel des aires protégées

La protection de l'agrobiodiversité donne lieu à deux options : *ex situ* dans les banques de gènes (p. ex., la Global Seed Vault à Svalbard, en Norvège), et *in situ* en protégeant les habitats naturels des PSA et les habitats culturels qui soutiennent les espèces primitives. Ces deux options sont nécessaires. Les collections *ex situ* préviennent le déclin des écosystèmes, mais sont coûteuses; elles ne comptent qu'une petite proportion de la variété de populations naturelles saines et ne continuent pas à évoluer. Des problèmes peuvent également se poser lors de la régénération du matériel entreposé en raison de la perte de diversité génétique à chaque cycle de régénération³⁸³. Par rapport à d'autres systèmes de gouvernance des terres, la réussite

relative obtenue dans les aires protégées adéquatement gérées afin de préserver la biodiversité des menaces dont elle est l'objet et, conséquemment, les plantes sauvages apparentées, fait valoir à quel point il est important d'incorporer les aires de répartition des PSA dans les réseaux nationaux d'aires protégées. Ces aires représentent un mécanisme d'assurance protégeant les PSA qui s'avéreront essentielles pour que la société puisse s'adapter aux changements climatiques. Plus les ressources génétiques seront limitées, plus les humains auront de la difficulté à utiliser des gènes pour reproduire des cultures et du bétail résistant aux maladies ou pouvant s'adapter à la variation des conditions ambiantes dans le contexte des changements climatiques.

Les aires protégées préservent déjà *in situ* de nombreuses espèces de plantes sauvages apparentées, et quelques-unes d'entre elles sont tout particulièrement gérées pour conserver des espèces primitives, notamment dans les paysages protégés appartenant à la catégorie V (le tableau 8 en donne certains exemples)³⁸⁴.

SOLUTIONS

Multiplier les aires protégées dans les centres de diversité végétale en menant des analyses des lacunes afin de relever les endroits où la diversité est forte.

Instaurer une planification nationale et locale : Les pays ont besoin de stratégies nationales de conservation⁴⁰⁵ ainsi que d'inventaires⁴⁰⁶ et d'analyses des lacunes⁴⁰⁷ en ce qui concerne l'agrobiodiversité, et les responsables des aires protégées doivent déterminer les besoins et les mesures en matière de conservation des PSA et des espèces primitives dans leurs plans de gestion. Ceux-ci doivent être incorporés dans les stratégies d'adaptation et les plans d'action nationaux destinés à assurer la sécurité alimentaire dans le contexte des changements climatiques.

Appliquer de nouvelles approches pour conserver l'agrobiodiversité, notamment celles à caractère communautaire concernant les aires conservées par les peuples autochtones et les collectivités avec le soutien du secteur agricole et des ONG.

Prévoir l'adaptation au climat en faisant en sorte que la gestion tienne compte de la possibilité que les aires de répartition dépassent les limites des réserves⁴⁰⁸ et nécessitent la création d'un nouveau moyen de protection dans les aires présumées.

Établir de nouveaux partenariats en renforçant la collaboration avec le secteur agricole, notamment avec des semenciers, tout en promouvant la protection *in situ*.

Les questions sanitaires dans le contexte des changements climatiques

MESSAGES CLÉS

Les changements climatiques peuvent multiplier les maladies à transmission vectorielle et les zoonoses, et ce phénomène peut être exacerbé par des dommages environnementaux. Les forêts intactes, dont celles situées dans de grandes aires protégées efficacement gérées, ont la capacité de contribuer à un faible taux d'infection relativement à des maladies telles que le paludisme, la leishmaniose et la fièvre jaune. Les aires protégées sont également d'importantes sources d'herbes médicinales et de matériel pour élaborer de nouveaux médicaments qui peuvent avoir de l'importance en vue d'aider la société à faire face à de nouvelles épidémies.

Les enjeux

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) estime que l'on pourrait éviter 23 à 25 % du fardeau que représentent les maladies à l'échelle mondiale en gérant plus adéquatement les conditions ambiantes⁴⁰⁹. Elle a mentionné que les plus grandes incidences sur la santé ne proviendront peut-être pas de chocs ponctuels, tels que des catastrophes naturelles ou des épidémies, mais de l'accumulation graduelle de pressions sur les systèmes naturels, économiques et sociaux qui soutiennent la santé et sont

déjà lourdement mis à contribution dans la plus grande partie du monde en développement⁴¹⁰. Les changements climatiques sont perçus comme l'un des plus importants facteurs qui, à l'avenir, pourraient avoir des incidences sur la santé⁴¹¹. L'OMS est d'avis que ces changements sont déjà responsables de 150 000 décès par année⁴¹² et sa directrice générale, M^{me} Margaret Chan, considère les changements climatiques comme une toute première priorité mondiale en matière de santé publique⁴¹³. Les pays les plus pauvres seront démesurément touchés⁴¹⁴.



Production d'herbes et de plantes médicinales, réserve naturelle d'Ismaïly, en Azerbaïdjan © Hartmut Jungius / WWF-Canon

Les maladies à transmission vectorielle tuent plus de 1,1 million de personnes par année et les maladies diarrhéiques 1,8 million⁴¹⁵ alors que ces maladies subissent l'influence des changements de température et des précipitations. L'incidence de la diarrhée pourrait augmenter en raison de la rareté de l'eau nécessaire à l'hygiène à des endroits qui manqueront vraisemblablement d'eau à cause des changements climatiques. En revanche, les cas de diarrhée pourraient également se multiplier aux endroits où les changements climatiques provoquent des inondations si celles-ci submergent les systèmes de drainage et d'évacuation des eaux usées⁴¹⁶. Des recherches révèlent que, par exemple, les changements climatiques pourraient augmenter les maladies diarrhéiques dans les îles du Pacifique⁴¹⁷. Parmi les autres répercussions, on peut aussi prévoir la propagation vers le nord, à savoir en Suède, de l'encéphalite transmise par les tiques ainsi qu'un plus grand nombre de cas de choléra dans la baie du Bengale⁴¹⁸. On s'attend à ce que la variation de la température et des précipitations modifie la répartition des insectes vecteurs de maladies, et que le paludisme⁴¹⁹ et la dengue⁴²⁰ susciteront les plus grandes préoccupations, notamment en Eurasie et en Afrique⁴²¹. L'augmentation récente de certaines d'entre elles peut être partiellement attribuable aux changements climatiques⁴²². Des études révèlent que ceux-ci peuvent faire en sorte que 90 millions de personnes de plus soient vulnérables au paludisme en Afrique d'ici 2030, et que 2 milliards de plus le soient à la dengue dans le monde

d'ici les années 2080⁴²³, bien que certaines personnes contestent ces chiffres⁴²⁴.

De nouvelles maladies infectieuses se sont également déclarées à un rythme sans précédent. Entre 1976 et 1996, l'OMS a enregistré plus de 30 *nouvelles maladies infectieuses*⁴²⁵, dont le VIH/SIDA, le virus Ebola, la maladie de Lyme, la maladie du légionnaire, la bactérie E. coli et un nouvel hantavirus, ainsi qu'une résistance de plus en plus grande aux antibiotiques⁴²⁵. L'OMS a également noté la réapparition et la propagation d'infections dues au climat, dont le choléra et la fièvre de la vallée du Rift en Afrique, et la dengue en Amérique latine et en Asie du Sud⁴²⁶. Les changements climatiques agissent souvent de concert avec des facteurs comme la destruction ou la dégradation des écosystèmes naturels, les changements dans les eaux de surface, la prolifération du bétail et des cultures, l'étalement urbain anarchique, la résistance aux pesticides servant à lutter contre les vecteurs de maladie, la migration et les voyages internationaux, le commerce licite et illicite, et l'introduction d'agents pathogènes⁴²⁷. Étant donné que la perturbation des écosystèmes résulte souvent de la prolifération d'un certain nombre d'espèces réservoirs et d'arthropodes vecteurs, la prédominance de ces nouveaux animaux nuisibles entraîne une plus grande prévalence et abondance de microbes pathogènes à l'origine de zoonoses. L'influence des changements climatiques pourrait agir de façon synergique en favorisant la prolifération d'hôtes réservoirs, d'arthropodes vecteurs et de leurs microbes pathogènes.

En 2008, les 193 pays participants à la 61^e Assemblée mondiale de la santé ont appuyé unanimement une résolution préconisant un engagement plus déterminant à l'égard des changements climatiques. Ils ont demandé à l'OMS de renforcer son programme de soutien afin que la santé soit pleinement représentée dans le cadre du débat international sur les changements climatiques⁴²⁸, et plus particulièrement de mener « des travaux sur : [...] c) **les conséquences sanitaires des mesures d'adaptation et d'atténuation éventuellement prises dans d'autres domaines comme la vie marine, les ressources en eau, l'utilisation des sols** et les transports, en particulier lorsque celles-ci sont susceptibles d'avoir un effet positif sur la protection de la santé » (mise en évidence de notre part).

Le rôle des aires protégées

Les aires protégées peuvent donner la possibilité de tirer parti d'une gestion consciencieuse des écosystèmes pour lutter contre les maladies. Par exemple, les perturbations écologiques ont été associées à l'apparition et à la prolifération de maladies telles que le paludisme, la leishmaniose, la cryptosporidiose, la giardiase, la trypanosomiase, la schistosomiase, la filariose, et l'onchocercose, notamment celles transmises par les arthropodes vecteurs^{429,430}. Une étude menée en Amazonie péruvienne a révélé que le taux de piqûres du principal vecteur du paludisme, l'*Anopheles darlingi*, est plus de 278

fois supérieur dans les aires déboisées que dans celles qui sont fortement boisées⁴³¹. Le fait d'éviter la déforestation ou de restaurer la végétation naturelle peut diminuer les risques de maladies à transmission vectorielle⁴³². Bon nombre des endroits présentant des risques élevés de paludisme avaient subi une importante perte d'habitats et leur degré de conservation est relativement faible⁴³³. Toutefois, on commence à constater les avantages que procurent des aires protégées là où sont appliquées des mesures de protection.

En Indonésie, les 32 000 ha du parc de Ruteng, sur l'île de Florès, protègent les plus grandes forêts semi-montagneuses et montagneuses les plus intactes de cette île. Les chercheurs qui étudient les répercussions de la déforestation sur l'économie et les moyens de

ÉTUDE DE CAS

En Colombie, une nouvelle aire protégée sert à préserver les méthodes de soins traditionnelles

Les changements climatiques intensifieront probablement la dispersion et la prévalence de nombreuses maladies, et en Colombie, les changements climatiques et hydrologiques provoquent déjà une recrudescence des cas de paludisme⁴⁴⁰.

La Colombie fait partie des nombreux pays qui ont recours aux médicaments traditionnels prélevés localement comme principale ressource pour répondre aux besoins en soins de santé primaires. Les sources durables de ces médicaments dépendent dans une grande mesure de l'intégrité des écosystèmes pour préserver les espèces en question de même que des connaissances culturelles concernant leur utilisation. Toutefois, cette intégrité est menacée⁴⁴¹, notamment parce que les soins de santé autochtones ne peuvent généralement pas s'adapter aux conséquences de la dégradation des habitats ou de la disparition de ressources et de terres⁴⁴².

Les collectivités autochtones qui vivent dans le sud-ouest de la Colombie, sur le versant est du mont Patascoy, ont proposé l'établissement de la réserve de plantes médicinales d'Orito Indí-Andé. Cette réserve, d'une superficie de 10 200 ha, est recouverte de forêts tropicales humides et de forêts andines à une altitude qui varie de 700 à 3 300 mètres au-dessus du niveau de la mer. Désignée en 2008, cette aire protégée est destinée à renforcer et à rétablir la culture traditionnelle et les paysages connexes. Les stratégies de conservation visent à y préserver la tradition chamanique des populations locales ainsi que les plantes médicinales qui y sont associées. L'aire répond aux objectifs des guérisseurs autochtones, à savoir de reprendre possession de leurs territoires et de leurs lieux sacrés, car les forêts représentent pour eux le bassin de leurs ressources, et si elles disparaissent, il en sera de même de leurs médicaments et de leur vie⁴⁴³.

Source : WWF

* Il s'agit de maladies infectieuses dont l'incidence a augmenté au cours des 20 dernières années et pourrait encore augmenter dans un proche avenir.

subsistance ruraux en raison de la propagation de maladies infectieuses telles que le paludisme, ont constaté, du point de vue statistique, d'importantes corrélations entre la protection des forêts et la réduction de l'incidence du paludisme chez les jeunes enfants. L'étude révèle que les collectivités qui vivent près des aires protégées sont moins touchées par le paludisme et la dysenterie, que les enfants y manquent moins l'école en raison de maladie et que les populations y ont moins faim lorsqu'elles connaissent de mauvaises récoltes que celles qui résident dans des collectivités sans forêts intactes à proximité⁴³⁴.

Les aires protégées fournissent également des ressources essentielles à la médecine traditionnelle pour lutter contre la recrudescence des maladies. Par exemple, une étude dans le parc national de Langtang, au Népal, a révélé que la population y utilise 411 plantes médicinales et aromatiques, et que dans une proportion de 90 % environ elle a recours à la médecine traditionnelle⁴³⁵. De nombreuses ressources génétiques naturelles procurent du matériel pour fabriquer des médicaments commerciaux⁴³⁶ et les aires protégées sont souvent une source précieuse de plantes sauvages là où elles sont rares. Par exemple, l'écorce de la *Strychnopsis thourasii*, récoltée dans le parc national d'Andasibe, est utilisée comme médicament traditionnel à Madagascar pour soigner le paludisme et il a donné de bons résultats à titre expérimental dans le traitement de cette maladie⁴³⁷. En 2000, plus de 200 sociétés et organismes gouvernementaux américains ont étudié les plantes des forêts tropicales humides en raison de leurs propriétés médicinales et on estimé que les produits pharmaceutiques à base de plantes

rapportaient plus de 30 milliards de dollars américains par année⁴³⁸. En 2008, une étude a permis de découvrir que dans des douzaines de cas, les aires protégées constituent des sources de matériel génétique autant pour la médecine traditionnelle que pour les produits pharmaceutiques⁴³⁹. De façon plus générale, les aires protégées peuvent également contribuer à la préservation des services écosystémiques essentiels, dont l'eau propre ou l'atténuation des répercussions des catastrophes, avec les avantages qui en découlent pour la santé humaine.



Parc national de Kayan Mentarang, Indonésie © Alain Compost / WWF-Canon

SOLUTIONS

Les aires protégées offrent de nombreux avantages en matière de santé, mais les plus pertinents dans le contexte des changements climatiques comprennent les suivants :

Recours aux écosystèmes naturels pour lutter contre les insectes vecteurs de maladies : Il est urgent d'entreprendre des recherches en vue d'établir des liens entre la préservation des habitats forestiers et la diminution des maladies transmises par les insectes, afin de pouvoir formuler des conseils de gestion pour planifier l'aménagement des paysages et intervenir sur place, y compris par la restauration.

Protection des ressources génétiques en vue de fournir du matériel pour les médicaments existants et nouveaux, en recourant aux aires protégées pour s'assurer qu'un maximum de produits médicaux soit disponible à l'échelle locale et mondiale en vue de lutter contre les maladies existantes et nouvelles.

Adaptation des aires protégées afin que leurs services écosystémiques permettent de lutter contre les maladies, particulièrement en assurant l'approvisionnement en eau potable, en maintenant l'apport en protéines de poisson et en prévenant les dommages causés par les inondations.

Rôle des aires protégées dans la conservation de la biodiversité et le maintien de la résilience des écosystèmes

MESSAGES CLÉS

Un grand nombre des stratégies énoncées dans le présent rapport (amélioration génétique des cultures, médicaments, nourriture, etc.) dépendent de la conservation de la biodiversité, car il s'agit d'une ressource qui permet de faire face aux changements climatiques. De nombreuses espèces sont menacées par un amalgame de changements climatiques et de pressions existantes. Les aires protégées peuvent jouer un rôle crucial dans la gestion des menaces en cours en diminuant l'ensemble des pressions et en donnant la possibilité de prendre des mesures de gestion dynamiques afin de diminuer les risques que le climat présente pour la biodiversité. Plus fondamentalement, les aires protégées constituent des instruments importants pour maintenir la résilience des écosystèmes à grande échelle dans les paysages terrestres et marins afin de sécuriser l'ensemble des services écosystémiques nécessaires pour faire face aux changements climatiques. À cette fin, les responsables d'aires protégées peuvent recourir à différents moyens, notamment en protégeant les écosystèmes intacts ou morcelés, que ce soit à des endroits habités ou non, et en se concentrant sur des éléments particuliers du cycle de vie des espèces ou de leur parcours migratoire.

L'établissement des aires protégées est principalement destiné à conserver la biodiversité, car elles procurent des avantages uniques aux espèces et aux processus écologiques qui ne peuvent survivre dans les paysages terrestres et marins aménagés. Elles fournissent de l'espace pour toute évolution ainsi qu'une base pour une restauration ultérieure⁴⁴⁴, ce qui est vraiment crucial en cas d'une modification rapide de l'environnement. Même les écosystèmes gérés de façon durable peuvent éliminer des fonctions ou des espèces essentielles, notamment la régénération naturelle, les espèces les plus sensibles⁴⁴⁵ et certains microhabitats (p. ex., le bois mort⁴⁴⁶).

En général, les aires protégées sont les seules aires naturelles ou semi-naturelles restantes dans des régions entières, et un nombre considérable de leurs espèces ne se trouvent nulle part ailleurs⁴⁴⁷. De nouveaux outils et approches ont permis de choisir des sites^{448,449} et de les gérer^{450,451} avec davantage de précision, et les politiques nationales et internationales, dont celles de la CDB, tiennent compte de leur rôle⁴⁵².

Les biologistes de la conservation sont de plus en plus convaincus que plus la biodiversité est riche plus elle renforce la résilience au sein des écosystèmes⁴⁵³, et que ceux qui contiennent beaucoup de carbone renferment la plupart du temps une riche biodiversité. La résilience

signifie la capacité d'un écosystème à maintenir ses fonctions biologiques, chimiques et physiques en cas de perturbation. Un écosystème qui résiste au climat conserve ses fonctions et ses services face aux changements climatiques. L'adaptation écosystémique réclame des mesures pour maintenir la résilience des écosystèmes dans de nouvelles conditions climatiques de manière à ce qu'ils puissent continuer de fournir des services essentiels.

Toutefois, les connaissances scientifiques sont imprécises et les scientifiques ne connaissent pas encore l'incidence des différents scénarios des changements climatiques sur les fonctions écosystémiques, notamment en raison des boucles de réaction complexes que cela implique sur les plans biologique et physique. En outre, l'incertitude est grande quant à la manière de gérer les écosystèmes pour maintenir leur résilience. Les scientifiques sont d'avis que l'élimination des facteurs de stress non associés au climat ayant des effets sur les écosystèmes (sans quoi ceux-ci se dégraderaient) devrait servir à les rendre plus résistants aux changements climatiques (les sections précédentes donnent des exemples détaillés à ce sujet). Il existe deux autres écoles de pensée quant à la manière de gérer les écosystèmes de façon adaptative afin de maintenir leur résilience. L'une d'elles émet l'hypothèse qu'une plus grande richesse d'espèces au sein des

ÉTUDE DE CAS

La viabilité de la pêche par la protection des récifs coralliens peut fournir un double avantage en sauvant à la fois les coraux et les moyens de subsistance en Afrique de l'Est.

Les aires marines protégées procurent un double avantage, car en reconstituant les stocks de poisson épuisés, elles favorisent la santé des récifs coralliens et peuvent également augmenter le revenu des pêcheurs qui travaillent à proximité. Les récifs sont davantage en mesure de supporter les effets des changements climatiques s'ils sont fréquentés par des espèces de poisson herbivores qui mangent des algues et aident ainsi à équilibrer l'écosystème. Des études sur l'interaction entre les herbivores et les coraux révèlent qu'en absence d'herbivores, les coraux sont plus susceptibles de subir un blanchissement provoqué par le réchauffement de la température⁴⁶⁸. Lorsque les herbivores disparaissent des eaux où se trouvent des récifs coralliens, ceux-ci deviennent beaucoup plus vulnérables aux effets néfastes des changements climatiques et sont moins en mesure d'assumer leurs fonctions essentielles, notamment de servir d'aires d'alevinage.

Une étude sur les poissons des récifs coralliens et d'autres herbivores, dans quatre parcs marins nationaux situés au large des côtes du Kenya, s'est fondée sur des données recueillies en permanence pendant 37 ans, et a fourni à des scientifiques de la World Conservation Society (WCS) de l'information précieuse sur la gestion de ces récifs⁴⁶⁹. Travaillant de concert avec les collectivités locales, ces scientifiques ont été en

mesure d'utiliser ces données pour recommander des modifications aux méthodes de gestion. La fermeture à la pêche de certaines zones importantes et l'interdiction de certains types d'engins de pêche particulièrement nuisibles permettent de renforcer la résilience des systèmes marins aux effets du réchauffement de la température de l'eau. Une étude récente menée par une équipe de scientifiques leur a permis de déterminer que le Kenya était l'une des nations qui pratiquent la pêche dans le monde où l'amélioration de la santé des stocks de poisson était la plus marquée, de pair avec des pays industrialisés tels que la Nouvelle-Zélande et l'Islande⁴⁷⁰.

En outre, des chercheurs de la WCS ont récemment recueilli de nouvelles données sur le redressement économique des collectivités de pêcheurs, et celui-ci peut s'expliquer par le fait que non seulement l'ensemble des stocks de poisson a augmenté à proximité des aires protégées, mais des groupes de poisson plus précieux se sont rétablis plus rapidement et sont devenus plus courants, permettant ainsi de meilleures prises. Les résultats sont tels que le revenu par habitant dans les zones interdisant certains engins de pêche et les zones fermées à la pêche était respectivement supérieur de 41 % et de 135 % aux sites de débarquement faisant l'objet d'aucune restriction⁴⁷¹.

Source : WCS

écosystèmes augmente leur résilience en renforçant leur interdépendance et leur robustesse (également désignée hypothèse de stabilité et de diversité). L'autre école soutient que ce n'est pas la richesse des espèces, mais plutôt la diversité des fonctions qui joue un rôle déterminant. Elle estime en effet que les responsables devraient gérer les écosystèmes pour leurs fonctions, et que les interventions de gestion devraient cibler les espèces qui maintiennent les fonctions biologiques (telles que celles qui dispersent les graines). Peu importe si l'une ou l'autre de ces hypothèses est exacte, il existe des doutes quant à la manière de gérer les écosystèmes pour préserver leurs fonctions. À ce stade, le principe de précaution exigerait de diminuer les facteurs de stress non associés au climat ayant des effets sur les écosystèmes qui fournissent des services essentiels, ce qui pourrait permettre de pallier les effets des changements climatiques.

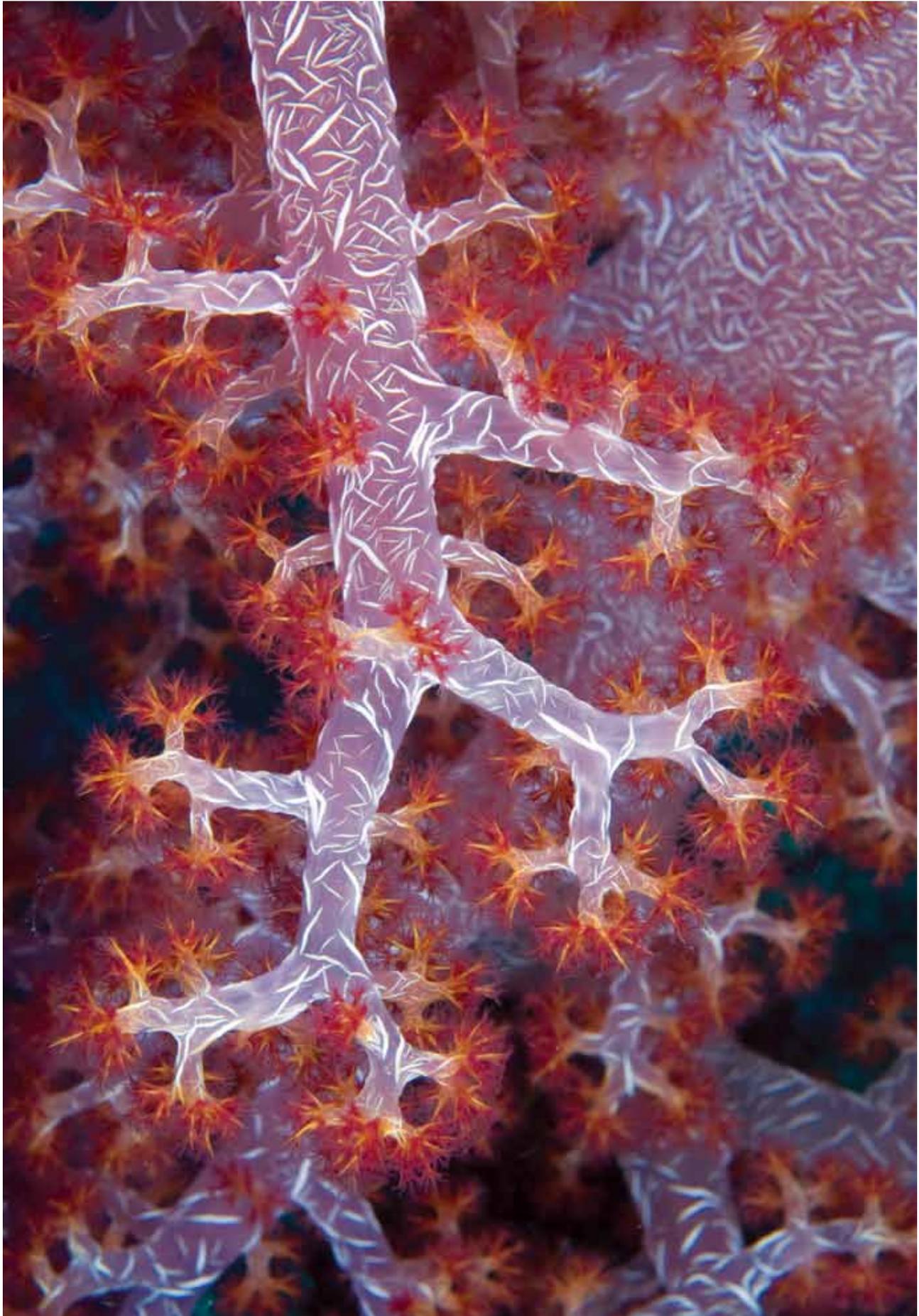
Par ailleurs, compte tenu des doutes que suscitent les stratégies de gestion qu'il faut appliquer pour maintenir la diversité fonctionnelle, les mesures destinées à conserver la richesse des espèces dans les écosystèmes se justifient par le fait qu'elles renforceront leur résilience, outre les autres questions pratiques et éthiques que cela implique. Les changements climatiques exercent des pressions sur

la biodiversité et soulèvent ainsi de nouveaux problèmes en ce qui a trait au rôle des aires protégées à titre de principal outil de conservation de la biodiversité ainsi que de mécanisme de renforcement de la résilience des écosystèmes. Par exemple, la Commission de la sauvegarde des espèces (CSE) de l'UICN a cerné des risques qui rendent les espèces particulièrement sensibles aux changements climatiques, dont des besoins spéciaux en matière d'habitat, une faible tolérance au milieu ambiant, une dépendance à des facteurs environnementaux déterminés qui seront vraisemblablement perturbés, une dépendance à des interactions entre espèces qui seront elles aussi vraisemblablement perturbées, et une faible capacité ou une possibilité limitée de se disperser⁴⁵⁵.

Les rôles des aires protégées

Les principaux rôles des aires protégées en matière de conservation de la biodiversité et de maintien de la résilience des écosystèmes sont les suivants :

- **Favoriser la gestion durable des écosystèmes et maintenir la diversité fonctionnelle** : Les aires protégées ne peuvent généralement pas conserver à elles seules la biodiversité et doivent être implantées dans un plus vaste paysage terrestre ou marin, dont certaines



Main de mer, Papouasie-Nouvelle-Guinée © Jürgen Freund / WWF-Canon

parties doivent être gérées de façon compatible. Cependant, elles demeurent l'élément central d'une telle stratégie ainsi qu'un outil fondamental pour dissiper les incertitudes que suscitent les changements climatiques.

- **Conserver les vastes écosystèmes intacts** : Il s'agit de maintenir la structure et la diversité des écosystèmes, ainsi que des populations d'espèces suffisamment importantes pour survivre au fil du temps⁴⁵⁶. Ces aires protègent à la fois les espèces connues et celles n'étant pas encore répertoriées par les scientifiques⁴⁵⁷. Les processus écologiques peuvent avoir autant d'importance que les espèces et les habitats. Les aires protégées transfrontalières peuvent avoir un rôle prépondérant à jouer dans ce cas. La conservation de vastes écosystèmes intacts peut constituer une mesure cruciale pour soutenir les populations d'espèces dans les zones où les changements climatiques dégraderont les habitats. Par exemple, l'antilope et d'autres grands animaux dépendant de l'eau dans des régions d'Afrique qui subiront vraisemblablement un stress hydrique pourraient avoir besoin de vastes zones où l'on fore de l'eau. Sans cela, on pourrait assister à l'effondrement de populations fauniques, y compris celles qui revêtent une importance économique (p. ex., pour le tourisme).
- **Conserver les fragments d'écosystèmes menacés** : Ce rôle est utile là où la dégradation et la perte d'écosystèmes sont déjà considérables et les principales caractéristiques sont menacées, et ce, à l'intérieur de paysages terrestres et marins gérés différemment. Dans ce cas, les aires protégées fournissent les principaux éléments à des efforts déployés à plus grande échelle afin de maintenir la résilience des écosystèmes, mais il s'agit là d'une intervention parmi une série d'autres⁴⁵⁸. La protection des fonctions et de la diversité structurelle renforcera vraisemblablement la résilience.
- **Conserver les écosystèmes naturels sans intervention humaine** : En dépit d'une longue influence humaine, quelques espèces, habitats et écosystèmes demeurent extrêmement fragiles, par exemple les espèces végétales endommagées par le piétinement^{459,460}, les animaux dont les structures sociales sont facilement perturbées⁴⁶¹, les espèces susceptibles d'introduire des maladies⁴⁶² ou celles dont la cueillette est exagérée⁴⁶³. Les aires strictement protégées servent de tampons contre les interventions inopportunes, et ce rôle peut s'avérer essentiel en permettant aux espèces vulnérables de s'adapter aux effets des changements climatiques en diminuant les autres menaces auxquelles elles font face.
- **Conserver des espèces ou des habitats au moyen d'une gestion répondant à leurs besoins particuliers** : Aux endroits où les écosystèmes ont subi de profonds changements (notamment en raison d'espèces envahissantes), les aires protégées pourraient nécessiter des mesures de gestion visant explicitement à maintenir ou, si nécessaire, à rétablir une espèce particulière ou un type précis de fonction écosystémique. Les décisions de gestion sont principalement motivées par des besoins en matière de conservation, et de telles interventions peuvent être vraiment importantes lorsqu'il s'agit de gérer des habitats menacés par un incendie, une sécheresse, la prolifération d'une nouvelle espèce exotique envahissante et d'autres risques et manifestations attribuables aux changements climatiques.
- **Protéger les espèces endémiques dont l'aire de répartition est limitée** : Certaines espèces sont si rares ou leur nombre est si restreint que les aires protégées conservent l'ensemble ou une grande partie de leur population en guise d'assurance. Même si l'ampleur des changements climatiques que l'on prévoit menace de provoquer une extinction massive d'espèces dans la nature, en éliminant les facteurs de stress d'origine anthropique sur les espèces vulnérables, les aires protégées diminueront l'effet conjugué des pressions et atténueront ainsi les risques d'extinction.
- **Préserver des aspects particuliers du cycle de vie des espèces** : L'établissement d'aires protégées peut servir à préserver des périodes déterminées du cycle de vie d'une espèce ou d'un groupe d'espèces, à des moments précis ou en fonction d'un certain type de délimitation géographique souple. Il peut s'agir d'une mesure importante pour diminuer les pressions existantes sur les espèces vulnérables aux changements climatiques. Les cas les plus courants comptent la délimitation temporaire pour protéger les lieux de reproduction de poissons marins ou d'eau douce, et une telle mesure se fonde souvent sur les pratiques traditionnelles qui ont cours dans le Pacifique⁴⁶⁴.
- **Conservation de fragments d'habitats pour les espèces migratrices** : Ces espèces sont confrontées à des enjeux particuliers lorsqu'elles ont besoin d'un habitat convenable le long d'un parcours ayant des centaines ou des milliers de kilomètres de long. Les aires protégées peuvent préserver les voies de migration des animaux aquatiques ou terrestres, et cela peut comprendre l'approvisionnement en nourriture pour les oiseaux migrateurs, dont la grue à col blanc⁴⁶⁵, les restrictions de pêche dans les rivières où fraie le saumon⁴⁶⁶, ou la protection des relais écologiques pour les oiseaux migrateurs, dont celles du Réseau de réserves d'oiseaux de rivage de l'hémisphère occidental dans les Amériques⁴⁶⁷. De nombreuses espèces migratrices sont à l'origine d'importants avantages économiques, notamment la pêche, le cycle des éléments nutritifs et le tourisme, et ces avantages écosystémiques diminueront vraisemblablement à cause des changements climatiques.

Section 4 :

Possibilités de recourir aux aires protégées pour intervenir à l'égard des changements climatiques

Tout en passant en revue les données précédentes, la présente section traite des façons de maintenir et d'accroître le rôle des aires protégées dans l'adaptation aux changements climatiques et l'atténuation de leurs effets en prenant les mesures suivantes :

- Augmenter la superficie totale des réseaux d'aires protégées.
- Étendre les aires déjà protégées grâce à des approches à l'échelle des paysages terrestres qui incorporent ces aires dans une matrice d'utilisation des terres ainsi que dans le cadre de stratégies d'adaptation au niveau des collectivités locales.
- Rehausser le niveau de protection au sein des réseaux d'aires protégées afin de veiller à ce qu'ils puissent efficacement contrer les menaces et stocker le carbone.
- Améliorer et adapter la gestion des aires protégées.
- Favoriser la diversité des modèles de gouvernance, y compris dans les aires conservées par les autochtones et les collectivités ainsi que dans les réserves privées.
- Axer explicitement la gestion des aires protégées sur l'adaptation aux changements climatiques et l'atténuation de leurs effets, tout en veillant, entre autres objectifs, à la conservation de la biodiversité.

L'efficacité de ces stratégies ne repose toutefois que sur l'intégration des aires protégées dans les stratégies et les plans d'action en matière d'adaptation et d'atténuation, tant à l'échelle locale que nationale. Ces efforts doivent aller de pair avec les activités connexes entreprises par les collectivités et le secteur privé. Étant donné que ces plans nécessiteront le renforcement des capacités et un financement adéquat, cette section donne un aperçu du financement actuel des aires protégées et aborde notamment le recours éventuel aux fonds et aux mécanismes commerciaux pour soutenir l'adaptation et l'atténuation.

Possibilités d'étendre le réseau d'aires protégées et de l'incorporer aux stratégies de conservation à plus grande échelle et à des plans locaux et nationaux d'adaptation aux changements climatiques et d'atténuation de leurs effets

MESSAGES CLÉS

On peut accroître le rôle des aires protégées dans les stratégies d'intervention à l'égard du climat par les six moyens suivants : 1) l'augmentation de la taille et de la *couverture* des aires protégées; 2) l'élargissement des fonctions des aires protégées grâce à des *approches à l'échelle des paysages terrestres et marins*; 3) l'encouragement de la diversité des *modèles de gouvernance* des aires protégées; 4) l'amélioration de *l'efficacité de la gestion* des aires protégées; 5) l'augmentation du *niveau de protection* dans les aires protégées; 6) l'orientation de certaines activités de gestion sur les *interventions à l'égard des changements climatiques*. De plus, il faudra composer avec certains impératifs de planification pour optimiser la contribution des réseaux d'aires protégées à l'adaptation écosystémique.

Les réseaux d'aires protégées offrent des moyens efficaces de préserver et d'optimiser les fonctions que remplissent les écosystèmes naturels en matière d'adaptation et d'atténuation. La consolidation, l'augmentation et l'amélioration des réseaux d'aires protégées sont des mesures logiques face aux changements climatiques; ces mesures correspondent à de nombreux objectifs des stratégies d'atténuation proposées, en particulier celles destinées à réduire la déforestation et la perte des écosystèmes qui constituent d'importants réservoirs de carbone. Des activités et des outils juridiques et stratégiques existent déjà, de sorte que les premières étapes de ces mesures sont déjà franchies et que l'on peut désormais accélérer le processus.

Six mesures permettent d'accroître le rôle joué par les réseaux d'aires protégées afin de contribuer aux stratégies d'intervention à l'égard des changements climatiques (chacune de ces mesures est abordée plus en détail par la suite) :

1. Multiplication et expansion des aires protégées et des zones tampons en renforçant la résilience des écosystèmes, en particulier ceux qui stockent ou séquestrent une grande quantité de carbone et sont susceptibles de disparaître à défaut de protection, ou encore ceux dont les précieux services écosystémiques sont menacés, dont les forêts tropicales, les tourbières, les mangroves, les marais et les herbiers d'eau douce et côtiers ainsi que les écosystèmes marins.

2. Connexion des aires protégées à l'intérieur des paysages terrestres et marins en appliquant la gestion des écosystèmes aux zones situées à l'extérieur des

aires protégées ou des eaux intermédiaires. Il peut s'agir d'implanter des zones tampons, des corridors biologiques et des relais écologiques⁴⁷² qui sont importants pour établir une connectivité et renforcer ainsi la résilience des écosystèmes aux changements climatiques à l'échelle des paysages terrestres et marins, tout en augmentant la quantité totale d'habitats bénéficiant d'une certaine forme de protection. Ces mesures doivent être intégrées à la structure d'un plan et d'un système de gestion relatifs à l'utilisation des terres à l'échelle d'un paysage.

3. Reconnaissance et application d'un éventail complet de types de gouvernance des aires protégées afin d'inciter davantage d'intéressés à se prononcer sur la désignation et la gestion d'aires protégées cadrant avec des stratégies d'intervention collectives face au climat, notamment en établissant des aires de conservation autochtones et collectives et des aires protégées privées.

4. Amélioration de la gestion dans les aires protégées afin de veiller à ce que les écosystèmes et les services qu'ils procurent au sein des aires protégées ne se dégradent pas ou ne disparaissent pas à cause d'un mode d'exploitation frauduleux ou de décisions administratives préjudiciables, notamment l'exploitation forestière illicite ou la conversion des forêts, le braconnage, l'introduction d'espèces envahissantes ou encore une gestion déficiente des incendies.

5. Augmentation du niveau de protection des aires protégées en valorisant les efforts de protection et de gestion axés sur les zones à forte capacité de séquestration du carbone. Il peut s'agir de conserver des forêts anciennes en évitant l'assèchement des sols ou l'assèchement des tourbières, ou en restaurant les écosystèmes dégradés.

Analyse des lacunes comme moyen de recherche d'emplacements pour l'expansion des aires protégées

Le PTAP de la CDB énonce de multiples objectifs assortis d'échéances. Il vise globalement à achever l'aménagement de réseaux d'aires protégées représentatifs sur le plan écologique, et les parties à la CDB ont d'abord été invitées à se livrer à une analyse des lacunes relativement à leurs réseaux, et ce, avec l'entière et efficace participation des collectivités autochtones et locales ainsi que des intéressés compétents (activités 1.1.4 et 1.1.5 du PTAP⁴⁷⁷). On peut se procurer un document détaillé exposant la méthode d'analyse des lacunes au niveau national, y compris de l'information sur les outils ainsi que des études de cas⁴⁷⁸. Plusieurs parties ont déjà procédé à une telle analyse de leurs réseaux d'aires protégées. Actuellement, le PNUE et le FEM financent l'analyse des lacunes dans plus de vingt pays (voir le tableau 9). Certaines portions de ces biomes, dont beaucoup comptent d'importantes réserves de carbone sans protection, méritent d'être protégées afin de préserver ces réserves naturelles en vertu du REDD, ou encore dans le cadre d'efforts nationaux concernant les changements climatiques.

L'analyse des lacunes préconisée par la CDB peut d'ores et déjà fournir des données et des outils cartographiques pour localiser des écosystèmes naturels riches en carbone nécessitant une protection. Nombre de pays pilotes ont adhéré au Fonds de partenariat pour le carbone forestier ou au programme REDD. Grâce à leurs analyses des lacunes, les pays ont pu cerner des zones prioritaires afin d'étendre ou d'améliorer les réseaux d'aires protégées. Les pays qui ont achevé l'analyse des lacunes dans leurs aires protégées, ou sont en voie de le faire, disposent de techniques et de capacités. La protection de ces zones prioritaires est envisagée à la suite d'une étude rigoureuse de diverses couches de données, provenant de systèmes d'information géographique (SIG), qui permettent de connaître les caractéristiques des écosystèmes. L'étude de ces données a eu lieu en collaboration avec des intéressés compétents, car ces zones ont une grande valeur pour la biodiversité et sont importantes pour garantir des moyens de subsistance aux populations environnantes grâce aux services écosystémiques que ces zones leur fournissent⁴⁷⁹.

6. Orientation d'une partie de la gestion sur les besoins en matière d'atténuation et d'adaptation, y compris en modifiant les plans de gestion, les outils de sélection et les méthodes de gestion, le cas échéant.

1. Multiplication et expansion des aires protégées

L'augmentation du nombre d'aires protégées, particulièrement celles qui sont vastes, revêtira de l'importance non seulement pour préserver l'intégrité des écosystèmes, mais également pour optimiser leur résilience aux changements climatiques⁴⁷³. Pour ce qui est de la superficie totale des aires protégées, il est possible

de les agrandir ou de les relier, y compris entre régions et États limitrophes. Dans cette optique, il faut prévoir des mesures sociales pour soutenir les populations locales et avoisinantes afin de satisfaire leurs besoins, notamment leur procurer des moyens de subsistance et des avantages.

À l'heure actuelle, bon nombre de gouvernements se sont déjà engagés à étendre et à consolider leurs réseaux d'aires protégées conformément aux engagements pris dans le cadre du Programme de travail sur les aires protégées⁴⁷⁴ (PTAP) de la CDB, dont le principal objectif consiste à achever l'aménagement de réseaux d'aires protégées bien gérés et représentatifs sur le plan écologique. Ce programme de travail prévoit des activités, un échéancier et un soutien politique. Dans de nombreux pays, des mesures concrètes ont mené à l'identification et à la publication officielle de nouvelles aires protégées⁴⁷⁵. Les données concernant la nature et l'emplacement de ces aires ne cessent d'augmenter⁴⁷⁶; elles pourraient servir à étayer un cadre stratégique et à faire valoir la nécessité d'une protection accrue visant l'adaptation aux changements climatiques. La CDB propose un éventail d'outils permettant d'identifier les zones méritant d'être intégrées aux réseaux nationaux d'aires protégées, dont une méthode d'analyse des lacunes pour trouver les aires terrestres et aquatiques les plus appropriées (voir l'encadré). Beaucoup d'organismes qui se consacrent aux aires protégées ont choisi d'adapter leurs méthodes d'analyse des lacunes en y intégrant la modélisation climatique, et en étoffant les plans de conservation systématiques en prévision des effets qu'auront les changements climatiques.

À l'analyse des lacunes s'ajoutent d'autres sources d'information utiles sur ces questions, d'autres exercices de recherche de zones prioritaires entrepris à l'échelle planétaire (pour les écorégions⁴⁸⁰ et les zones essentielles pour la biodiversité), ainsi que des activités nationales qui permettent de recueillir des données précieuses pour choisir des emplacements à protéger.

2. Connexion des aires protégées à l'intérieur des paysages terrestres et marins et amélioration de la connectivité de ces aires

Les aires protégées ne fonctionnent pas de manière isolée, elles font partie d'un plus vaste paysage terrestre ou marin. Étant donné la complexité des questions qui touchent leur établissement et leur gestion, la portion de territoire protégée doit tenir compte des réalités locales. La notion maintenant connue comme *l'approche à l'échelle du paysage* exige la combinaison d'activités de protection, de gestion et, en général, de restauration adaptées à chaque emplacement et aux circonstances. Il faut pouvoir intervenir aux échelles locale et nationale, et tenir compte des moyens de subsistance, des politiques en vigueur, des institutions et des intérêts en jeu. Le principe général qui sous-tend l'approche à l'échelle du paysage repose sur une mosaïque équilibrée de mesures de protection, de gestion et de restauration, de manière à fournir des avantages à la biodiversité et sur les plans écologique, économique et social, mais évitant d'apporter des changements néfastes⁴⁸². Il est implicite qu'il s'agit de

Tableau 9 : Pays actuellement engagés dans l'analyse des lacunes et l'évaluation de biomes riches en carbone qui nécessiteraient des mesures d'atténuation relativement à l'utilisation des terres et des forêts, en plus des mesures prévues par le programme REDD

Biome	Pays réalisant actuellement une analyse des lacunes
Savane et prairies inondées.	République dominicaine.
Forêts de conifères tempérées.	Mongolie.
Prairies et terres arbustives de montagne.	Afghanistan, Mongolie, Papouasie-Nouvelle-Guinée.
Mangroves.	République dominicaine, Panama, Papouasie-Nouvelle-Guinée, Samoa, Nicaragua.
Forêts de feuillus humides tropicales et subtropicales.	Afghanistan, Antigua-et-Barbuda, Maldives, Micronésie, République dominicaine, Panama, Papouasie-Nouvelle-Guinée, Samoa, Îles Salomon, Fidji, Comores.
Prairies, savanes et terres arbustives tropicales et subtropicales.	Papouasie-Nouvelle-Guinée, Mauritanie.
Déserts et terres xériques.	Afghanistan, Antigua-et-Barbuda, Arménie, Djibouti, Mongolie, Mauritanie.
Forêts de feuillus et forêts mixtes tempérées.	Albanie, Arménie, Bosnie-Herzégovine.
Forêts boréales et taïgas.	Mongolie.
Forêts de feuillus sèches tropicales et subtropicales.	Antigua-et-Barbuda, République dominicaine, Panama, Timor-Oriental.
Forêts, zones boisées et terres arbustives méditerranéennes.	Albanie, Bosnie-Herzégovine.
Forêts de conifères tropicales et subtropicales.	République dominicaine, Nicaragua.
Prairies, savanes et terres arbustives tempérées.	Afghanistan, Arménie, Mongolie.
Biome marin (plateau côtier).	Albanie, Antigua-et-Barbuda, Djibouti, République dominicaine, Maldives, Micronésie, Panama, Papouasie-Nouvelle-Guinée, Samoa, Îles Salomon, Nicaragua.

deux concepts visant à la fois à améliorer la connectivité écologique en vue de renforcer la résilience⁴⁸³ et de réfléchir de manière constructive à d'autres systèmes de gestion pouvant contribuer à atteindre des objectifs de conservation à plus grande échelle⁴⁸⁴. Cette approche ne signifie pas qu'il existe une mosaïque « idéale » qui, une fois réalisée, demeurera indéfiniment statique, mais plutôt qu'il existe un éventail de mosaïques éventuelles qui, si elles sont mises en œuvre, peuvent rendre un paysage terrestre ou marin résilient aux changements environnementaux. Toute « vision de la conservation » doit coexister avec d'autres visions concurrentes (développement économique, développement durable, valeurs culturelles), et ce, véritablement ou éventuellement, et avec des bouleversements sociaux et politiques prévus ou non. Une gestion adaptative s'avère donc essentielle durant tout le délai que réclame l'application de l'approche à l'échelle du paysage. Les programmes de conservation à grande échelle qui ont connu du succès ont nécessité l'établissement de partenariats avec les gouvernements, le secteur privé et les collectivités. Dans le cadre de l'approche à l'échelle du paysage, les possibilités de créer des corridors entre des aires protégées et à l'intérieur de celles-ci contribueront grandement à la préservation des services écosystémiques, par exemple, les voies de migration de la faune.

Une telle approche doit être intégrée à un système de planification et de gestion de l'utilisation des terres à l'échelle du paysage qui vise à réformer les pratiques de production qu'appliquent des secteurs économiques tels que l'agriculture, la foresterie, la pêche et les mines, et à atténuer ainsi le risque que ces pratiques représentent pour l'intégrité des écosystèmes.

3. Reconnaissance et application d'un éventail complet de types de gouvernance des aires protégées

Une forte expansion de la superficie des aires protégées relevant entièrement d'un pays constitue un objectif restreint et sans doute utopique. Les activités destinées à constituer de nouvelles aires protégées sont plus efficaces si un plus grand éventail d'intéressés y participent, notamment les collectivités locales et les peuples autochtones qui vivent dans des écosystèmes naturels et semi-naturels, de même que des particuliers, des fiduciaires et des sociétés désireux et capables d'assurer la gestion de zones terrestres et aquatiques afin de les conserver pour l'importance qu'elles revêtent dans le cadre des interventions à l'égard des changements climatiques. Les gouvernements sont conscients de cette nécessité; par exemple, le récent rapport australien intitulé *Australia's Biodiversity and Climate Change*⁴⁸⁵ indique qu'il est indispensable d'adopter de nouvelles méthodes de gouvernance. En outre, les gouvernements doivent reconnaître le fait que les aires de conservation autochtones et collectives existent depuis longtemps et qu'on y applique des méthodes d'adaptation séculaires tout en respectant les droits et la culture de ces collectivités.

Cela suppose également d'accepter et d'appliquer de nouveaux modes de protection, dont quelques-uns peuvent ne pas vraiment cadrer avec la définition précise d'une aire protégée, mais contribuent néanmoins à des stratégies d'intervention réalisables à l'égard du climat⁴⁸⁶. Cela signifie aussi de devoir généralement négocier des formes de protection particulières avec de nombreux intéressés, accepter des modèles de gestion différents, prendre des risques et tenir compte des priorités que

d'autres personnes peuvent avoir au cours des processus de planification. À mesure que les changements climatiques se font sentir, les collectivités locales prennent davantage d'initiatives et, reconnaissant l'importance des écosystèmes naturels, agissent parfois plus rapidement que les autorités gouvernementales. Parmi certaines des démarches ascendantes relevées par le World Resources Institute (WRI), on compte la reforestation participative des favelas de Rio de Janeiro à flanc de colline comme moyen de lutter contre les glissements de terrain causés par les inondations, le rétablissement des réseaux de terres pastorales en Mongolie et la remise en usage des enclos traditionnels pour favoriser la régénération en Tanzanie⁴⁸⁷.

4. Amélioration de la gestion dans les aires protégées

Les aires protégées sont généralement l'objet de pressions et de menaces multiples (ou « facteurs de changement »), de sorte qu'il faut accorder une attention particulière à ces contraintes dans les approches à l'échelle du paysage. Une fois que l'on a déterminé et évalué ces pressions, il importe d'élaborer des stratégies qui visent les principales menaces (dont le braconnage, l'empiétement, les feux de forêt, l'exploitation forestière illicite, les changements climatiques et la conversion des terres) ainsi que des causes sous-jacentes telles qu'une gouvernance déficiente, la pauvreté, des subventions préjudiciables, des obstacles commerciaux et des mouvements d'investissement). Comme c'est le cas pour les autres éléments d'une approche à l'échelle du paysage, les interventions stratégiques à l'égard de ces menaces varient de mesures sur le terrain à celles visant le paysage terrestre ainsi que les niveaux national, écorégional et international. Dans la mesure du possible, les solutions aux pressions particulières devraient donner lieu au plus grand nombre de possibilités de travailler de concert avec des partenaires, notamment en renforçant la participation des collectivités à la gestion des forêts.

Dans une perspective d'atténuation et d'adaptation, il peut être aussi efficace de préserver plus rigoureusement les écosystèmes au sein des aires protégées que d'en constituer de nouvelles. Les moyens d'apprendre à gérer efficacement les aires protégées sont bien établis⁴⁸⁸ et les outils d'évaluation sont couramment utilisés⁴⁸⁹. Certains d'entre eux peuvent exiger des ajustements afin de répondre aux besoins des aires protégées qui ont un rôle à jouer dans les stratégies d'adaptation au climat, par exemple pour évaluer les avantages que procurent les services écosystémiques en matière d'adaptation. L'évaluation et l'amélioration de l'efficacité de la gestion des aires protégées font l'objet d'un éventail d'objectifs quantifiables dans le PTAP de la CDB, ce qui donne une impulsion importante à cette démarche. En revanche, les gestionnaires manquent d'information quant aux incidences des changements climatiques sur la protection, autant en vue de préserver des écosystèmes particuliers que d'optimiser la valeur des services qu'ils rendent.

Afin de gérer efficacement les précieux services écosystémiques, notamment dans le contexte des changements climatiques, les gestionnaires de parc devront mener des évaluations périodiques de ces services de façon pleinement participative.

ÉTUDE DE CAS

Un projet parrainé par le PNUD et le FEM vise la protection de 1,63 Mha de taïga et de tourbières intactes en République des Komis, dans la Fédération de Russie, afin de réduire les émissions de GES de 1,75 Mt de CO₂ entre 2010 et 2020.

C'est en Russie que se trouve le quart des forêts vierges restantes de la planète. Les forêts boréales de la République des Komis comptent une très riche biodiversité et abritent des espèces et des habitats menacés ayant une importance internationale. Ils figurent sur la liste des 200 écorégions mondiales du WWF et des sites du patrimoine mondial de l'UNESCO. Le gouvernement de cette république s'est engagé à protéger une proportion de 14,6 % de son territoire. Donnant suite à cet engagement, le PNUD, avec l'aide financière du FEM, contribue à mieux y protéger 1,63 Mha de taïga et de tourbières intactes. Celles-ci stockent plus de 71,5 Mt de carbone, mais sont menacées par les incendies et les changements climatiques. Les incendies détruisent quelque 41 760 hectares de forêt chaque année et les changements climatiques ont des incidences sur la structure des forêts en favorisant la multiplication des arbres à feuilles caduques et en diminuant l'endémisme. Ce projet donne l'occasion de renforcer les capacités de mieux gérer les incendies dans les aires protégées et de renforcer la résilience des peuplements de conifères à l'élévation de la température. On procède actuellement à l'installation d'un système perfectionné de surveillance du carbone qui permettra d'approfondir les connaissances scientifiques mondiales sur les cycles du carbone dans la taïga et les tourbières.

Source : PNUD

5. Augmentation du niveau de protection des réserves de carbone dans les aires protégées

Dans certains cas, des efforts supplémentaires sont nécessaires afin d'optimiser la protection du carbone stocké dans les aires protégées. Cela pourrait donner lieu à la modification des objectifs de gestion afin de protéger plus rigoureusement les habitats naturels. Par exemple, il peut s'agir de modifier la délimitation au sein d'aires protégées dans lesquelles on a antérieurement autorisé certaines utilisations (en d'autres termes, le passage d'aires protégées de la catégorie V ou VI de l'UICN à une autre plus proche de la catégorie Ia, Ib ou II). Dans d'autres circonstances, il peut s'agir de restaurer la végétation ou encore de modifier les modes de gestion des incendies ou d'écoulement des eaux. L'amélioration de la gestion des aires déjà protégées a aussi une grande incidence sur le potentiel de séquestration du carbone.

En règle générale, il faudra quantifier et planifier le stockage et la séquestration du carbone à l'échelle du paysage plutôt que par emplacement, et cela fera l'objet de certains choix, en particulier dans les écosystèmes sujets aux incendies.

ÉTUDE DE CAS

En Australie, un partenariat entre des propriétaires aborigènes et un producteur de gaz naturel liquéfié permet d'améliorer la gestion des incendies et de compenser les émissions de GES.

Une gestion adéquate des incendies de forêt constitue une question importante pour des raisons sociales, économiques et culturelles, car elle permet de réduire les émissions de carbone. Les incendies de forêt sont responsables d'environ 40 % des émissions de carbone provenant de combustibles fossiles⁴⁹⁰. Bien que certains feux soient nécessaires du point de vue écologique, leur nombre augmente en raison de la négligence et d'actes criminels, ainsi que des effets des changements climatiques.

En Australie, des équipes de gardes forestiers autochtones sont en train d'instaurer un système de gestion stratégique des incendies sur 28 000 km² dans la région du Western Arnhem, dans le Northern Territory. Les incendies se sont radicalement multipliés depuis que les aborigènes ont quitté cette région il y a plusieurs décennies. Les conséquences ont été désastreuses, autant pour les emplacements culturels que pour la faune; les feux de savane sont aujourd'hui la principale source de GES dans le Northern Territory. Cette nouvelle stratégie de gestion a donné lieu à la réalisation d'une mosaïque de brûlis dans le paysage terrestre au début de

la saison sèche, ce qui limite la propagation des feux ainsi que les émissions de GES.

Les quatre premières années ont été fructueuses en permettant de réduire d'environ 122 000 tonnes les émissions de CO₂ par année. Le nombre de feux destructeurs a considérablement diminué, toutefois, il faudra un certain temps pour déterminer si cette stratégie a favorisé le rétablissement des espèces menacées.

Ce projet découle d'un partenariat entre des propriétaires aborigènes et des gardes forestiers autochtones, la société Darwin Liquefied Natural Gas (DLNG), le gouvernement du Northern Territory et le Northern Land Council. Il permet de compenser les émissions de l'usine de gaz naturel liquéfié de Darwin. En vertu de ce partenariat, la DLNG finance la gestion des incendies à raison de 1 million de dollars australiens par année pendant 17 ans.

Les enseignements tirés de ce projet peuvent s'appliquer dans des savanes tropicales d'Australie et d'autres pays sujettes aux incendies, y compris dans des aires protégées. De grandes sociétés étudient actuellement la possibilité de conclure de tels accords compensatoires en recourant à une démarche analogue⁴⁹¹.

Source : Cooperative Research Centre for Tropical Savannas Management, Australie

Par exemple, le brûlage dirigé, qui permet de réduire la quantité de combustibles forestiers, provoque la libération d'une certaine quantité de carbone, mais peut également prévenir des pertes plus désastreuses. Les tendances des perturbations naturelles doivent être prises en compte dans les efforts destinés à augmenter la séquestration, tout comme les effets qu'auront vraisemblablement les changements climatiques sur le fonctionnement des écosystèmes.

6. Orientation d'une partie de la gestion sur les besoins en matière d'atténuation et d'adaptation

Pour mettre en pratique les notions d'efficacité et de planification susmentionnées, les responsables des aires protégées pourraient avoir besoin d'outils de planification et d'évaluation particuliers. Il faudra sans doute de plus amples données scientifiques pour établir les prescriptions en matière de gestion que nécessitent certains écosystèmes, dont les tourbières, et maintenir leur résilience.

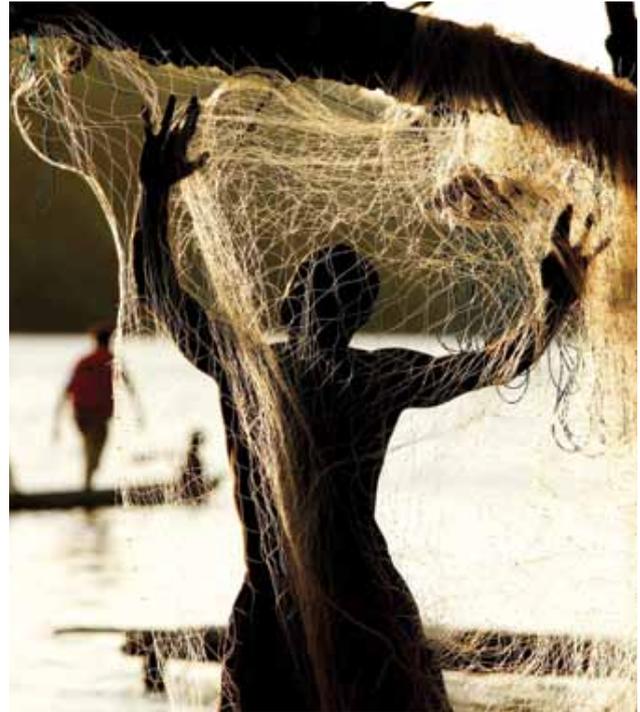
Plus généralement, dans le contexte des changements climatiques, la gestion des aires protégées réclamera d'importantes modifications dans la manière dont fonctionnent les organismes qui en sont chargés, notamment en matière de planification, d'organisation, de direction et d'évaluation. De telles modifications au sein de ces organismes réclameront l'établissement d'un plan stratégique d'envergure à l'échelle des réseaux d'aires protégées ainsi que des plans de gestion pour chacune de ces aires. Il faudra également renforcer les capacités afin

de doter les institutions de compétences, notamment parmi le personnel cadre, pour pouvoir faire face aux défis que suscitera la nouvelle gestion et saisir les possibilités qu'elle offre. Nombre de ces compétences pourraient servir à outiller les collectivités locales et les intéressés qui se consacrent à la gestion à des fins de protection en dehors des organismes gouvernementaux, et il est clair que ces organismes pourront, dans certains cas, constituer de bons canaux d'information. Les tenants et les aboutissants des changements évoqués ici débordent du cadre du présent rapport, néanmoins, certains aspects connexes sont abordés à la section 5.

Autres solutions de gestion aux fins de l'adaptation

Le maintien des fonctions écosystémiques exige généralement la gestion de vastes zones, et souvent à l'extérieur des limites d'une aire protégée. Dans de tels cas, les aires protégées constituent un outil de gestion parmi un éventail d'autres systèmes de gestion cadrant avec une plus vaste matrice d'utilisation des terres à l'échelle du paysage, dont chacun est assujéti à différents systèmes de gouvernance (en fonction du type d'utilisation dont ils font l'objet). Il est impossible de détailler dans le cadre de cette publication la méthode d'utilisation des aires protégées dans les interventions à l'égard des changements climatiques, mais cela vaut la peine de souligner quelques éléments clés. Dans l'élaboration d'une stratégie d'adaptation fondée sur les écosystèmes, il faut répondre aux questions suivantes :

- En se fondant sur les écosystèmes, quelles sont les options disponibles et sur quelles preuves peut-on se fonder (données scientifiques ou connaissances écologiques traditionnelles) pour connaître les options réalisables?
- Quels seuils de risque doit-on prendre en considération en matière de protection? (Cette question s'applique aussi aux solutions techniques. Par exemple, on pourrait typiquement se demander *quel est le maximum de précipitation qu'une zone peut absorber sans provoquer une inondation catastrophique*).
- De quelles mesures a-t-on besoin pour maintenir la résilience?
- De quelles autres options dispose-t-on en matière d'adaptation? Cela exige l'examen de solutions techniques ou comportementales en fonction de la faisabilité, des coûts et des avantages.
- De quelles options de gestion des écosystèmes dispose-t-on?
- Quelle est l'option la plus adéquate compte tenu du contexte local sur les plans socioéconomique et écologique? Les options peuvent comprendre l'établissement d'une aire protégée, auquel cas il faut se demander quel mode de conception et de gestion serait approprié. La restauration des écosystèmes et la modification des méthodes de production des secteurs économiques sont d'autres options envisageables pour atténuer les menaces à l'égard des écosystèmes.
- Quels sont les coûts et les avantages de l'adaptation à long terme fondée sur les écosystèmes par rapport à d'autres options d'adaptation? Dans cette équation, il faut tenir compte des coûts d'option de la conservation. En outre, les coûts d'une adaptation fondée sur les écosystèmes dépendent du mode de gestion retenu.
- De quelles mesures incitatives a-t-on besoin pour soutenir l'adaptation fondée sur les écosystèmes? Ces mesures peuvent comprendre des crédits d'impôt, le paiement des services écosystémiques et des régimes d'assurance.
- Dans quelle mesure les aires protégées peuvent-elles contribuer à l'adaptation fondée sur les écosystèmes,



Pêcheur suspendant des filets pour les faire sécher, Papouasie-Nouvelle-Guinée © Brent Stirtion / Getty Images / WWF

et faut-il établir de nouvelles aires protégées pour offrir les services écosystémiques nécessaires?

- Quels sont les autres avantages, économiques et non économiques, que ces aires protégées peuvent offrir et dont on peut tenir compte en comparant les coûts?
- De quelle manière les collectivités locales et d'autres intéressés perçoivent-ils les diverses options?

On ne doit pas chercher des solutions d'adaptation fondées sur les écosystèmes de façon ponctuelle, mais les évaluer et les perfectionner en fonction de stratégies nationales générales. Par la suite, il faut les évaluer et les comparer à d'autres options choisies sur la base de critères économiques, politiques et culturels.

SOLUTIONS

Méthodes d'identification et de gestion des emplacements : On doit les perfectionner, notamment pour que les analyses des lacunes dans les aires protégées portent, entre autres, sur les interventions à l'égard des changements climatiques.

Liens entre les politiques : La CCNUCC et la CDB devraient toutes deux reconnaître et favoriser les mesures nationales qui sont destinées à atteindre simultanément des objectifs liés aux aires protégées et aux changements climatiques.

Approches multisectorielles : À l'échelle des paysages terrestres et marins, il est important que les divers secteurs, dont la conservation, l'atténuation des effets des catastrophes, l'agriculture, la foresterie et la pêche, puissent planifier et travailler de façon concertée plutôt qu'individuellement.

Financement des réseaux d'aires protégées efficaces

MESSAGES CLÉS

Malgré des schémas bien accueillis, le financement actuel des aires protégées demeure inadéquat. En plus des résultats que permet d'obtenir un réseau d'aires protégées, les avantages qu'il offre en matière d'adaptation aux changements climatiques et d'atténuation de leurs effets permettent d'estimer encore plus la valeur réelle de ces aires, et ces avantages doivent être pris en compte dans le cadre des divers mécanismes de financement.

Contexte

Depuis l'entrée en vigueur de la CDB, en 1993, le nombre des aires protégées dans le monde a augmenté de 100 % et leur superficie de 60 %. Pourtant, au cours de la même période, le financement international en faveur de la conservation de la biodiversité n'a augmenté que de 38 %⁴⁹⁷.

On considère généralement le financement actuel des aires protégées comme inadéquat; différentes études estiment qu'il manque entre 1,0 à 1,7 milliard de dollars américains par année à l'échelle mondiale⁴⁹⁸, 23 milliards⁴⁹⁹ et même jusqu'à 45 milliards par année⁵⁰⁰. Une autre

estimation des fonds requis pour protéger de 20 à 30 % des mers et océans révèle qu'il en coûterait 5 à 19 milliards de dollars américains par année⁵⁰¹. Ces carences semblent représenter d'énormes montants, notamment en période de ralentissement économique, sauf si on les compare à la valeur totale annuelle des biens et services que fournissent les aires protégées dont on estime la valeur entre 4,4 et 5,2 milliards de dollars américains, selon le niveau d'utilisation des ressources autorisé au sein des aires protégées⁵⁰².

Ces carences en matière de financement ne suscitent aucune attention pour le moment. Une analyse du financement des aires protégées par les gouvernements réalisée en 2008 dans plus de 50 pays indique que le soutien financier est généralement à la baisse malgré les engagements pris dans le cadre du PTAP de la CDB⁵⁰³. Afin de concrétiser le rôle que préconise ce rapport en matière d'adaptation aux changements climatiques et d'atténuation de leurs effets grâce aux aires protégées, il faudra combler les carences en question. Sinon, il faudra renoncer à l'énorme contribution que peuvent apporter les réseaux d'aires protégées pour atténuer les effets du climat, ce qui pourrait entraîner la prise de mesures encore plus coûteuses.

ÉTUDE DE CAS

En Tanzanie, la séquestration du carbone passe par une amélioration de l'efficacité de la gestion des aires protégées

Une étude commandée par le gouvernement de Tanzanie grâce à un financement du PNUD et du FEM révèle que les monts Eastern Arc constituent un important réservoir de carbone. Cette étude indique que 151,7 Mt de carbone sont stockés dans ces monts, dont 60 % dans des réserves forestières. La déforestation a entraîné la perte d'environ 34 Mt de carbone au cours des 20 dernières années, principalement dans les forêts et les terrains boisés non protégés. De plus, selon la même étude, les forêts perturbées stockent environ 85 t/ha de carbone, tandis que les forêts non perturbées en stockent entre 100 et 400 t/ha, avec une moyenne de 306 t/ha.

Ces constatations ont servi à obtenir des fonds de l'Initiative internationale sur le climat, fonds qui ont servi à améliorer la gestion de trois nouvelles réserves naturelles. L'estimation de base du carbone que contiennent ces réserves se chiffre à 18,25 Mt, mais elle diminue au fur et à mesure que la forêt se dégrade. La mise en place d'un système de gestion plus rigoureux permettra une séquestration supplémentaire de 5,5 Mt de carbone grâce à la régénération des forêts dégradées, ce qui donnera une capacité totale de stockage de 23,8 Mt environ.

Source : Neil Burgess, PNUD

Nouvelles possibilités

Des mécanismes incitatifs concernant les changements climatiques ouvrent la porte à un certain nombre de nouvelles possibilités que l'on pourrait prendre en compte dans la planification et le financement au niveau national. Les aires protégées devraient constituer des éléments clés des stratégies nationales cadrant avec le programme REDD et avec d'autres stratégies d'utilisation des terres, et on devrait recourir à des analyses des lacunes écologiques pour établir des priorités d'investissement en matière de climat. Les pays devraient aussi envisager d'« autres » mécanismes de séquestration du carbone tels que la gestion de la tourbe, de l'eau douce, des prairies, et des réserves marines et terrestres de carbone dans le cadre d'une démarche d'atténuation, plus précisément pour examiner les possibilités d'investir dans le maintien des services écosystémiques essentiels à une adaptation efficace aux changements climatiques.

On devrait envisager diverses activités commerciales et non commerciales liées au climat pour pouvoir soutenir

financièrement la constitution et la gestion d'aires protégées, notamment :

- un marché international réglementé de contrepartie de la fixation du biocarbone;
- un marché international volontaire de contrepartie de la fixation du biocarbone;
- une rémunération volontaire des services écosystémiques de protection des bassins versants;
- des mesures domestiques volontaires de contrepartie environnementale;
- des subventions du FEM pour la conservation de la biodiversité mondiale;
- des contreparties commerciales volontaires internationales pour la biodiversité;
- des contreparties commerciales internationales réglementées pour la biodiversité.

Outre l'instauration d'un financement pour les services écosystémiques et économiques, il faudrait prendre les mesures économiques suivantes :

1. L'élimination de toute subvention perverse à l'intention de secteurs tels que l'agriculture, la pêche et l'énergie qui prévoient leur développement sans tenir compte des externalités environnementales.
2. La mise en œuvre de politiques tarifaires visant les ressources naturelles.
3. L'établissement de mécanismes de réduction des rejets d'éléments nutritifs et la promotion de l'absorption du carbone.
4. L'imposition de frais, de taxes et de tarifs destinés à décourager toute activité pouvant dégrader les services écosystémiques⁵⁰⁵.



Vallée de baobabs, Madagascar © Nigel Dudley

ÉTUDE DE CAS

À Madagascar, les schémas de conservation des forêts visent à la fois à remédier aux causes des changements climatiques en recourant à la séquestration, et à aider les collectivités à s'adapter aux pressions qu'exercent actuellement ces changements climatiques.

Environ 6 Mha de nouvelles aires protégées sont en voie de constitution à Madagascar, et elles permettront d'éviter 4 Mt d'émissions de CO₂ chaque année. De plus, on s'attend à ce qu'elles procurent trois avantages, à savoir le stockage et le captage du carbone, la fourniture d'un éventail d'écoservices et la conservation de la biodiversité⁴⁹². On accorde de plus en plus d'attention à l'idée voulant que l'instauration de programmes de rémunération des services environnementaux procure de nombreux avantages⁴⁹³.

À titre d'exemple, un projet vise à restaurer 3 020 ha du corridor situé dans la forêt de Mantadia reliant les aires protégées d'Antasibe et de Mantidia⁴⁹⁴. On s'attend à ce que la restauration d'habitats et la reforestation permettent de séquestrer 113 000 t de CO₂ d'ici 2012 et 1,2 Mt de CO₂ au cours des 30 prochaines années

Le projet est également destiné à réduire la culture sur brûlis et à offrir une autre source de revenus au moyen de crédits de carbone et de cinq activités assurant des moyens de subsistance durables au sein des collectivités locales : des arboretums, des jardins saroka, des vergers, des plantations d'espèces endémiques mixtes et des plantations d'espèces à bois de chauffage. Parmi les autres avantages de ces démarches, les aires déjà protégées s'avèrent importantes en atténuant les inondations⁴⁹⁵.

Le corridor Ankeniheny-Zahama, d'une superficie de 425 000 ha, constitue l'une des plus importantes parcelles forestières restantes dans le pays. Il fera l'objet d'activités de conservation sous contrat par les collectivités locales, ce qui leur donnera légalement accès aux forêts et leur accordera des droits d'utilisation en vertu d'un système de quotas. Les crédits de carbone seront répartis au sein des collectivités et les autres mesures incitatives s'étendent de l'amélioration du régime de soins de santé au soutien à l'application de méthodes agricoles durables. On s'attend à ce que le projet permette de séquestrer quelque 10 Mt de CO₂ au cours des 30 prochaines années⁴⁹⁶.

Source : Conservation International

Recours aux aires protégées pour renforcer les schémas REDD

MESSAGES CLÉS

Les aires protégées offrent la possibilité de devenir d'importants éléments constitutifs des stratégies nationales de REDD. En effet, il est prouvé que lorsque les aires protégées sont gérées de manière efficace, elles constituent de puissants outils de réduction de la déforestation et de la dégradation des forêts. De nouvelles aires protégées pourraient réduire de façon directe les émissions découlant de modifications dans l'utilisation des terres et être admissibles à certains mécanismes de crédit dans le cadre des programmes nationaux relatifs aux fuites d'émissions éventuelles. En plus de réduire la perte de forêts et leur dégradation, ces aires préserveraient les services écosystémiques essentiels à l'adaptation aux changements climatiques et à la sauvegarde des espèces menacées (REDD plus).

Contexte :

Les forêts et, éventuellement, d'autres habitats situés au sein des aires protégées offrent d'importantes possibilités dans le cadre du Programme de réduction des émissions issues de la déforestation et de la dégradation des forêts (REDD). Des méthodes sont en voie d'élaboration, en vertu de la CCNUCC, pour mesurer et vérifier les réductions découlant des changements apportés à l'utilisation et à la gestion des terres*. Nombre d'institutions présumant déjà que les aires protégées feront partie d'interventions dans le cadre du programme REDD⁵⁰⁶, et la CDB a déjà estimé nécessaire de mettre en place un réseau mondial d'aires forestières protégées⁵⁰⁷; elle étudie maintenant, de façon exhaustive, les synergies éventuelles entre les aires protégées et la séquestration et le stockage du carbone. La majorité des discussions au sujet du programme REDD sont axées sur la nécessité d'éviter les pertes de forêts qui se prêtent à des utilisations multiples à l'échelle des paysages terrestres, toutefois, les forêts situées dans des aires protégées offrent aussi d'intéressantes options associées à des activités de gestion forestière commerciales ou communautaires en dehors de ces aires. Il est également possible que la préservation du carbone stocké dans d'autres écosystèmes, tels que les prairies, les tourbières et les zones humides, soit admissible à du financement par des mécanismes analogues au programme REDD⁵⁰⁸.

* Le Mécanisme de développement propre visé par le Protocole de Kyoto et régi par la CCNUCC prévoit que seuls les schémas d'afforestation et de reforestation sont admissibles au financement de contrepartie, ce qui signifie que les forêts saines ne le sont pas. Toutefois, cela pourrait changer, car une entente conclue lors de la 13^e CDP à la CCNUCC tenue en 2007 à Bali, en Indonésie, vise l'élaboration d'un mécanisme compensatoire de la réduction d'émissions évitées grâce à la prévention de la déforestation et de la dégradation qui remplacera le Protocole de Kyoto. Les détails du rôle pratique que jouera le programme REDD restent à déterminer. À ce jour, d'autres formes de stockage du carbone, dont les tourbières et certains écosystèmes d'eau douce et marins tels que les herbiers, ne relèveront pas de ce programme, bien que ça pourrait être le cas en théorie à l'avenir.

Les importantes négociations d'ordre politique en cours visent l'instauration de niveaux d'émissions de référence et de systèmes de surveillance, de reddition de comptes et de vérification à l'échelle nationale. Les gouvernements nationaux se verraient ainsi obligés de négocier un niveau de référence scientifiquement défendable pour les émissions issues de la déforestation et de la dégradation des forêts, et de réduire ces émissions en dessous de ce niveau afin d'être admissibles aux compensations offertes en vertu des mécanismes du programme REDD. Les activités de conservation existantes, y compris celles reliées aux aires protégées et aux aires de conservation autochtones et collectives, qui tirent parti de niveaux de référence réduits en matière de déforestation, doivent être prises en compte lors de l'élaboration des programmes REDD nationaux de façon à ce qu'elles ne soient pas désavantagées. On pourrait aussi consentir des compensations en vertu de mesures d'atténuation appropriées à l'échelle nationale assorties de normes de comptabilisation relativement souples et soutenues par des mécanismes de financement, ou dans le cadre d'interventions commerciales financées par le secteur privé et destinées à mesurer les réductions d'émissions avec davantage de précision.

Au moment de la rédaction du présent rapport, les plans initiaux qui auraient vu les mesures incitatives du programme REDD ne viser que les pays dont la masse d'émissions est élevée et qui ont entrepris des réductions importantes semblent avoir fait place à la définition complète du programme REDD que donne le Plan d'action de Bali (c'est-à-dire l'inclusion de la conservation des forêts sur pied et de l'accroissement des stocks de carbone au programme REDD-plus). Des discussions ont également cours relativement à la nécessité que le programme REDD reconnaisse et soutienne les efforts des pays qui ont déjà investi dans le domaine de la conservation, soit en établissant et en gérant efficacement des aires protégées soit par d'autres moyens, et qui ont traditionnellement



Parc national de Yasuni, Équateur © Nigel Dudley

maintenu de faibles niveaux d'émissions issues de la déforestation et de la dégradation de leurs forêts. Cette démarche est importante si l'on veut éviter la mise en place de mesures incitatives perverses aux fins de la conservation.

En dernier ressort, les gouvernements choisiront comment réduire les émissions et concevront des mécanismes incitatifs et stratégiques internes visant les émissions provenant de l'exploitation des terres et des forêts. Un solide appui international se manifeste en faveur de l'élaboration de politiques de sauvegarde sociale et d'autres lignes directrices qui garantiront de vastes consultations auprès des parties intéressées, ainsi que l'élaboration de programmes qui éviteront toute conséquence négative, particulièrement sur les populations locales et autochtones. Selon les stratégies nationales de mise en œuvre du programme REDD qui seront adoptées, les approches fondées sur des schémas pourraient représenter une bonne façon d'éliminer les causes locales de perte de forêts et d'assurer la reddition de comptes et l'équité des stratégies que préconise le programme. Des bases de référence nationales permettront de prévenir les fuites qui pourraient se produire au cours de tout projet, alors qu'une participation élargie aux activités du programme parmi les pays forestiers en développement préviendra le déplacement des populations causé par la déforestation dans le monde (fuites à l'échelle internationale).

Les « pour » et les « contre » du programme REDD :

Les ressources requises pour assurer la mise en œuvre efficace du programme REDD dans les pays en développement sont considérables. Certains les estiment jusqu'à 55 milliards de dollars américains par année⁵⁰⁹, pendant que d'autres prédisent de façon très différente quelles pourraient être les possibilités d'une diminution de la déforestation grâce à des mesures incitatives financières et aux fonds vraisemblablement disponibles. Le rapport Stern⁵¹⁰ indique qu'il faudrait investir annuellement 10 milliards de dollars américains afin de mettre en œuvre les

mécanismes du programme REDD. À lui seul, celui-ci offre la possibilité de s'attaquer à plusieurs enjeux importants, à savoir l'atténuation des effets des changements climatiques, la réduction de la dégradation des terres, l'amélioration de la conservation de la biodiversité, l'amélioration du bien-être humain et l'allègement de la pauvreté. Des institutions telles que la Banque mondiale et les Nations Unies investissent dans les schémas REDD, mais ceux-ci exigent un renforcement des capacités et un financement continu, prévisible et à long terme.

Toutefois, les responsables d'aires protégées rencontreront des obstacles pour mettre en œuvre le programme REDD dans le cadre d'une politique forestière générale. La majorité des fonds du programme est destinée à la fois aux pays qui connaissent les taux de déforestation les plus élevés et à leurs régions. Bien que les interventions dans les zones où le taux de déforestation est élevé puissent freiner ce phénomène au niveau local, elles peuvent aussi avoir des effets pervers en augmentant la pression sur les aires protégées qui, en fait, ne seraient pas nécessairement bien protégées. Les politiques que préconise le programme REDD doivent donc tenir compte de la nécessité de renforcer la protection des aires protégées contre toute incursion due à la mise en œuvre de ce programme à d'autres endroits. Ainsi, les mesures incitatives qu'offre le programme dans le cas des écosystèmes forestiers les plus riches en carbone peuvent entraîner une dévaluation d'autres habitats, tels que les zones humides et les prairies essentielles à la biodiversité, et peuvent être la source d'autres services écosystémiques importants. Le programme devrait donc incorporer des mesures de préservation de la biodiversité et cadrer avec un vaste processus de planification nationale de l'utilisation des terres qui tiendrait compte des besoins de la population et de la faune tout en optimisant la séquestration du carbone à l'échelle terrestre.

Les aires protégées offrent de notables avantages supplémentaires par rapport à la plupart des autres types de

gestion des terres en raison de leur permanence, car, compte tenu de leur nature, elles ont été réservées au maintien à long terme des habitats qu'elles hébergent. La plupart des aires adéquatement protégées devraient être dotées de politiques de gestion et d'ententes de gouvernance, et disposer généralement de données de base et de systèmes de surveillance, du moins dans une certaine mesure, qui pourraient contribuer à l'établissement d'inventaires nationaux du carbone. La surveillance des aires protégées pourrait aussi contribuer à l'établissement de références de base et aux efforts de surveillance nationaux.

Cela dit, l'exploitation forestière illicite et d'autres menaces mènent à la dégradation des forêts au sein de nombreuses aires protégées dont la gestion laisse à désirer. L'amélioration de l'efficacité de la gestion dans ces aires pourrait atténuer la dégradation des forêts et améliorer la séquestration du carbone. Une portion importante des pertes et de la dégradation des forêts est due à des activités illicites, y compris au sein d'aires protégées, et il est permis de croire que nombre des pays où le phénomène de déforestation est accéléré ne disposent pas de systèmes de gouvernance adéquats pour composer avec ce problème⁵¹¹. Les investissements en vertu du programme REDD dans les aires qui sont ultérieurement l'objet d'une déforestation ne sont rien de moins que du gaspillage susceptible de miner la confiance et d'entraver ainsi les possibilités de recourir par la suite à un tel mécanisme. Toutefois, cela s'applique à tout mode de gestion des écosystèmes, et une hypothèse veut que le financement obtenu en vertu du programme REDD serve principalement à s'attaquer aux questions que soulève l'exploitation illicite des forêts dans les aires protégées.

Au niveau infranational, il faut mettre en place des mécanismes de comptabilisation des pertes forestières accidentelles, dont celles résultant de vents extrêmes, de feux de forêt ou de maladies (souvent indirectement causées par les changements climatiques). On pourrait atteindre ce but en regroupant plusieurs aires. Habituellement, ces événements stochastiques n'ont pas une ampleur suffisante pour avoir des incidences sur les cibles nationales de réduction d'émissions, mais dans certains cas (tels qu'*El Niño* qui a modifié le régime des feux) ils peuvent être assez importants pour justifier le regroupement de plusieurs pays.

D'une façon plus générale, certains analystes craignent que les schémas REDD mal gérés exercent des pressions accrues sur les collectivités pauvres en ce qui concerne la sécurité des modes de tenure des terres et d'accès à leurs ressources^{512,513}. Une partie importante des pertes de forêts est due aux interventions de fermiers pauvres et de cueilleurs dits « de subsistance » qui disposeraient de peu d'autres options s'ils ne pouvaient plus accéder à ces ressources. Ces problèmes pourraient encourager les investisseurs à affecter leurs fonds REDD aux schémas les plus sûrs qui ne sont généralement pas ceux qui visent les forêts les plus menacées, bien que des discussions soient en cours au sujet de mécanismes qui pourraient combler cette faille.

Certains groupes de militants et d'autochtones ont déjà manifesté leur opposition au programme REDD en alléguant



Forêt tropicale humide d'Amazonie, région de Loreto, Pérou © Brent Storton/Getty Images

qu'il mise sur les sacrifices des plus pauvres plutôt que sur une réduction de la consommation d'énergie et de combustibles fossiles par les riches du monde entier. Ces questions requièrent des mesures de sauvegarde sociale^{514,515} comme celles qui existent déjà dans le cadre de démarches volontaires (p. ex., la Climate, Community and Biodiversity Alliance) associées à un rigoureux cadre stratégique. Le fait que nombre d'organismes autochtones et de collectivités locales envisagent déjà des programmes REDD révèle que beaucoup d'entre eux ne perçoivent pas ces problèmes comme insurmontables.

Il faut préconiser des approches équilibrées. Certes, le mécanisme REDD offre des avantages éventuels, tant du point de vue de la conservation de la biodiversité que de celui des personnes vivant dans les forêts naturelles, mais à condition que l'on prenne suffisamment de mesures de sauvegarde sociale et environnementale pour veiller à ce qu'un tel mécanisme procure des avantages réels dans un cadre qui optimise les avantages sociaux à l'intention des plus nécessiteux. Il va sans dire que mettre fin à la perte de forêts constitue présentement la plus urgente des priorités en matière d'affectation des fonds REDD. Toutefois, il existe des possibilités significatives de mise sur pied de meilleures activités REDD qui compenseraient d'autres services écosystémiques essentiels pour l'adaptation aux changements climatiques, tels que la reforestation et l'afforestation dans les zones tampons des aires protégées, et l'investissement dans des mesures de protection des espèces menacées. Ces démarches pourraient comprendre des mesures de prévention de la déforestation et de la dégradation des forêts dans les points chauds de la biodiversité, ainsi que dans d'autres régions où la croissance démographique est forte et où les interventions ne seraient normalement pas aussi rentables. Les aires protégées constituent des moyens éprouvés qui se prêtent très bien à ce genre d'activités.

Tableau 10 : Comparaison des éléments du cadre du WWF constituant une métanorme pour les schémas relatifs au carbone en fonction de conditions qui pourraient prévaloir dans les aires protégées

Enjeu	Détails	Conséquences sur les aires protégées
Comptabilisation du carbone	Additionnalité	Le financement REDD ne devrait généralement servir qu'aux nouvelles aires protégées où les forêts sont à risque ou aux aires protégées où des évaluations indépendantes démontrent clairement que la végétation est en voie de disparition ou se dégrade, et où des ressources financières supplémentaires pourraient améliorer la situation.
	Fuites	Il faut réaliser des analyses afin de s'assurer que l'établissement d'une aire protégée n'entraîne pas simplement la perte d'une forêt à un autre endroit, c'est-à-dire que la perte de ressources touchant des collectivités locales doit être adéquatement compensée en procédant, par exemple, à la plantation d'essence de bois d'oeuvre ou à l'exploitation de sources d'énergie renouvelable.
	Permanence	Les aires protégées visent à préserver en permanence la végétation indigène, ce qui pourrait s'avérer difficile si l'élimination de la végétation fait partie de la gestion, par exemple, si les feux sont nécessaires pour diminuer les combustibles. Cela s'applique seulement à certains endroits de certains pays ainsi que dans des forêts à l'extérieur des aires protégées. Il existe des méthodes de comptabilisation de ces pertes.
Répercussions sociales et environnementales	Consultation des intéressés	Les aires protégées réclament de plus en plus une forte participation des intéressés (p. ex., dans le cadre du PTAP de la CDB pour les aires nouvellement protégées). Cette démarche est probante dans un nombre croissant d'aires protégées autoproclamées par des collectivités autochtones.
	Développement durable	Les aires protégées sont de plus en plus visées par des mesures de sauvegarde sociale et environnementale rigoureuses pour s'assurer de ne pas porter atteinte aux moyens de subsistance. Le recours à une gamme d'approches de gestion et de types de gouvernance peut être utile, comme en témoignent les réserves extractives (de catégorie VI de l'UICN) qui facilitent la cueillette de produits de valeur qui ne sont pas ligneux, tout en protégeant les arbres. Il s'agit d'un scénario idéal pour un projet REDD si une forêt est menacée.
	Relevé des valeurs de conservation importantes	On choisit les aires à protéger particulièrement en fonction de leur valeur sur le plan de la conservation et avec l'aide d'outils de plus en plus perfectionnés qui servent à trouver des emplacements convenables.
	Évaluation des répercussions environnementales	Dans le même ordre d'idées, on compte sur une gamme de méthodes pour évaluer les avantages environnementaux qu'offrent les aires protégées, par exemple l'approvisionnement en eau, la stabilisation des sols et la protection des collectivités contre les phénomènes climatiques extrêmes.
	Viabilité à long terme	La définition d'une aire protégée que préconise l'UICN privilégie la protection de la nature à long terme comme une caractéristique principale qui distingue les aires protégées d'autres formes d'utilisation durable des terres respectueuses de la nature.
Validation et homologation	Validation	Les méthodes de surveillance et d'évaluation de l'efficacité de la gestion des aires protégées ont évolué rapidement au cours de la dernière décennie. Certaines ciblent déjà les enjeux liés au carbone (p. ex., la surveillance de la couverture forestière au moyen de dispositifs de télédétection), de sorte qu'il serait possible d'incorporer la comptabilisation du carbone dans les évaluations actuelles moyennant certaines autres améliorations.
	Homologation	Il existe des programmes d'homologation, tels que celui de Pan Parks en Europe, ainsi que des programmes d'écotourisme, alors que d'autres sont en voie d'élaboration. Certaines aires protégées comptent aussi sur des programmes en vigueur, dont celui du Forest Stewardship Council, pour homologuer les aires protégées. Ces programmes permettent de comptabiliser le carbone dans le cadre de schémas REDD. De plus, un nombre croissant de programmes d'homologation sont en voie d'élaboration pour ces schémas.

Il est à noter que certaines questions purement techniques sont communes à tous les schémas de contrepartie de la fixation du carbone, notamment la double comptabilisation, l'exactitude de l'enregistrement, la délivrance de l'homologation et le suivi ne sont pas mentionnés dans le tableau.

Avantages qu'offre l'incorporation des aires protégées aux programmes REDD : On peut réduire la perte et la dégradation d'une forêt en la soustrayant en permanence au développement (selon nombre de modèles de gestion, y compris celui du programme REDD), ce qui fait que l'incorporation des mécanismes REDD dans les réseaux d'aires protégées constitue un moyen efficace d'atteindre simultanément les deux objectifs. Les aires protégées offrent de nombreux avantages en matière de séquestration du carbone, tel que mentionné précédemment, mais cela vaut la peine de les résumer ci-après.

- La gestion efficace des aires protégées assure la protection complète des forêts, particulièrement dans celles qui font l'objet de contrôles rigoureux en matière d'utilisation (les catégories I à IV de l'UICN), optimisant ainsi les avantages climatiques et rendant les modalités de suivi et de comptabilisation relativement faciles.
- La plupart des pays peuvent compter sur des lois et politiques qui régissent les aires protégées, ce qui fait que le financement de ces aires par l'intermédiaire du programme REDD s'inscrit dans un cadre existant sans délai prolongé pour des raisons politiques ou juridiques.

- La plupart des pays disposent déjà d'un cadre institutionnel pour les aires protégées, dont un organisme associé au ministère compétent, de normes convenues relatives aux aires protégées et d'une structure d'effectifs, ce qui signifie que l'application du programme REDD peut cadrer avec une infrastructure déjà en place.
- La plupart des pays disposent d'un personnel d'aires protégées dûment formé, ainsi que de capacités en équipement, en systèmes de gestion des données et en processus de consultation, qui peuvent toutes être améliorées, si les circonstances le dictent, grâce au financement qu'offre le programme REDD. De nombreux pays peuvent aussi compter sur des ONG pour mettre en œuvre leurs programmes.
- Les aires protégées disposent généralement de systèmes qui servent déjà à établir et à codifier les ententes relatives aux régimes fonciers, ce qui a déjà été qualifié d'exigence clé du programme REDD.
- La séquestration du carbone est susceptible d'être particulièrement élevée dans les forêts tropicales riches en biodiversité qui font elles aussi l'objet de nombreuses stratégies de conservation⁵¹⁷.

Compte rendu d'un atelier à la Stanford University sur le potentiel de séquestration du carbone dans les aires protégées et les terres autochtones de l'Amazonie

Une combinaison de cartes illustrant les stocks de carbone, de modèles prédisant les changements dans l'utilisation des terres et des renseignements sur l'emplacement et la gestion des aires protégées et des terres autochtones permet d'évaluer leur incidence sur le programme REDD. Une étude a déterminé que lorsque ces éléments seront conjugués, ils pourraient prévenir la déforestation de quelque 670 000 km² d'ici 2050 dans l'Amazonie brésilienne, ce qui permettra d'éviter 8 Gt d'émissions de carbone⁵¹⁶. L'emplacement est important, car ces aires protégées et terres autochtones sont situées dans des zones où le risque de déforestation est élevé, ce qui fait qu'elles ont davantage de possibilités de réduire les émissions de carbone en atténuant ce risque.

Les aires protégées et les terres autochtones pourraient faire l'objet d'un financement dans le cadre de nouveaux schémas REDD, mais probablement sur la seule base des « émissions supplémentaires » qu'elles permettraient d'éviter, et non sur celles des stocks de carbone comme tels. Il y a donc tout lieu de croire que le financement visera de nouveaux emplacements dans des aires où une déforestation est en cours ou dans des emplacements existants afin d'y améliorer la gestion et d'y réduire la déforestation et la dégradation. Le Brésil favorise des règles non compensatoires (fonds amazonien), quoiqu'il puisse permettre l'exploitation commerciale. De son côté, le Pérou permet des compensations en fonction de schémas dans la mesure où ceux-ci profitent directement aux aires en voie de

protection. L'atelier a donné lieu à des exposés sur quatre schémas REDD, dont ceux réalisés au Pérou, en Bolivie et au Brésil (trois dans des aires protégées et un sur des terres autochtones), démontrant ainsi les possibilités et les obstacles auxquels font face les schémas REDD lorsqu'ils ont recours à ces mécanismes.

L'atelier a permis de tirer les conclusions suivantes :

- Les terres autochtones et les aires protégées représentent des options intéressantes pour les schémas REDD et peuvent diminuer la déforestation de façon mesurable, notifiable et vérifiable.
- La portée des interventions dépend notamment de l'emplacement, du financement et des lois, et de la mesure dans laquelle le carbone est vulnérable.
- Les lacunes dans le financement des aires protégées et des terres autochtones, ainsi que le syndrome « de la protection qui n'existe que sur le papier », font en sorte que des émissions continuent de provenir de ces emplacements.
- Les tout nouveaux schémas REDD vont vraisemblablement entraîner des réductions d'émissions comparativement à ceux qui s'appuient sur des lignes directrices nationales.
- Il faudra prouver que les terres autochtones et les aires protégées donnent lieu à des réductions d'émissions.
- Leurs défenseurs doivent se concentrer sur l'établissement de nouvelles réserves et l'amélioration de la gestion des réserves existantes s'ils veulent obtenir du financement dans le cadre du programme REDD.

Source: WWF



Zèbres en migration, Tanzanie © Sue Stolton

- Les techniques de surveillance de l'efficacité de la gestion des aires protégées sont déjà très perfectionnées⁵¹⁸, et dans de nombreux cas, on pourrait les modifier afin d'incorporer la comptabilisation du carbone sans qu'il soit nécessaire d'envisager l'acquisition de nouvelles compétences. Des systèmes d'homologation sont également en voie d'élaboration⁵¹⁹.
 - Les aires protégées sont administrées en fonction d'un éventail de modes de gestion et de types de gouvernance résumés dans la liste des six catégories de gestion de l'UICN. Elles constituent ainsi un outil facilement adaptable à différentes conditions sociales et environnementales.
 - Le travail en cours, y compris les plans de conservation à l'échelle écorégionale, les analyses des lacunes locales et nationales dans les aires protégées⁵²⁰ ainsi que les activités de planification à grande échelle servent de sources d'information sur les emplacements qui pourraient devenir des aires protégées.
 - Les aires protégées sont aménagées de façon à procurer de nombreux avantages environnementaux, notamment en matière d'adaptation aux changements climatiques et de protection des espèces menacées.
 - Le fait de rendre les aires protégées admissibles au financement du programme REDD permettrait de renforcer la synergie entre les conventions de Rio et les autres instruments internationaux⁵²¹ en établissant un lien direct, par exemple, avec le PTAP de la CDB. Cela aiderait les pays à relever les défis que suscitent les nombreux engagements qu'ils ont pris relativement à la protection de l'environnement et aux changements climatiques.
 - Beaucoup d'aires protégées comptent des valeurs sociales et économiques supplémentaires qui font l'objet d'un examen à la section 2 du présent rapport.
- Limites éventuelles du recours aux aires protégées dans le cadre du programme REDD :** Les aires protégées ont de nombreux défis en commun relativement au programme REDD. Celles qui sont mal planifiées ou mal aménagées peuvent aggraver la pauvreté et porter atteinte au bien-être des personnes qui ont été contraintes de se délocaliser et auxquelles on a interdit l'accès à leurs ressources traditionnelles⁵²². L'exploitation illicite des forêts ou l'usage des feux ont cours dans les aires protégées ainsi qu'à une plus vaste échelle du paysage terrestre. Beaucoup d'entre elles sont encore gérées de façon inefficace aussi bien dans l'ensemble des réseaux que dans des emplacements déterminés, et leur valeur continue de s'effriter⁵²³. Il existe des outils, des techniques et des procédés pour s'attaquer à tous ces enjeux, mais un programme REDD bien géré consiste à s'assurer que ces outils, techniques et procédés sont bel et bien utilisés.
- Il se peut aussi qu'un tel programme suscite des questions en matière d'additionnalité, à savoir le niveau de réduction d'émissions de GES d'un projet de contrepartie de la fixation du carbone bien supérieur à celui qui se serait produit en l'absence du projet. Lorsque des aires protégées sont déjà en place, il se peut que le fait d'investir de l'argent pour les protéger donne peu d'avantages supplémentaires. Il est probable que le financement du programme REDD dans les aires protégées ne puisse s'appliquer qu'aux situations suivantes :
- L'aire protégée vient d'être constituée dans une zone où pourrait se produire une perte ou une dégradation de forêt.
 - L'aire protégée manque de ressources et perd son couvert forestier ou ses qualités (selon une évaluation indépendante).
 - Il n'existe aucune alternative ni source de financement à long terme, et sans le financement du programme REDD, la déforestation est censée augmenter.
 - Sans un soutien pour les aires protégées, le programme REDD risque de donner lieu à des mesures incitatives perverses (p. ex., la conversion de forêts naturelles en plantations ou plus généralement le financement de forêts subissant des pressions, ce qui pénalise les pays ayant de bonnes politiques de conservation et une gouvernance environnementale rigoureuse).
 - Le financement offert dans le cadre du programme REDD peut soutenir le développement et les moyens de subsistance au sein des collectivités environnantes de façon à promouvoir la conservation à long terme des forêts.
- De nombreux enjeux relatifs aux aires protégées demeurent en attente de solution. Par exemple, le fait de « mettre à niveau » une aire qui protège une forêt selon un modèle moins rigoureux en vue d'une protection totale revêt-il

de l'importance dans le cadre du programme REDD? Existe-t-il des exemples illustrant que l'on peut modifier le statut des réserves forestières pour en faire des aires protégées? Comment peut-on calculer les contreparties lorsqu'il s'agit de renforcement des capacités? Les schémas REDD se limitent-ils aux forêts étant donné que la protection ou la restauration d'autres types de végétation, dont la tourbe, peuvent stocker autant sinon davantage de carbone que les forêts?

L'équité sociale et la réussite environnementale :

Le WWF a déterminé les étapes essentielles en vue de s'assurer que des schémas REDD⁵²⁴ soient efficaces et visent l'équité sociale. Leur application adéquate

constitue un préalable à la réussite et à l'acceptation publique des schémas de contrepartie cadrant avec le programme REDD⁵²⁵. Dans le tableau 10 ces étapes constituent un cadre de travail et leurs implications y sont énoncées.

Dans le contexte des changements climatiques, les gains éventuels varieront selon le type et l'âge de la forêt, et les sols et la végétation qui y sont associés. Les forêts particulièrement utiles sont celles qui comptent les plus fortes concentrations de biomasse, comme celles dans les tourbières de l'Asie du Sud-Est où le carbone des arbres vivants ne représente qu'une petite partie de celui qui se trouve dans le sol⁵²⁶ et celles d'autres forêts tropicales.

SOLUTIONS

Les aires forestières protégées constituent des outils valables et pratiques pour la mise en œuvre de schémas REDD dans le cadre de stratégies d'adaptation nationales, et elles offrent la possibilité de désamorcer les critiques formulées à l'endroit de ces schémas. Pour ce faire, il faudra apporter un certain nombre d'améliorations ou de perfectionnements.

Additionnalité et fuites : Exprimer clairement dans quelle mesure on peut assurer l'additionnalité dans le cadre des schémas relatifs aux aires protégées et ce qui pourrait constituer une additionnalité pour ce qui est de la constitution et de la gestion de ces aires; il faudrait aussi déterminer les mécanismes destinés à éviter les fuites d'émissions, y compris les méthodes d'évaluation à grande échelle⁵²⁷.

Permanence : Élaborer des mécanismes afin de garantir davantage de permanence dans les aires protégées qui ne relèvent pas des États, y compris des réserves privées et des aires de conservation autochtones et communautaires.

Consultation et participation active des intéressés : S'entendre sur les normes minimales en matière de consultation des intéressés et de participation de leur part aux schémas REDD dans les aires protégées, notamment les collectivités autochtones et locales.

Évaluation des répercussions environnementales et sociales : Donner un aperçu des méthodes utilisées pour évaluer les avantages supplémentaires qu'offrent les schémas REDD en matière de services environnementaux, de réduction de la pauvreté et d'autres enjeux sociaux liés au bien-être humain.

Validation et homologation : Déterminer dans quelle mesure la comptabilisation du carbone pourrait s'incorporer aux évaluations de l'efficacité de la gestion; déterminer de façon générale de quelle manière on pourrait adapter les processus d'homologation aux aires protégées ou, si de tels processus sont déjà en place dans des aires protégées, dans quelle mesure on pourrait les modifier pour y incorporer la comptabilisation du carbone.

Section 5

Incidence des changements climatiques sur la conception, la gestion et la gouvernance des aires protégées

Les aires protégées font face à divers problèmes liés aux changements climatiques. La présente section résume certaines des plus importantes menaces relevées et conclut que les réseaux d'aires protégées seront en mesure de composer avec une grande partie de ces menaces et de préserver leurs valeurs et services, sous réserve de tenir explicitement compte, dans la conception et la gestion, de l'évolution prévue des changements climatiques et des principes de renforcement de la résilience.

Actuellement, la plupart des réseaux d'aires protégées demeurent incomplets et plusieurs d'entre eux ne sont pas gérés adéquatement. Ces problèmes doivent être surmontés pour que les effets cumulatifs des changements climatiques puissent être pris en charge ou que les aires protégées puissent atteindre leur plein potentiel.

Cette courte section propose certaines mesures d'adaptation destinées à maintenir l'efficacité des aires protégées pour préserver la biodiversité, maintenir les écoservices et contribuer ainsi à l'adaptation aux changements climatiques et à l'atténuation de leurs effets.

Répercussions probables des changements climatiques sur les aires protégées

MESSAGES CLÉS

Des études révèlent qu'en fonction de scénarios de changements modérés, les réseaux d'aires protégées seront raisonnablement en mesure de préserver la durabilité de la biodiversité s'ils sont conçus en tenant compte des changements climatiques à venir, y compris des principes de renforcement de la résilience, et s'ils sont tout à fait représentatifs sur le plan écologique et bien gérés. Ce n'est pas toujours le cas à l'heure actuelle. Les répercussions se traduiront par la perte d'habitats, la dégradation des conditions nécessaires à la survie de certaines espèces, une faible connectivité, des pressions exercées par les espèces envahissantes, des transformations attribuables aux incendies et à d'autres perturbations, ainsi que des phénomènes climatiques extrêmes et les pressions anthropiques connexes, particulièrement celles découlant des effets des changements climatiques sur les établissements humains et l'utilisation des ressources.

Les enjeux

Des exercices de modélisation, appuyés par des observations sur le terrain, ont servi de fondement à l'évaluation des effets des changements climatiques sur les écosystèmes. On prévoit que des changements surviendront partout, mais les zones vraisemblablement les plus vulnérables comptent l'Amazonie, menacée par la sécheresse, le dépérissement des forêts et les feux de friches, ainsi que des parties de la forêt boréale et la toundra arctique, laquelle est menacée d'invasion par la forêt⁵²⁸. Dans certaines régions, les changements climatiques pourraient avoir une incidence transformationnelle sur les écosystèmes, engendrant un risque extrême de disparition de certaines espèces, ainsi que des transformations importantes des fonctions écosystémiques et des processus écologiques. Les chercheurs de The Nature Conservancy ont étudié les modifications éventuelles de la végétation liées au climat au niveau écorégional et ont relevé de telles modifications dans 34 % des régions non glacées du monde entre 1990 et 2100, variant d'une moyenne de 24 % en Afrique à 46 % en Europe⁵²⁹. Les modèles climatiques établis en Afrique du Sud ont révélé que de vastes régions du sud et de l'ouest du pays, à l'intérieur du Succulent Karoo et du Nama Karoo, ainsi que certaines parties du biome de fynbos, connaîtront des conditions plus arides, semblables à celles du désert, un écosystème qui n'existe pas actuellement à l'intérieur des frontières du pays. Une perte de 51 à 65 % du biome de fynbos devrait se produire d'ici 2050, selon le modèle et le scénario bioclimatiques utilisés, mais 10 % des *Proteaceae* endémiques ont des aires de répartition limitées dans des zones que ce biome perdra vraisemblablement.

On s'attend à ce que les aires protégées dont l'emplacement est fixe et qui sont souvent isolées soient particulièrement vulnérables. En fait, la modélisation et les observations sur le terrain donnent des résultats divergents. Des habitats et des espèces seront probablement appelés à disparaître dans plusieurs aires protégées, mais il est prouvé que des réseaux d'aires protégées bien conçus pouvaient permettre de résister raisonnablement bien aux changements climatiques. Une étude a modélisé les changements dans la répartition de toutes les espèces d'oiseaux nicheurs de l'Afrique subsaharienne, et elle permet de prévoir que le *renouvellement en espèces* (disparition locale et remplacement par d'autres espèces) dans le réseau de zones importantes pour la conservation des oiseaux (ZICO) en Afrique touchera plus de la moitié des espèces prioritaires dans 42 % des ZICO d'ici 2085. Cependant, dans l'ensemble du réseau, 88 à 92 % des espèces prioritaires trouveront un habitat adéquat dans une ou plusieurs des ZICO où elles se trouvent actuellement. Seules sept ou huit espèces devraient perdre tous leurs habitats convenables⁵³⁰. Dans le même ordre d'idées, une recherche portant sur 1 200 espèces de plantes européennes, fondée sur un « idéal » plutôt que sur l'actuel réseau de réserves, fait état d'une perte théorique de 6 à 11 % de l'aire de répartition bioclimatique des espèces d'Europe d'ici 2050⁵³¹.

Ces études portent sur les seules répercussions climatiques et tiennent pour acquis que les espèces sont mieux préservées dans des réseaux d'aires protégées bien gérés et écologiquement représentatifs. Une autre étude a consisté à appliquer un modèle de répartition dans trois régions : le Mexique, la région floristique du Cap, en



Pentes recouvertes de bouleaux, Parc naturel de Nalychevo, Kamchatka Oblast, Fédération de Russie © Darren Jew/WWF-Canon

Afrique du Sud, et l'Europe occidentale. En se fondant sur l'hypothèse d'un réseau d'aires protégées bien en place, l'étude a établi qu'au Cap, 78 % des espèces satisfaisaient à l'objectif de représentation de l'aire de répartition envisagée, qu'au Mexique, 89 % conservaient une pleine représentation, et, qu'en Europe, cette proportion s'établissait à 94 %. Toutefois, si le réseau d'aires protégées actuel était évalué, la survie de nombreuses autres espèces serait en péril⁵³².

En fait, peu de réseaux d'aires protégées sont « complets »; une analyse mondiale a établi que 6 à 11 % des mammifères et 16 à 17 % des amphibiens étaient des « espèces intercalaires » dont la protection est inadéquate, le pourcentage étant supérieur dans le cas des espèces menacées⁵³³. Ainsi, dans l'état actuel des choses, les changements climatiques pourraient avoir des répercussions plus importantes sur les aires protégées qu'ailleurs, car les réseaux ne sont pas tout à fait représentatifs et il existe un préjugé nordique en matière de protection selon lequel on prévoit des changements climatiques plus marqués. À titre d'exemple, une étude a prévu qu'une proportion de 17 à 48 % des aires protégées du Canada devrait connaître une modification de leur type de biome terrestre à cause des changements climatiques⁵³⁴.

Ces constatations représentent d'importants indicateurs des tendances à venir en matière de changements climatiques. Ce que l'on comprend moins bien par ailleurs, c'est la relation entre la résilience des écosystèmes et le maintien des services écosystémiques dont dépendent tant de mesures d'adaptation aux changements climatiques

et d'atténuation de leurs effets. Pour le moment, on émet l'hypothèse que le maintien de la composition, de la structure et des fonctions sous-jacentes des écosystèmes naturels constitue un important élément dans le maintien de la résilience des écosystèmes.

Répercussions sur les aires protégées :

Les lignes qui suivent présentent de façon plus étayée les répercussions actuellement à l'étude dans certains sites ou réseaux d'aires protégées.

Perte d'habitat : Cette répercussion sera particulièrement manifeste dans les zones côtières et les montagnes où la perte de la couverture neigeuse et des glaciers entraîne une perte des espèces qui y sont associées⁵³⁵. À titre d'exemple, un tiers des terrains marécageux de la réserve faunique nationale de Blackwater, dans la baie de Chesapeake, aux États-Unis, ont disparu depuis 1938, et on prévoit que le reste de ces terres, qui offrent un habitat hivernal à plusieurs espèces d'oiseaux, devrait connaître des transformations importantes. Alors que la moitié de ces pertes semblent être attribuables à l'extraction d'eau dans les aquifères, le reste serait attribuable à l'élévation du niveau de la mer⁵³⁶. La modélisation, fondée sur l'hypothèse d'une élévation à long terme du niveau de la mer de l'ordre de 3 mm/année, démontre que la zone d'habitat aménagée pour la sauvagine migratrice (le haut marécage) demeurerait relativement constante jusqu'en 2050, pour se convertir par la suite entièrement en marécage intertidal. La mangrove des Sundarbans, au Bangladesh et en Inde, offre une précieuse protection contre les tempêtes. Ce rôle est de plus en plus compromis, initialement par la déforestation⁵³⁷, mais on

ÉTUDE DE CAS

Le Bangladesh, situé sur des basses terres, est plus vulnérable aux inondations que la plupart des autres pays et les prévisions climatiques indiquent que les inondations augmenteront. Les fonctions naturelles de protection des mangroves se sont avérées efficaces pour atténuer les dommages causés par les tempêtes. Toutefois, il faut protéger efficacement une plus grande partie des mangroves naturelles du Bangladesh, les Sundarbans, afin que leurs services écosystémiques essentiels puissent atténuer les effets des changements climatiques.

Le Bangladesh domine la liste des pays confrontés à un taux de mortalité des plus élevés en raison de dangers multiples⁵⁷²; c'est également l'un des pays les plus vulnérables aux effets des changements climatiques⁵⁷³. L'inondation normale (*barsha*) touche quelque 30 % du Bangladesh chaque année; les peuplements sont bien adaptés aux inondations, ce qui offre plusieurs avantages pour ce qui est de la fertilisation du sol et l'approvisionnement des aires de reproduction des poissons. L'inondation anormale (*bonya*) peut submerger plus de 50 % de la superficie du pays et être très dévastatrice⁵⁷⁴. L'analyse de modèles climatiques mondiaux donne à penser qu'au cours des 100 prochaines années, les précipitations quintupleront au cours de la mousson asiatique, ce qui causera de graves inondations au Bangladesh⁵⁷⁵.

Étant donné que les services écosystémiques fournis par les habitats naturels ont cessé à cause de la dégradation de l'environnement, il a fallu aménager des infrastructures. Au cours de la deuxième moitié du 20^e siècle, la construction de digues côtières au Bangladesh a permis de protéger les basses terres des inondations tidales et de la pénétration des eaux salines. Les terres protégées par les digues sont devenues des terres agricoles très précieuses. Toutefois, les digues bloquent le drainage des eaux du territoire situé de l'autre côté des barrières, que ce soit après les pluies abondantes ou les inondations riveraines. Si, comme prévu, le niveau de la mer augmente, les eaux salines pourraient franchir les digues en cas de fortes ondes de tempête. Comme le conclut l'OCDE, *les changements climatiques pourraient avoir un double effet dévastateur en provoquant des*

*inondations côtières, particulièrement dans les zones actuellement protégées par des digues*⁵⁷⁶.

Il existe encore au Bangladesh des habitats naturels qui sont en mesure d'atténuer les effets des dangers naturels. Les Sundarbans, qui constituent la plus grande mangrove au monde⁵⁷⁷, sont reconnues comme un site patrimonial mondial et représentent environ 43 % des forêts naturelles du Bangladesh⁵⁷⁸. Ils fournissent un lieu de vie à 3,5 millions de personnes et offrent une protection contre les cyclones dans le sud-ouest du pays⁵⁷⁹. Grâce à leurs vastes systèmes radiculaires, les mangroves contribuent à stabiliser les zones humides et les rives, et brisent des vagues atteignant plus de quatre mètres de haut pendant les tempêtes⁵⁸⁰. Ainsi, les zones ayant une bonne couverture de mangroves sont moins endommagées par les bourrasques et les vagues que celles qui en comptent moins ou n'en comptent pas du tout⁵⁸¹.

Toutefois, à cause de la déforestation, la largeur de la ceinture de mangroves diminue rapidement⁵⁸² et quelque 50 % de la forêt ont été perdus au cours des 50 dernières années⁵⁸³. Seuls 15 % de l'écorégion des Sundarbans jouissent d'une protection rigoureuse, malgré leur statut de site du patrimoine mondial, et une seule région, le refuge faunique de Sajnakhali, est jugée suffisamment grande pour protéger adéquatement les fonctions écosystémiques. Les aires protégées manquent également de personnel dûment formé et dévoué, ainsi que des infrastructures nécessaires à une gestion adéquate⁵⁸⁴.

Les inondations les plus désastreuses, en pertes de vies et de moyens de subsistance, surviennent dans les zones côtières où les fortes marées coïncident avec les grands cyclones⁵⁸⁵. Le coût humain de ces événements est terrifiant, alors que le nombre de gens touchés par les inondations se compte toujours en millions. L'efficacité de l'effet tampon des mangroves a été à nouveau mise en valeur à l'occasion du cyclone Sidr, en 2007. Les Sundarbans ont porté le poids du cyclone, épargnant ainsi des conséquences désastreuses aux gens résidant à proximité de cette zone; l'épais peuplement de palétuviers a efficacement diminué l'intensité du vent et de l'onde de tempête⁵⁸⁶.

croit aujourd'hui que l'élévation du niveau de la mer et les changements de salinité qui en découleront entraveront la régénération naturelle et auront même des impacts sur les mangroves protégées⁵³⁸. Tous ces changements ont des répercussions importantes sur les mesures d'adaptation dans ces écosystèmes ainsi que sur les collectivités qui en dépendent pour subsister.

Dégradation des conditions climatiques nécessaires à certaines espèces : L'influence des changements climatiques sur les populations, leur cycle de vie, leurs aires

de répartition et la composition des espèces perturbées a déjà été démontrée⁵³⁹. On a fréquemment observé les réactions suivantes : i) les espèces se déplacent notamment lorsqu'elles peuvent maintenir des aires de répartition équivalentes en migrant à une plus haute altitude et vers le pôle; ii) leur population augmente lorsque le climat est propice; iii) leur population diminue lorsque les possibilités de migration et de dispersion sont limitées ou lorsque l'étendue des aires réunissant des conditions propices à leur survie diminue⁵⁴⁰. Si la « nouvelle » aire de répartition d'une espèce s'étend à l'extérieur d'une aire protégée,



Petit banc de corail dans l'arc insulaire de Kepulauan Auri, réserve marine de Teluk Cenderawasih, Papouasie occidentale, Indonésie
© Ronald Petocz/WWF-Canon

cette espèce devient plus vulnérable. À titre d'exemple, des études menées dans la réserve de la biosphère de Tehuacán-Cuicatlán, au Mexique, révèlent que les changements climatiques entraîneront le déplacement de l'habitat de cactus rares à l'extérieur des limites actuelles de cette réserve⁵⁴¹.

Des observations sur le terrain confirment les théories, car les espèces changent déjà de territoire à cause des changements climatiques⁵⁴². Une méta-analyse de 143 études a démontré de façon constante que les aires de répartition attribuables à la variation de la température changeaient chez différentes espèces, des mollusques aux mammifères et des graminées aux arbres⁵⁴³. Une étude similaire portant sur 1 700 espèces a également confirmé les prévisions des effets des changements climatiques, les déplacements des aires de répartition en direction des pôles étant en moyenne de 6,1 km par décennie⁵⁴⁴.

Compte tenu de la hausse de la température moyenne, l'habitat optimal de plusieurs espèces se déplacera vers des endroits situés à des altitudes et latitudes plus élevées. En l'absence de terrains à une altitude plus élevée ou si les changements se produisent trop rapidement

pour que les écosystèmes et les espèces puissent s'y adapter, des pertes locales ou des disparitions globales surviendront, à moins d'interventions directes (telles que le déplacement artificiel d'espèces). Les espèces qui se trouvent dans les parties extrêmes de leur aire de répartition seront vraisemblablement les premières touchées. Par exemple, sept plantes vasculaires arctiques alpines qui se trouvent à la limite méridionale de leur aire de répartition, ou à proximité, ont fait l'objet d'une étude dans le parc national de Glacier, aux États-Unis, de 1989 à 2002. Au cours de cette période, la température estivale moyenne a été supérieure de 0,6 °C à celle des quatre décennies précédentes. Quatre espèces ont connu un déclin de population entre 31 et 65 %, et aucun n'a connu une augmentation. Ces observations sont conformes aux prévisions de disparition des espèces vivant à une haute altitude, en ce, en raison des changements climatiques⁵⁴⁵.

Des observations révèlent que les forêts montagneuses humides sont très menacées à cause de la diminution de la masse de nuages et de la hausse des températures, ce qui a donné lieu à de graves répercussions⁵⁴⁶, particulièrement chez les amphibiens⁵⁴⁷ (les espèces d'amphibiens sont en déclin partout dans le monde⁵⁴⁸). Les changements

climatiques liés à une sécheresse attribuable au phénomène El Niño/oscillation australe en 1986-1987 auraient entraîné la perte d'espèces d'amphibiens dans la forêt tropicale de Monteverde, une aire protégée du Costa Rica adéquatement gérée⁵⁴⁹. Le crapaud doré (*Bufo perigrinus*) et la grenouille arlequin (*Atelopus varius*) ont disparu⁵⁵⁰, et les populations de quatre autres espèces de grenouilles et de deux espèces de lézards ont considérablement diminué; une étude détaillée portant sur une zone de 30 km² a révélé que 20 espèces sur 50 de grenouilles et de crapauds ont disparu au cours de cette période⁵⁵¹. Les faits démontrent également que la répartition et l'abondance des espèces de colibris changent dans la réserve⁵⁵².

Une étude du National Parks Service des États-Unis indique que si le niveau de CO₂ dans l'atmosphère double, 8,3 % en moyenne des espèces de mammifères disparaîtront; les plus importantes pertes prévues surviendraient dans les parcs nationaux de Big Bend et des Great Smoky Mountains (20,8 % et 16,7 % respectivement). Les répercussions découleront des changements prévus dans les types de végétation. La plupart des mammifères seraient touchés, sauf les ongulés. De manière générale, la plupart des espèces devraient être stables ou demeurer à proximité de leur emplacement géographique actuel, étendant leur aire de répartition vers le nord⁵⁵³. Certaines de ces prévisions sont corroborées par des observations où ont été comparées à des données de plus d'un siècle sur les petits mammifères du parc national de Yosemite, en Californie. La moitié des 28 espèces étudiées s'est déplacée à une plus haute altitude (500 mètres en moyenne). Bien que certaines espèces vivant en altitude soient menacées, la protection des déclivités permet actuellement à d'autres espèces de réagir en migrant⁵⁵⁴. Ces changements sont conformes aux prévisions relatives à un large éventail d'espèces du Mexique, qui annonçaient relativement peu de disparitions, mais une réduction considérable des aires de répartition ainsi qu'un renouvellement élevé d'espèces (plus de 40 % des espèces)⁵⁵⁵.

Les changements que subissent les populations de mammifères sont souvent reliés à la disponibilité d'une nourriture adéquate. Ainsi, dans le parc national de Ranomafana, à Madagascar, les hivers de 1986 à 2005 ont été plus secs que ceux de 1960 à 1985; ce faisant, la production de fruits et, conséquemment, la survie des lémuriers ont diminué.

Les écosystèmes montagneux sont souvent jugés particulièrement sensibles aux changements climatiques. Dans les réserves naturelles nationales des Scottish Highlands, les recherches ont porté sur des modèles de répartition de 31 espèces représentant un éventail de types de communauté. Cette recherche a permis d'établir une relation entre la répartition de toutes ces espèces et la température, et les modèles indiquent que les communautés arctiques alpines pourraient connaître un renouvellement d'espèces important, même dans un scénario selon lequel l'intensité des

changements climatiques serait plus faible. Par exemple, une variété de mousse, la *Racomitrium-Carex*, dont le type de communauté se distingue dans les hautes terres britanniques, pourrait perdre une zone climatique adéquate à mesure que d'autres communautés occuperont les hauteurs⁵⁵⁷. À la Conférence internationale sur la biodiversité des montagnes, organisée en novembre 2008 par l'International Center for Integrated Mountains Development (ICIMOD), on a mentionné qu'en raison de l'altitude, même de faibles changements dans la température, l'humidité et les radiations solaires auraient des répercussions marquées sur la répartition de la faune et de la flore fortement endémiques, ainsi que des répercussions concomitantes sur les modes d'utilisation des ressources très spécifiques et localisées des collectivités locales⁵⁵⁸.

Nouvelles pressions : Ces changements susciteront de nouvelles pressions sur les aires protégées. Dans les zones humides, par exemple, un afflux de nouvelles espèces pourrait altérer les interactions concurrentielles existantes et la dynamique trophique⁵⁵⁹. Une autre menace tout aussi grave résulte des changements relativement rapides touchant les espèces pathogènes et nuisibles, certaines pouvant se propager à cause des changements climatiques. Par exemple, la température a des effets directs sur certaines espèces d'insectes : dans les régions tempérées, le réchauffement augmentera le taux de survie en hiver et prolongera la saison estivale, augmentant la croissance et la reproduction des insectes⁵⁶⁰. Aux États-Unis, les pins à amandes (*Pinus edulis*) du monument national de Bandelier meurent parce que les températures élevées et la sécheresse ont causé des infestations de scolytes qui ont atteint les terres plus élevées et de nouvelles aires de répartition. À Yellowstone, les scolytes s'attaquent également au pin à écorce blanche (*Pinus albicaulis*), dont les graines riches en nutriments constituent une source de nourriture essentielle pour les grizzlis⁵⁶¹. On prévoit également qu'une augmentation des espèces envahissantes attribuable aux changements climatiques pourrait entraîner des incendies dévastateurs pour les cactus dans le désert de Sonora, aux États-Unis⁵⁶².

Perte d'espèces clés : Les répercussions des changements climatiques sur plusieurs espèces migratrices sont déjà à l'étude. Les conclusions illustrent clairement que les espèces ont réagi au cours des dernières décennies. Des études menées dans l'hémisphère Nord⁵⁶³ et en Australie⁵⁶⁴ font état de comportements similaires de la part d'oiseaux arrivant plus tôt dans leurs aires de reproduction et retardant leur départ. Au lac de Constance, un site Ramsar situé à la frontière de l'Allemagne, de l'Autriche et de la Suisse, la proportion d'oiseaux grands migrateurs a diminué et celle des migrateurs à courte distance et résidents a augmenté de 1980 à 1992, période durant laquelle la température hivernale a augmenté, ce qui laisse supposer que des hivers plus chauds pourraient menacer gravement les oiseaux grands migrateurs⁵⁶⁵.

La flore est également atteinte. Le réchauffement climatique observé dans les Alpes européennes a été associé à la

migration ascendante de certaines espèces végétales, à raison de 1 à 4 mètres par décennie, et à la perte de certaines espèces vivant en haute altitude, ce qui menace directement des aires protégées telles que le Parc national suisse⁵⁶⁶. Les terres boisées de genévrier d'Afrique (*Juniperus procera*) dans les hautes terres de l'Asir, en Arabie Saoudite, affichent un déclin à grande échelle lié aux changements climatiques⁵⁶⁷. Aux États-Unis, le parc national de Joshua Tree pourrait perdre l'arbre auquel il doit son nom; les chercheurs prévoient qu'à cause du réchauffement climatique, l'arbre de Josué (*Yucca brevifolia*) ne pourra survivre plus longtemps dans ce parc⁵⁶⁸.

Phénomènes extrêmes : En plus de transformer graduellement les espèces, les changements climatiques peuvent également perturber le fonctionnement des écosystèmes et multiplier les risques de sécheresse et d'incendie. La hausse de la température moyenne annuelle d'environ 3°C dans le parc national du Peak District, au Royaume-Uni, pourrait entraîner une réduction de 25 % des tourbières en couverture, car la diminution de l'humidité et de l'aération du sol ainsi qu'une oxydation accrue des sols

tourbeux transforment le type de végétation en le faisant passer de tourbières en couverture à des prés secs et des prairies acides qui augmentent les risques d'incendie⁵⁶⁹. Les températures plus chaudes sont responsables de l'augmentation de l'incidence des incendies dans plusieurs réseaux d'aires protégées, particulièrement en Australie⁵⁷⁰.

Pressions anthropiques supplémentaires : Les répercussions des changements climatiques ne peuvent habituellement être évaluées sans tenir compte des pressions anthropiques. Les changements climatiques constituent une pression supplémentaire qui peut accélérer les répercussions existantes liées à l'exploitation des ressources, à la pollution et à la dégradation de l'environnement. Par exemple, en ce qui a trait aux récifs coralliens, de récentes recherches révèlent que les changements climatiques exacerbent les facteurs de stress résultant de la diminution de la qualité de l'eau et de la surexploitation des espèces clés, entraînant de plus en plus l'effondrement des fonctions des récifs. L'étude conclut que les changements climatiques constituent actuellement la plus grave menace pour les récifs coralliens⁵⁷¹.

SOLUTIONS

Achever la constitution de réseaux d'aires protégées pleinement représentatifs :

Des études révèlent que les réseaux d'aires protégées peuvent continuer d'être raisonnablement efficaces, mais uniquement si on achève de les constituer et s'ils sont écologiquement représentatifs et conçus de manière à disposer de plus en plus de solutions pour assurer leur résilience.

Promouvoir la connectivité : Il faut veiller à ce que les réseaux d'aires protégées aient des liens écologiques en recourant à l'utilisation de zones tampons, de corridors et de relais biologiques pour faciliter les échanges génétiques.

Renforcer les mesures destinées à augmenter l'efficacité : Les changements climatiques agiront de pair avec les pressions découlant d'activités anthropiques. La compréhension de nouvelles façons d'utiliser les ressources selon divers scénarios climatiques aidera les gestionnaires à prévoir les répercussions sur les aires protégées; elle facilitera également la collaboration entre les intéressés en vue de modifier les approches d'utilisation des ressources qui sont susceptibles de miner l'intégrité des écosystèmes.

Reconnaître qu'il faudra faire des compromis : Les changements climatiques transformeront les écosystèmes naturels, mais il y aura une asymétrie importante entre les régions quant à l'ampleur des répercussions. Il faudra tenir compte des coûts et des avantages des mesures d'adaptation requises pour préserver l'intégrité des écosystèmes au sein des aires protégées si l'on veut vraisemblablement obtenir des résultats, puisqu'il ne sera pas possible de maintenir le statu quo. Cela influencera le choix des investissements en vue d'adapter la gestion des aires protégées.

Planification et gestion des aires protégées dans le contexte des changements climatiques

MESSAGES CLÉS

Les réseaux d'aires protégées devront être adaptés et, généralement, étendus pour pouvoir jouer pleinement leurs divers rôles liés à l'adaptation aux changements climatiques et à l'atténuation de leurs effets avec des implications en matière de planification, d'évaluation, d'élaboration de politiques et de formation. Il faudra gérer chaque aire protégée de façon à ce qu'elle s'adapte aux changements climatiques. En outre, les organismes responsables des aires protégées pourront devenir d'importants facilitateurs d'une gestion à grande échelle des ressources naturelles, et contribuer ainsi à l'adaptation des secteurs et des collectivités.

Comme cela est mentionné à la section 4, la planification et la gestion des aires protégées doivent évoluer pour que les possibilités ci-énumérées soient optimisées, de telle manière : i) que **les réseaux d'aires protégées** soient agrandis et fassent partie intégrante des grandes aires naturelles, les aires protégées étant établies et désignées en toute connaissance des changements climatiques prévus; ii) que **les aires protégées existantes** soient gérées en tenant compte de leur état actuel et à venir, au sein d'un environnement dynamique et dans le contexte des changements climatiques; iii) que **la connectivité** permette aux aires protégées de s'inscrire dans l'ensemble du paysage terrestre et marin; iv) que **les avantages supplémentaires** liés à l'adaptation aux changements climatiques et à l'atténuation de leurs effets soient optimisés. Les aires protégées deviennent ainsi une partie centrale, voire même la partie centrale de stratégies plus générales en vue de renforcer la résilience au sein des écosystèmes naturels et semi-naturels, et d'utiliser cette dynamique pour préserver la biodiversité et soutenir les fonctions d'adaptation aux changements climatiques et d'atténuation de leurs effets.

La présente section traite donc brièvement de certaines des étapes requises pour maintenir la résilience dans les réseaux d'aires protégées et chacune de ces aires. On doit considérer la question de la résilience à l'échelle d'un écosystème, mais aussi à celle plus restreinte des espèces et de la diversité génétique.

Observations générales

Dans le contexte des changements climatiques, les gestionnaires d'aires protégées doivent prendre en compte un éventail de questions qui sont nouvelles ou que l'on estime importantes depuis peu, ce qui a des répercussions sur la planification, les capacités et la gestion quotidienne, et comprend les éléments suivants :

Prévisions : Décider du nombre et de l'emplacement des aires protégées, ainsi que de leur relation avec les paysages terrestres ou marins à plus grande échelle, tout en tenant compte des prévisions climatiques qui prévalent, des

changements dans les biomes, des aires de refuge importantes et des aires essentielles qui facilitent le déplacement des espèces, si possible⁵⁸⁸.

Amélioration et maintien d'un réseau de réserves

complet et représentatif : Particulièrement afin d'augmenter le nombre d'aires centrales strictement protégées, dotées de zones tampons efficaces et reliées écologiquement à des aires protégées similaires⁵⁸⁹, mais également afin d'harmoniser les réseaux d'aires protégées avec les changements environnementaux, dont les invasions marines, s'il y a lieu.

Facilitation de la connectivité : Pour s'assurer que les aires protégées soient reliées à la fois aux autres aires protégées et aux zones terrestres et marines qui sont gérées de façon à préserver les liens génétiques et le fonctionnement des écosystèmes dans de plus vastes paysages terrestres et marins, entre autres par l'intermédiaire de programmes incitatifs et d'instruments stratégiques.

Mise en œuvre efficace de la gestion : Pour minimiser les tensions existantes sur les aires protégées et renforcer ainsi leur résilience aux changements climatiques⁵⁹⁰.

Préservation et restauration des habitats essentiels

Avoir recours aux techniques de restauration, selon les besoins, pour rétablir ou augmenter le degré d'intégrité écologique et renforcer la résilience⁵⁹¹, bien qu'il faudra soigneusement planifier la restauration en tenant compte des perturbations naturelles ainsi que des valeurs sociales et culturelles, et dans la perspective d'atténuer les effets des changements climatiques afin de garantir l'additionnalité.

Utilisation d'approches souples : Explorer de nouveaux modèles de gestion⁵⁹³ et de nouvelles options de gouvernance⁵⁹⁴ afin d'optimiser la souplesse du système de gestion et son efficacité. Cela pourrait contribuer à garantir le soutien des intéressés et à mobiliser la valeur potentielle de plusieurs approches traditionnelles de conservation par la collecte, la conservation et la transmission du savoir

traditionnel et local, des innovations et des pratiques liées à la conservation et à l'utilisation durable de la biodiversité, avec le consentement préalable et éclairé des détenteurs de connaissances traditionnelles⁵⁹⁵.

Renforcement des capacités : Changer le mode de gestion afin de faciliter l'acquisition des aptitudes et des connaissances requises pour gérer les aires protégées dans le contexte des changements climatiques, et d'intégrer les aires protégées dans les activités à grande échelle visant l'adaptation aux changements climatiques et l'atténuation de leurs effets.

Investissement dans une information de qualité : Gérer la recherche afin de s'assurer que l'information destinée à soutenir la gestion des milieux qui connaissent des changements rapides soit facilement accessible aux gestionnaires d'aires protégées et, par leur entremise, à l'ensemble de la collectivité.

Élargissement du rôle des aires protégées dans le paysage terrestre et la collectivité environnantes : Informer et donner des conseils sur la gestion des changements dans les conditions ambiantes, les interventions d'urgence et les services communautaires.

Premier enjeu :

Constituer des réseaux d'aires protégées représentatifs et résilients

Outre les éléments mentionnés précédemment, d'autres enjeux importants sont liés au développement des aires protégées, dont les suivants :

Planification et conception de réseaux représentatifs et désignation de sites

- Désigner tout au moins quelques aires protégées, les plus vastes possible, dont plus d'une aire désignée par catégorie d'habitat et de collectivité⁵⁹⁶.
- Veiller à maintenir des écosystèmes et des populations d'espèces viables afin de faciliter une adaptation et une évolution rapides et naturelles, et conserver les espèces dans l'ensemble de leur aire de répartition en respectant leur variabilité afin qu'il soit moins probable de perdre tous les habitats viables⁵⁹⁷.
- Se concentrer particulièrement sur la maintenance : i) des écosystèmes et des espèces vulnérables; ii) des refuges climatiques, à toutes les échelles⁵⁹⁸, y compris pour les espèces marines⁵⁹⁹; iii) des aires où l'on prévoit que le climat demeurera stable.
- Reconnaître le besoin d'adaptation aux changements envisagés dans le débit des rivières et la topographie côtière⁶⁰⁰.
- Maximiser les *gains* éventuels en matière de conservation qui seront attribuables aux changements climatiques envisagés, dont de nouvelles zones humides côtières et de nouveaux assemblages de végétaux⁶⁰¹.

- Réduire la fragmentation et optimiser la connectivité à grande échelle entre les aires protégées⁶⁰², et instaurer la gestion active de ces vastes aires naturelles (en tenant compte de la nécessité éventuelle que certaines zones demeurent isolées en fonction d'un compromis entre l'interconnexion génétique et les risques que présentent les espèces envahissantes).
- Faciliter l'établissement de vastes corridors de conservation pour y inclure des gradients écologiques latitudinaux, longitudinaux et altitudinaux qui permettent aux espèces de changer rapidement d'aires de répartition, notamment si le changement de gradient est soudain⁶⁰³.

Planification de chaque aire protégée

- Faciliter le plus grand nombre possible de variations altitudinales, latitudinales et longitudinales à l'intérieur de chaque aire protégée afin d'y faciliter la dispersion au gré des changements de température et de précipitations.
- Chercher à inclure l'hétérogénéité topographique à l'intérieur d'une aire protégée pour fournir de l'espace propice à l'utilisation de nouveaux sites par les espèces (p. ex., pentes orientées vers le nord et le sud, différences d'élévation et présence de vallées).
- Tenir compte des menaces prévues dans les plans de gestion, dont les sécheresses, les incendies, les ruptures de lacs glaciaires, l'assèchement de cours d'eau et les espèces envahissantes⁶⁰⁴.

Planification des zones tampons

- Favoriser l'établissement de zones tampons autour des aires protégées en recourant à une gestion propice comme la gestion durable des forêts; désigner des terres agricoles propices à l'extensification⁶⁰⁵; adopter des méthodes de gestion traditionnelle ou modifier les permis de pêche⁶⁰⁶.
- Lier la gestion des aires protégées et des zones tampons aux systèmes de planification et de gestion de l'utilisation des terres au niveau du paysage terrestre, car il s'agit de systèmes permettant de gérer les activités économiques afin de garantir l'intégrité écologique globale du paysage et de soutenir les fonctions et la résilience des écosystèmes.

Politiques et législation liées à la planification de réseaux d'aires protégées résilients

- Apporter un solide soutien politique à la maintenance et à l'expansion des aires protégées, au moyen de désignations et d'approches de gestion multiples mises en œuvre avec l'autorisation préalable des collectivités locales.
- Garantir la participation des intéressés, des collectivités locales et autochtones, ainsi que des groupes nationaux d'intérêt et des entreprises privées solidaires, dont celles du secteur touristique qui ont peu de répercussions sur l'environnement.

Les aires protégées constituent des modèles d'adaptation

Outre les problèmes immédiats de gestion, les aires protégées doivent également servir de modèles exemplaires d'application des principes de gestion durable, et jouer par ailleurs un rôle prépondérant en matière d'éducation et de sensibilisation. Elles doivent disposer d'une gamme complète de mécanismes d'adaptation aux changements climatiques et d'atténuation de leurs effets, par exemple en minimisant les émissions de GES attribuables à la consommation d'énergie fossile par les avions ainsi qu'aux fins du chauffage, de la réfrigération et de la gestion des déchets; en recourant efficacement à la conception, à la technologie et à l'isolation; en utilisant de façon optimale les sources d'énergie renouvelables⁵⁸⁷; en recyclant; en évaluant le cycle de vie des matières utilisées; en facilitant l'utilisation du transport en commun pour se rendre dans les aires protégées. Dans plusieurs situations, les aires protégées peuvent jouer un rôle plus large en donnant lieu à la fourniture d'informations et de

ressources à l'ensemble de la collectivité, notamment en ce qui a trait aux conditions météorologiques, aux interventions en gestion des ressources, ainsi qu'aux aptitudes et connaissances requises pour s'adapter aux changements climatiques, et en fournissant du matériel et des installations éducatives à l'intention des adultes et des enfants. Les aires protégées seront souvent la seule source locale d'information sur les conditions météorologiques, les références écologiques, l'évolution des conditions et les nouvelles menaces. Si les stratégies d'adaptation sont mises en œuvre de façon proactive, elles peuvent également constituer d'importantes sources d'expérience pratique au sujet des interventions de gestion. L'équipe de gestion d'une aire protégée peut ainsi offrir un meilleur accès aux connaissances et à l'acquisition d'aptitudes en gestion des ressources naturelles dans un contexte où les conditions climatiques évoluent rapidement. Cette importance accordée récemment aux aires protégées implique une augmentation des ressources et un changement de paradigme au chapitre des approches de gestion et des attentes du personnel.

- Élaborer une législation ouvrant la voie à des modifications éventuelles, dont l'établissement d'un zonage souple des aires protégées si la réaction des espèces aux changements climatiques requiert de telles modifications.
- Veiller, grâce à la conservation ex situ des espèces rares ou menacées⁶⁰⁷, y compris dans leur pays d'origine⁶⁰⁸, à la conservation de ces espèces afin qu'on puisse un jour les replacer dans la nature; cela implique un processus de sélection des espèces qui seront conservées à l'extérieur de leur habitat naturel.

Formation et développement des ressources afin d'établir une nouvelle approche pour les réseaux d'aires protégées

- Offrir aux gestionnaires et aux gardes forestiers une formation complète en technique (p. ex., l'établissement de prévisions, la modélisation, les seuils de préoccupation et la gestion adaptative), en gestion (p. ex., les implications budgétaires, les nouveaux investissements et les nouveaux défis en matière de gestion) et en affaires sociales (p. ex., la négociation, la fourniture d'information et la ramification des changements).

Deuxième enjeu :

Gestion adaptative des aires protégées existantes

Une portion considérable de la surface terrestre se trouve déjà à l'intérieur des aires protégées, bien que celles-ci soient encore en grande partie inadéquatement gérées et en péril, la qualité de certaines se détériorant au détriment du maintien de leur valeur⁶⁰⁹, ce qui aggrave la crise qui touche la biodiversité⁶¹⁰ et réduit les services écosystémiques, y compris la séquestration du carbone. Les changements climatiques accentueront ces problèmes. La gestion adaptative consiste généralement et en premier lieu à renforcer la gestion existante⁶¹¹, mais il existe une grande

variété de mesures supplémentaires que les gestionnaires peuvent prendre pour réduire les effets des changements climatiques, dont les suivantes :

- Instaurer un processus efficace de prévision, y compris celle des tendances climatiques et la modélisation écologique des populations, afin d'optimiser la capacité des aires protégées à s'adapter aux changements climatiques⁶¹².
- Mettre en œuvre, au gré des besoins, des mesures de stabilisation afin de prendre en charge les changements dans la fréquence des incendies⁶¹³; des chutes de neige⁶¹⁴; de la fonte des glaces⁶¹⁵; du degré et de l'incidence des sécheresses⁶¹⁶; des événements météorologiques catastrophiques, tels que les typhons, les ouragans, les pluies torrentielles, les inondations ou les invasions marines⁶¹⁷, la variation du débit d'eau dans les zones humides éphémères, etc.
- Reconnaître et planifier en fonction des changements dans les habitudes migratoires des espèces de grands migrateurs, ainsi que dans les déplacements des grands mammifères à l'intérieur d'un paysage terrestre.
- Planifier et, au besoin, mettre en œuvre des mesures de contrôle des espèces envahissantes nuisibles⁶¹⁸ et des nouvelles maladies causées ou amplifiées par les changements climatiques.
- Planifier et, au besoin, mettre en œuvre des procédures de transfert des espèces qui ne peuvent pas réagir assez rapidement en cas de changement des conditions météorologiques en altitude, d'élévation du niveau de la mer ou d'autres changements importants⁶¹⁹.
- Instaurer de nouvelles approches de gestion des visiteurs à la lumière des changements que l'écologie

et le biome pourraient subir, notamment les nouveaux risques d'incendie, les risques accrus d'avalanches ou de canicules importantes, de pair avec des mesures de réduction des émissions de carbone telles qu'une amélioration de l'accès aux aires protégées par des moyens de transport en commun.

- Élaborer de nouvelles approches de collaboration avec les collectivités locales et les populations autochtones, à l'intérieur et à la périphérie des aires protégées, particulièrement en relation avec des questions concernant les méthodes de gestion et l'amélioration de la connectivité.

Modification de la structure des aires protégées

- Évaluer les limites et déterminer la pertinence de les changer, selon les conditions environnementales, par l'ajout, par exemple, de gradients altitudinaux différents ou d'aires situées à l'intérieur des réserves côtières.
- Établir des zones tampons à la périphérie des aires protégées lorsque cela est possible⁶²⁰, instaurer des modes de gestion plus durables là où les ressources naturelles peuvent soutenir les collectivités humaines et où, également, les espèces sauvages sont en mesure d'établir des colonies en cas de changements climatiques.
- Augmenter la perméabilité aux espèces des paysages terrestres et marins dominés par les activités anthropiques⁶²¹, et ce, afin de rétablir la connexion entre les aires protégées par l'intermédiaire de corridors biologiques et d'autres stratégies de gestion.

Surveillance et recherche

- Établir des barèmes concernant les conditions et les espèces qui serviront d'étalons pour mesurer les changements qu'elles subissent⁶²².
- Déterminer des indicateurs clés (espèces, processus écologiques, etc.) qui pourront servir à surveiller les changements climatiques et la réaction des écosystèmes à ces changements⁶²³.
- Mettre en œuvre des mesures à long terme de surveillance et d'évaluation, et utiliser leurs résultats pour concevoir des stratégies de gestion adaptative⁶²⁴.

Implications pour les organismes chargés d'aires protégées

Les changements énumérés précédemment sous-entendent un nouveau rôle important et de nouveaux défis en matière de gestion des aires protégées, ainsi que le perfectionnement des compétences et l'élaboration d'outils. Certains sont exposés ci-après de façon plus détaillée.

Évaluation

Actuellement, les gestionnaires d'aires protégées s'emploient à cerner les valeurs biologiques propres à leurs sites et, de plus en plus, mesurent également les valeurs sociales et économiques pour les collectivités locales et des autres intéressés. L'intensification du rôle des aires

protégées dans la stabilisation du climat présuppose qu'il faudra prendre en compte un certain nombre de valeurs supplémentaires, dont les suivantes :

- La connaissance de la quantité de carbone stockée dans une aire protégée, le potentiel supplémentaire de séquestration du carbone et les implications, pour la gestion, de l'augmentation des stocks de carbone (p. ex., les possibilités de restauration de la végétation sur des terres dégradées, les risques d'incendie et les incidences écologiques).
- Les possibilités d'émissions de carbone cause d'activités anthropiques (p. ex., l'abattage illicite d'arbres) et les facteurs de perturbation périodique, plus particulièrement les incendies, de pair avec des suggestions de moyens d'atténuer ces pertes. Lorsque le feu est prescrit comme outil de gestion, il est important d'avoir une bonne connaissance des implications que les divers régimes de feux auront sur les émissions et la séquestration de carbone.
- Les biens et services qu'offrent les aires protégées pourraient contribuer à l'adaptation aux changements climatiques et à l'atténuation de leurs effets, dont la diminution de l'ampleur des catastrophes naturelles, la fourniture d'un précieux matériel génétique et l'approvisionnement en nourriture et en eau.
- Une compréhension des compromis qui vont de pair avec les mesures d'adaptation inhérentes à la gestion des aires protégées. L'adaptation imposera de nouveaux frais aux organismes chargés des aires protégées, et il faudra prendre en compte l'analyse des coûts et des avantages des mesures d'adaptation planifiées, au même titre que la probabilité de réussite.

Pour pouvoir entreprendre ces évaluations et mettre en œuvre une approche adaptative de la gestion dans le contexte d'incertitude découlant des changements climatiques, il faudra accorder une plus grande importance à l'évaluation et à la surveillance des ressources. Les gestionnaires devront connaître adéquatement les principales caractéristiques et interactions biotiques et abiotiques qui contribuent à la préservation des valeurs les plus importantes d'une aire, ainsi que des répercussions que les changements climatiques pourront avoir elles.

Outils

Pour atteindre ces objectifs, il faudra concevoir ou perfectionner un certain nombre d'outils, dont les suivants :

- Des méthodes rapides de calcul de la séquestration actuelle et éventuelle par divers types et âges de plantes à l'intérieur d'une aire protégée; les possibilités de séquestration du carbone en restaurant les terres dégradées à l'intérieur des aires protégées pourraient s'avérer particulièrement importantes.
- Des méthodes d'évaluation rapide permettant d'établir et de mesurer la valeur sociale et économique des avantages qu'offrent de plus vastes aires protégées⁶²⁵.

- Évaluation des coûts et des avantages en fonction de compromis et de la rentabilité des diverses options d'adaptation en tenant compte des contraintes budgétaires.
- Autres méthodes à incorporer dans les analyses nationales des lacunes dans les aires protégées afin de tenir compte des possibilités d'adaptation aux changements climatiques et d'atténuation de leurs effets à l'intérieur des réseaux de ces aires (il serait également nécessaire d'apporter de telles améliorations dans certains logiciels de sélection des réserves tels que MARXAN).
- Modifications aux systèmes d'évaluation de l'efficacité de la gestion des aires protégées afin qu'ils portent sur l'additionnalité (l'augmentation nette du carbone stocké en réaction, dans ce cas, à la constitution d'une nouvelle aire protégée ou à l'amélioration de l'efficacité de la gestion d'une aire protégée existante) et de l'efficacité des mesures d'adaptation au climat. Cela pourrait nécessiter la prise en compte des interventions à l'échelle nationale et même mondiale.
- Méthodes d'évaluation des compromis relatifs au carbone entre diverses stratégies de gestion, tel que l'incidence du brûlage prescrit par rapport à celle de feux occasionnels plus intenses et d'une plus grande ampleur, en tenant compte de l'ensemble de la mosaïque des paysages terrestres et marins et en incluant les régimes de perturbations et de changements au fil du temps.
- Lignes directrices relatives à l'adaptation des méthodes de gestion des aires protégées afin de garantir la préservation de leurs fonctions écologiques, économiques et sociales dans le contexte des changements climatiques.
- Orientations et bonnes pratiques en matière d'accès aux options de financement des aires protégées, y compris les mécanismes de mise en marché et de financement liés au climat.
- Modifications éventuelles des programmes d'homologation en vigueur, tels que celui du Forest Stewardship Council, pour pouvoir régler les questions que suscitent les changements climatiques en matière d'homologation.

Les gestionnaires d'aires protégées seront déjà aux prises avec une diversité de défis de gestion inhérents au maintien des valeurs des aires protégées dans le contexte des changements climatiques, et le fait d'ajouter des avantages à ceux qu'offrent les aires protégées alourdira ces tâches. Une gestion efficace impliquera par conséquent une période de recherches intenses en vue d'élaborer des techniques et de renforcer les capacités rapidement et à grande échelle, afin que les gestionnaires soient en mesure de s'en servir sur le terrain.

ÉTUDE DE CAS

Le gouvernement finlandais a estimé nécessaire d'élaborer des politiques destinées à faciliter l'adaptation aux changements climatiques⁶²⁶ ainsi qu'une stratégie nationale connexe qui fait valoir le rôle des aires protégées⁶²⁷.

En matière de désignation et de gestion des aires protégées, plusieurs enjeux ont un rapport avec la superficie et l'emplacement des aires protégées. On considère que les zones où les habitats sont convenables sont plus susceptibles de demeurer accessibles dans les aires protégées d'une plus grande superficie, et qu'il faudrait les relier, dans la mesure du possible, par des corridors ou des escales écologiques, pour former des réseaux permettant aux espèces de se disperser et de migrer. Il faudrait également prendre en compte les changements climatiques dans les décisions visant l'emplacement des aires protégées. Il est particulièrement important de protéger les zones où se trouvent aujourd'hui des espèces menacées, mais il faut aussi prévoir que des espèces continueront d'être menacées à l'avenir.

À propos du réseau actuel d'aires protégées, on remarque que plusieurs parties du nord de la Finlande se trouvent dans des régions arctiques sur lesquels les changements climatiques pourraient avoir des effets

importants, mais ces régions comportent déjà des aires protégées qui contribueront à réduire les répercussions sur les plantes et les animaux. En revanche, les grandes aires protégées sont moins nombreuses dans le sud de la Finlande. Il est possible d'améliorer les perspectives pour les espèces menacées en restaurant les habitats, mais il faudrait également étendre le réseau d'aires protégées à mesure que les conditions changeront.

La gestion actuelle des aires protégées fait également valoir que les perspectives pour certaines espèces indigènes pourraient s'améliorer en prévenant la propagation d'espèces envahissantes susceptibles de leur faire concurrence. Mais la capacité d'adaptation des écosystèmes et des espèces dépendra en fin de compte de l'ampleur des changements climatiques. Si les épicéas sont graduellement remplacés par des espèces à feuilles larges dans une grande partie du sud de la Finlande, des changements considérables auront inévitablement des effets sur les autres espèces forestières. Dans les scénarios les plus extrêmes, la limite méridionale de la forêt d'épicéas se déplacerait vers le nord, aussi loin qu'Oulu, et vers l'est, près de la frontière finno-russe.

Source : Ministère de l'Agriculture et de la Foresterie



Surveillance dans une mangrove, île de Mafia, Tanzanie © Jason Rubens / WWF-Canon

Répercussions sur la gouvernance du recours aux aires protégées aux fins de l'adaptation aux changements climatiques et de l'atténuation de leurs effets

MESSAGES CLÉS

Tous les intéressés de la société doivent collaborer à l'élaboration de solutions destinées à atténuer la vulnérabilité aux changements climatiques. Le concept de l'aire protégée peut fournir un cadre de travail pour reconnaître et, au besoin, sauvegarder les modes traditionnels de gestion, tels que les aires de conservation autochtones et communautaires. De manière plus générale, tous les gestionnaires d'aires protégées devront s'employer à faire pleinement participer les intéressés aux décisions de gestion et aux mesures d'adaptation.

Plusieurs années d'expérience ont démontré que les aires protégées sont plus efficaces lorsque les questions de gouvernance sont comprises et acceptées par toute la population, du moins par la plupart des intéressés; et lorsque les intéressés appuient les objectifs relatifs aux aires protégées et, idéalement, participent également à la prise des décisions de gestion. Les changements climatiques exerceront des pressions sur les sociétés, à l'échelle mondiale, à mesure que les systèmes de gestion de l'eau et de la nourriture, des événements climatiques et des maladies seront touchés par les changements rapides qui se produiront dans l'environnement. Bien que ce rapport préconise une plus grande utilisation des aires

protégées pour composer avec les répercussions des changements climatiques sur la biodiversité, la gestion de l'utilisation des ressources qui est responsable des émissions et la facilitation de l'adaptation fondée sur les écosystèmes, il faudra prendre en charge ces changements dans un contexte social et environnemental équitable. Des politiques de protection mal planifiées peuvent être plus néfastes qu'utiles. Si un plus grand nombre de ressources terrestres et marines sont protégées afin de garantir une adaptation aux changements climatiques et une atténuation de leurs effets, les demandes à court terme de ressources essentielles peuvent susciter des conflits sur le territoire qui a été protégé.



Massaï au Kenya © Mauri Rautkari / WWF-Canon

Certains des problèmes sociaux liés à la mauvaise planification des aires protégées sont aujourd'hui bien connus; il s'agit de la dépossession des terres, de l'exclusion sociale, de l'accroissement de la pauvreté et de l'appropriation des ressources sans partage adéquat des avantages⁶²⁸. Mais le « nouveau paradigme » des aires protégées, accepté au V^e Congrès mondial sur les parcs tenu à Durban, en 2003, et davantage codifié dans le cadre du PTAP de la CDB pour 2004, présente une approche très différente qui préconise la participation plutôt que l'exclusion de personnes, comprend et gère les coûts et les avantages de la protection, et traite parallèlement les enjeux sociaux et environnementaux. Il est clair que les niveaux plus élevés de protection préconisés dans le présent rapport ne seront possibles que s'ils sont appliqués dans le cadre de processus socialement et culturellement acceptables, y compris des éléments tels que le consentement préalable éclairé, une compensation équitable et une juste répartition des coûts et des avantages. Ces approches ne résoudront pas tous les problèmes et n'élimineront pas non plus automatiquement les tensions qui entourent les aires protégées dans plusieurs situations, mais elles seront sûrement utiles.

Tel que cela a été mentionné précédemment, l'UICN reconnaît divers types de gouvernance des aires protégées, de celles relevant des gouvernements à celles relevant des collectivités locales. Le PTAP de la CDB énonce également des lignes directrices explicites sur la manière d'administrer les aires protégées, plus particulièrement afin de veiller à

une gestion équitable des enjeux que suscitent les coûts et les avantages des aires protégées. L'équilibrage de ces coûts et avantages deviendra encore plus critique lorsque des décisions concernant la préservation des fonctions écosystémiques essentielles seront prises dans des aires où les ressources sont épuisées et le degré de pauvreté est élevé, ou encore lorsque les ressources des aires protégées, telles que les composés de produits pharmaceutiques, ou la sélection de plantes pour l'agriculture servent à soutenir l'adaptation aux changements climatiques. Si les aires protégées s'avèrent utiles pour aider la population à composer avec la crise climatique, toutes les personnes qui sont touchées par les stratégies de protection doivent prendre conscience des enjeux que suscite la gouvernance d'un site, dont la reddition de comptes et le partage des responsabilités.

La démarche consistant à faire accepter les éléments justifiant une gouvernance particulière et des objectifs de gestion est souvent tributaire de la compréhension de questions socioéconomiques. Si la population locale connaît la valeur d'un emplacement, elle sera davantage en mesure d'appuyer la gestion ou d'y participer que si les valeurs de cet emplacement ne sont pas reconnues ou ne correspondent pas à ses besoins. (Il est également important que les gestionnaires d'un site qui n'est pas géré par la collectivité locale comprennent ses valeurs, souvent intangibles, et que celles-ci sont souvent considérées comme une partie intégrante de la gestion d'un emplacement). Notamment face aux changements

ÉTUDE DE CAS

La protection communautaire des terres forestières en Tanzanie s'avère très efficace pour réduire la déforestation et séquestrer le carbone.

Une grande partie (45 %) des forêts de Tanzanie est située dans divers types de réserves forestières, y compris celles qui sont gérées en mode participatif en vertu d'accords de gestion sylvicole commune (collaboration des collectivités avec le gouvernement) et à l'intérieur de réserves forestières de village (gérées uniquement par les collectivités locales).

La conversion des terres se produit à une plus grande échelle à l'extérieur de ces aires protégées, ce qui signifie que les réserves ont démontré qu'elles pouvaient constituer un outil efficace pour réduire la déforestation et assurer une séquestration fructueuse du carbone. Des études de cas publiées en 2008⁶³⁴ ont permis de comparer l'état de la forêt dans les réserves forestières gérées selon des approches de gestion participative par rapport à celui qui prévaut dans les aires où ces approches n'étaient pas utilisées. Ces études démontrent que *l'on peut établir une corrélation entre la première approche et l'amélioration de l'état des forêts*. La première étude de cas a en effet révélé

une augmentation des surfaces terrières et du volume d'arbres par hectare au fil du temps dans les miombos et dans les habitats de forêts côtières en fonction d'une gestion forestière participative, comparativement à des forêts similaires sous gestion gouvernementale ou à accès ouvert. La deuxième étude de cas a porté sur trois forêts côtières et sur des forêts subalpines de la chaîne montagneuse Eastern Arc sous gestion participative. On a ainsi constaté un plus grand nombre d'arbres par hectare et une hauteur et un diamètre moyens supérieurs de ces arbres comparativement à ceux de trois forêts similaires gérées par l'État. La troisième étude de cas a démontré que la coupe dans les forêts côtières et dans les forêts de la chaîne montagneuse Eastern Arc a connu un déclin au fil du temps, depuis l'établissement de sites de gestion forestière participative.

Dans ce contexte, les principaux facteurs de réussite et d'échec comprennent le degré de cohésion sociale dans les villages, le degré de leadership, la sécurité foncière et la répartition des ressources, le mode d'entente institutionnel et le degré de soutien offert par les autorités locales.

Source : PNUD / Neil Burgess

climatiques, les gestionnaires et la population locale doivent collaborer à la recherche de solutions afin de réduire la vulnérabilité aux répercussions des changements climatiques. Dans bien des cas, le personnel des aires protégées détiendra un précieux savoir-faire dont il pourra faire bénéficier l'ensemble de la collectivité.

Lorsque les collectivités travaillent en commun, lorsqu'elles conjuguent leurs efforts pour planifier et mettre en œuvre des programmes, il est alors possible d'obtenir de nombreux avantages qui renforcent leur résilience. À titre d'exemple, en Inde, les services écosystémiques fournis par les mangroves sont souvent ignorés dans le cadre du processus qui vise à les convertir à d'autres fins. Mais lorsqu'on les a interrogés à propos des services fournis par l'écosystème de mangroves en rapport avec les dommages causés par le cyclone de 1999, les habitants se sont prononcés positivement et sans ambiguïté au sujet de la protection qu'offrent les mangroves. Cette enquête a visé les foyers de 35 villages situés dans l'aire de conservation de Bhitarkanika. Dans les villages protégés par les mangroves, les facteurs dommageables

étaient moindres (p. ex., les dommages aux résidences) et les facteurs positifs (p. ex., le rendement des cultures) étaient plus nombreux que dans les villages non protégés par les mangroves. D'un point de vue économique, les villages protégés par une mangrove ont subi des dommages de l'ordre de 44 \$US par foyer lors de cyclones, comparativement à des dommages de 153 \$US par foyer dans les villages qui n'étaient pas protégés par une mangrove, mais uniquement par une digue. Globalement, les résidents connaissaient et appréciaient les fonctions assurées par les mangroves pour protéger leur vie et leur propriété des cyclones. Mieux encore, ils étaient prêts à participer à l'examen des questions de gouvernance et à collaborer à la restauration des mangroves avec le ministère des Forêts⁶²⁹.

Il est essentiel de tirer des leçons de cette démarche et de plusieurs autres situations similaires pour en tenir compte dans les stratégies d'aménagement d'aires protégées, quel que soit leur mode de gestion et de gouvernance, car il s'agit d'un facteur essentiel dans le recours à grande échelle aux écosystèmes pour intervenir à l'égard du climat.

ÉTUDE DE CAS

L'utilisation des ressources, telle que l'exploitation forestière, offre des avantages économiques, mais peu d'avantages environnementaux. Il est reconnu que la réduction de la déforestation et de la dégradation des forêts constitue une stratégie importante pour contrer les changements climatiques, mais on peut se demander comment y parvenir sans inconvénient économique et social. Un projet mis sur pied en Guyane offre éventuellement une réponse.

Les « concessions de conservation » sont destinées à concilier la protection des ressources et le développement en protégeant les écosystèmes naturels en échange d'une compensation structurée. Le modèle le plus simple est celui d'une concession en vertu de laquelle une entreprise d'exploitation forestière paie au gouvernement un droit de récolte de bois dans une zone de terres forestières publiques⁶³⁰. En 2002, l'organisme Conservation International (CI) et le gouvernement de la Guyane ont conclu un accord qui protège 80 937 ha de forêts relativement vierges. Selon le modèle de concession forestière, CI a obtenu un permis d'exploitation forestière de 30 ans sur une portion du

bassin versant supérieur du fleuve Essequibo en vue de gérer l'aire de conservation plutôt que de l'exploiter pour ses ressources en bois. Au cours de cette période, l'organisme paiera au gouvernement des frais annuels comparables à ceux d'une société forestière, et il fournira également un Fonds d'investissement volontaire afin de procurer des avantages aux collectivités locales⁶³¹.

Bien que la concession de conservation ne soit pas actuellement reconnue comme une aire protégée officielle en Guyane, son fonctionnement se compare à celui d'une aire protégée en préservant les forêts et leurs ressources des tensions liées au développement économique fondé sur l'exploitation, et ce, pour une période d'au moins 30 ans⁶³². Grâce à ce projet, il faut espérer que la Guyane devienne également bénéficiaire de crédits de carbone ou d'autres formes de rémunération pour la fourniture de biens et de services écologiques tels que de l'air pur, de l'eau douce de qualité et une régulation du climat. Toutefois, à l'heure actuelle, des pays tels que la Guyane, ayant de faibles taux de déforestation et des forêts tropicales intactes riches en biodiversité, attendent les modifications proposées au protocole de Kyoto⁶³³.

Source : Conservation International

Section 6

Recommandations stratégiques

Nous concluons le présent rapport avec des recommandations stratégiques particulières.

En premier lieu, nous invitons les secrétariats des deux principaux accords environnementaux multilatéraux, à savoir la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques et la Convention sur la diversité biologique, à reconnaître et à soutenir le rôle des aires protégées parce qu'elles permettent d'atténuer les effets des changements climatiques et procurent des avantages en matière d'adaptation à ces changements.

En deuxième lieu, nous invitons les gouvernements nationaux et locaux à incorporer les aires protégées dans les stratégies et les plans d'action nationaux d'adaptation aux changements climatiques.



Banc de maomaos bleus (*Scorpius violaceus*), îles Poor Knights, Nouvelle-Zélande © Brian J. Skerry / National Geographic Stock / WWF

Recommandations afin que les aires protégées deviennent un élément essentiel des instruments stratégiques nationaux et internationaux

MESSAGES CLÉS

Les instruments stratégiques nationaux et internationaux qui ont actuellement trait aux deux crises écologiques que constituent la perte de biodiversité et les changements climatiques ne sont généralement pas suffisamment coordonnés, ce qui cause un gaspillage des ressources et fait rater des occasions stratégiques à la fois précieuses et complémentaires. Les principales recommandations formulées ci-après visent à optimiser l'efficacité des aires protégées à titre d'outils de conservation dans un contexte d'adaptation aux changements climatiques et d'atténuation de leurs effets.

Les possibilités de recourir aux aires protégées dans les stratégies d'intervention relatives au climat doivent être classées par ordre de priorité au niveau international ainsi que par les gouvernements locaux et nationaux. Il faut entreprendre plusieurs démarches pour améliorer l'efficacité des aires protégées, car ce sont des outils importants aux fins de l'adaptation aux changements climatiques et de l'atténuation de leurs effets dans le cadre des programmes de mise en œuvre des deux conventions, et ce, pour multiplier les possibilités d'obtenir les résultats escomptés au niveau national et, dans l'ensemble, au bénéfice de la collectivité mondiale. Ces recommandations comprennent les suivantes :

Que la CCNUCC

- reconnaisse le rôle des aires protégées à titre d'instruments de stockage et de séquestration du carbone en permanence, et prescrit la constitution de solides réseaux d'aires protégées comme un élément essentiel des stratégies nationales visant à réduire les émissions terrestres;
- insiste sur le rôle des écosystèmes dans l'adaptation aux changements climatiques et incorpore la protection des écosystèmes naturels dans les stratégies et les plans d'action nationaux d'adaptation (y compris les programmes d'action nationaux d'adaptation [PANA]) afin de protéger les écosystèmes naturels, et ce, à titre d'alternative peu coûteuse aux mesures d'adaptation fondées sur des techniques et infrastructures, et d'éviter une adaptation inadéquate;
- autorise des mesures nationales d'adaptation et d'atténuation appropriées qui impliquent le renforcement d'aires protégées ou de réseaux nationaux d'aires protégées, pour obtenir un soutien financier et technique par l'intermédiaire des mécanismes de financement liés au climat.

Que la CDB

- reconduit se le Programme de travail sur les aires protégées (PTAP) à la CDP 10 afin de s'attaquer de façon plus évidente aux effets des changements climatiques et de soutenir les stratégies d'intervention en relation avec les autres programmes de la CDB;
- encourage l'élaboration d'outils et de méthodes pour aider les pays à évaluer les effets des changements climatiques et à renforcer la résilience des réseaux d'aires protégées en veillant à examiner pleinement le rôle qu'ils jouent en matière d'adaptation et d'atténuation;
- souligne l'importance que revêt le renforcement de la connectivité entre les aires protégées nationales et transfrontalières en vue de multiplier les avantages qu'offrent les réseaux de ces aires dans le cadre d'une stratégie d'intervention à l'égard des changements climatiques;
- entretient l'urgence politique en vue de constituer des aires marines protégées et des aires protégées dans les biomes sous-représentés.

Que les gouvernements locaux et nationaux

- intègrent le rôle des réseaux d'aires protégées dans les stratégies et les plans d'action nationaux destinés à faire face aux changements climatiques;
- prennent des mesures d'atténuation en diminuant la perte et la dégradation des habitats naturels;
- renforcent les capacités d'adaptation en diminuant la vulnérabilité et en renforçant la résilience des écosystèmes naturels;
- assurent une gestion efficace des aires protégées de manière à en tirer des avantages pour la biodiversité ainsi que pour l'adaptation aux changements climatiques et l'atténuation de leurs effets.

Remerciements et Références

Remerciements

Les personnes suivantes, outre les rédacteurs, ont rédigé des études de cas et le texte ou y ont contribué :

- Neil Burgess, conseiller technique auprès du PNUD, RU : deux études de cas sur la Tanzanie.
- Sarat Babu Gidda, Secrétariat de la CDB, Canada : encadré sur l'analyse des lacunes.
- Danny Hunter, coordonnateur de projet, Projet sur les plantes sauvages apparentées, Bioersivity International, Rome : encadré sur les plantes sauvages apparentées.
- Stig Johansson, directeur régional, Metsähallitus, Natural Heritage Services, Finlande : étude de cas sur la Finlande.
- Kevin O'Connor, directeur général par intérim, Department of Conservation, Nouvelle-Zélande; Hugh Allister Robertson, Freshwater Section, Research & Development Group, Department of Conservation, Nouvelle-Zélande, et Bruce Jefferies, conseiller, Conservation Planning & Management Systems, Nouvelle-Zélande : étude de cas sur la zone humide de Whangamarino.
- Luis Pabon-Zamora, conseiller principal, politique des aires protégées, The Nature Conservancy, États-Unis : étude de cas sur la Bolivie, le Mexique et le Venezuela.
- Taylor Ricketts, directeur, WWF Conservation Science Program, États-Unis : section et étude de cas sur le programme REDD.
- Graeme Worboys, vice-président de l'UICN-WCPA, Mountains Biome Theme, Australie : encadré sur les conséquences des incendies et contribution aux sections sur la gestion des aires protégées.
- Alexander Kozulin, chercheur principal, académie nationale des sciences du Bélarus : étude de cas sur le Bélarus.
- Svetlana Zagirova, chef, section de la biodiversité forestière arctique, centre scientifique des Komis, Fédération de Russie : étude de cas sur la Russie.
- Miguel A. Morales, Center for Applied Biodiversity Science, Conservation International, États-Unis : étude de cas sur Madagascar et la Guyane.
- Alison Green, coordonnatrice, science des aires marines protégées, TNC, Australie; Paul Lokani, directeur, South Pacific Coastal/Marine, TNC, Papouasie-Nouvelle-Guinée; Barbara Masike, coordonnatrice, Melanesia Program Partnership, TNC, Papouasie-Nouvelle-Guinée; Rod Salm, directeur, Transforming Coral Reef Conservation, TNC, Hawaï : étude de cas sur la Papouasie-Nouvelle-Guinée.
- Dan Lafolley, vice-président, WCPA Marine and Natural England, RU; Gabriel Grimsditch, WCPA Marine Specialist Group, CORDIO East Africa, Kenya; Mats Björk, "département de botanique, université de Stockholm, Suède; Steve Bouillon, Université de Louvain, Belgique; Gail Chmura, Université McGill, Montréal, Canada; Jean-Pierre Gattuso, Laboratoire d'océanographie de Villefranche, France; James Kairo, Kenya Marine and Fisheries Research Institute, Kenya; Hilary Kennedy, University of Bangor, pays de Galles; Victor H. Rivera-Monroy, Department of Oceanography and Coastal

Sciences, Louisiana State University, Baton Rouge, États-Unis; Stephen V. Smith, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Mexique; Robert Twilley, directeur, Wetland Biochemistry, Louisiana State University, États-Unis; co-auteurs du prochain livre de l'UICN sur les changements climatiques et les aires marines protégées qui constitue le fondement du chapitre sur la séquestration du carbone dans les écosystèmes marins.

Adrian Phillips, ex-président de l'UICN-CMAP, à été chargé d'effectuer une révision exhaustive du texte. Helen Price a procédé à la correction d'épreuves. En outre, les personnes suivantes ont formulé des conseils et des observations sur le texte ou les informations qu'il contient : Robin Abell, WWF Conservation Science Program, États-Unis; Tim Badman, chef, Programme du patrimoine mondial, UICN, Suisse; Andreas Baumüller, agent, politique sur la biodiversité, WWF European Policy Office, Belgique; Charles Besançon, chef, Protected Areas Programme, PNUE-WCMC, RU; Harry Biggs, WCPA Freshwater Task Force, Kruger Park, Afrique du Sud; Sarah Bladen, directrice, communications sur la conservation, WWF International, Suisse; Luigi Boitani, chef, département de la biologie animale et humaine, université de Rome, Italie; Fred Boltz, vice-président principal, Global Strategies, Climate Change Lead, Conservation International, États-Unis; Tom Brooks, Conservation Priorities and Outreach, Centre for Applied Biodiversity Science, Conservation International, États-Unis; Hannah Campbell, gestionnaire principale, Climate Adaptation and Communities, Conservation International, États-Unis; Bernhard Coetzee, Centre for Invasion Biology, Department of Botany and Zoology, Stellenbosch University, Afrique du Sud; Nick Davidson, directeur adjoint, Convention de Ramsar, Suisse; Barney Dickson, PNUE-WCMC, RU; Adriana Dinu, chef, pratiques régionales, Energy and Environment Practice, UNDP Bratislava Regional Centre, Slovaquie; Joanna Durbin, directrice, Climate, Community & Biodiversity Alliance Center for Environmental Leadership in Business, États-Unis; Chris Elliott, directeur, Forest and Carbon Initiative, WWF International; Mary Edwards, professeure, University of Southampton, RU; Abigail Entwistle, directrice, Science, Fauna & Flora International, RU; Jamison Ervin, gestionnaire mondial de projet, PA Early Action Project, PNUD-FEM, États-Unis; Penelope Figgis, vice-présidente de l'UICN-CMAP, Océanie-Australie, Nouvelle-Zélande, îles du Pacifique et Papouasie-Nouvelle-Guinée, Australie; Miriam Geitz, agente, changements climatiques, WWF International Arctic Programme, Norvège; Élie Hakizumwami, WWF, Cameroun; Larry Hamilton, WCPA Mountains and Connectivity Specialist Group, États-Unis; Bill Henwood, WCPA Grassland Specialist Group, Canada; Liza Higgins-Zogib, directrice, People and Conservation, WWF International, Suisse; Marc Hockings, vice-président de l'UICN-CMAP, Science, Knowledge and Management of Protected Areas, professeur agrégé, School of Integrative Systems, University of Queensland, Australie; Sarah

Jones, Fundacion Vida Silvestre, Argentine; Cyril Kormos, vice-président, politiques, The WILD Foundation, États-Unis; Reimund Kube, agent de programmes, Poverty and Environment program, WWF-USA; Richard Leck, chef, WWF Climate Change Strategy Leader, Coral Triangle Initiative, Australie; Colby J. Loucks, directeur adjoint, Conservation Science Program, WWF-USA; Heather Colman Mc-Gill, conseillère technique auprès du PNUD; Carlotta Maggio, WWF, Italie; Gernant Magnin, WWF, Pays-Bas; John H. Matthews, spécialiste, eau douce et changements climatiques, WWF Climate Adaptation Center, États-Unis; Imen Meliane, conseillère principale pour les politiques marines, The Nature Conservancy, États-Unis; Vijay Moktan, directeur des programmes, WWF, Bhoutan; Lida Pet-Soede, chef, WWF Coral Triangle Program, Indonésie; Jamie Pittock, groupe consultatif sur l'eau douce, CMAP, Australie; Gert Polet, WWF, Pays-Bas; Sandeep Chamling Rai, WWF, RU; Devendra Rana, WWF International, Suisse; Ana Rodrigues, Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive, Montpellier, France; Pedro Rosabal, Programme sur les aires protégées, UICN, Suisse; Chrissy Schwinn, The Nature Conservancy, États-Unis; Gordon Shepherd, WWF International, Suisse; Jane Smart, directrice, groupe pour la conservation de la biodiversité, UICN, Suisse; Andrew Smith, Pacific Island Countries Coastal Marine Program, The Nature Conservancy, Australie; Jonathan Smith, PNUE-WCMC, RU; Jason Spensley, LifeWeb Initiative, Secrétariat de la CDB, Canada; David Stroud, Joint Nature Conservation Committee, RU; Martin Taylor, WWF, Australie; Rod Taylor, WWF International Forests Programme, WWF, Indonésie; Michelle Thieme, WWF Conservation Science Program, États-Unis; Melissa Tupper, WWF, États-Unis; Kit Vaughan, WWF, RU. En dernier lieu, des remerciements à Charles Besançon et Amy Milam du PNUE-WCMC, pour avoir fourni la carte illustrant les aires protégées du monde entier.

L'établissement de ce rapport a constitué un processus aussi intense que passionnant et nous avons reçu un énorme soutien. Nous espérons que chacun des collaborateurs a été remercié, mais si le nom de certains ne figure pas par inadvertance dans la liste, nous leur demandons de bien vouloir accepter nos excuses. Nous n'avons malheureusement ni le temps ni l'espace nécessaires pour exercer un suivi de toutes les études de cas qui nous ont été offertes, mais nous espérons avoir la possibilité d'exposer plus en détail ces riches expériences dans le cadre de futures publications.

References

- 1** Adapted from IPCC (2007); *Climate Change 2007: Synthesis Report Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the IPCC*, Core Writing Team, Pachauri, R.K. and Reisinger, A. (eds.) IPCC, Geneva, Switzerland. pp 104. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_appendix.pdf, accessed 13th October, 2009
- 2** Adapted from Metz, B., O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave, L. A. Meyer (eds) (2007); *Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the IPCC*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4-wg3-annex1.pdf>, accessed 13th October, 2009
- 3** IPCC (2001); *Climate Change 2001: Synthesis Report. A Contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the IPCC* [Watson, R. T. and the Core Writing Team (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, and New York, USA
- 4** OECD (2001); *Environmental Indicators for Agriculture – Vol. 3: Methods and Results*, glossary, pages 389-391
- 5** CBD (2009); *Connecting biodiversity and climate change mitigation and adaptation*, Report of the second ad hoc technical expert group on biodiversity and climate change, CBD Technical Series No.41, Montreal, Canada
- 6** CBD (2009); *op cit*
- 7** Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.) (2007); *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp, accessed 13th October, 2009
- 8** *ibid*
- 9** Glossary of CDM Terms. CDM-Glos-05. <http://cdm.unfccc.int/Reference/glossary.html>, accessed 13th October, 2009
- 10** Metz, B.; O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds) (2007); *op cit*
- 11** CBD (2009); *op cit*
- 12** IPCC (2000); *IPCC Special Report: Land use, Land-use Change, and Forestry*, IPCC, Geneva, Switzerland
- 13** IPCC TAR (2001a); *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. IPCC Third Assessment Report, Cambridge University Press; and UNDP (2005); *Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures*, (ed.) B. Lim, E. Spanger-Siegfried, Co-authors I. Burton, E. Malone, S. Huq, UNDP
- 14** IPCC (2007); *op cit*
- 15** Pachauri, R. K. and A. Reisinger (eds.) (2007); *Climate Change 2007: Synthesis Report*, IPCC, Geneva, Switzerland, pp 104
- 16** CSIRO advises that “observed increase in frequency and magnitude of very hot days in Australia is mostly due to anthropogenic increases in greenhouse gas emissions”. CSIRO [Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation] (2009) *Climate change and the 2009 Bushfires*. Prepared for the 2009 Victorian Bushfires Royal Commission, Canberra
- 17** Professor David Karoly of the University of Melbourne explained that the maximum temperature, relative humidity and drought index for the fire outbreak day (7 February 2009) were exceptional and can reasonably be linked to climate change, in Andrew Campbell (http://www.triplehelix.com.au/documents/ThoughtsontheVictorianBushfires_000.doc)
- 18** CSIRO (2009); *op cit*
- 19** 2009 Victorian Bushfires Royal Commission Interim Report, available at: www.royalcommission.vic.gov.au, accessed 1st October 2009
- 20** Tolhurst, K. (2009); *Report on the Physical Nature of the Victorian Fires occurring on 7th February 2009*, Submission to the 2009 Victorian Bushfires Royal Commission, University of Melbourne, Melbourne
- 21** IPCC (2007); Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- 22** *ibid*.
- 23** *ibid*.
- 24** Nabuurs, G. J., O. Masera, K. Andrasko, P. Benitez-Ponce, R. Boer, M. Dutschke, E. Elsiddig, J. Ford-Robertson, P. Frumhoff, T. Karjalainen, O. Krankina, W.A. Kurz, M. Matsumoto, W. Oyhantcabal, N.H. Ravindranath, M.J. Sanz Sanchez, X. Zhang, 2007: Forestry. In *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- 25** IPCC (2007); *op cit*
- 26** Trumper, K., M. Bertzky, B. Dickson, G. van der Heijden, M. Jenkins, and P. Manning (2009); *The Natural Fix? The role of ecosystems in climate mitigation*, A UNEP rapid response assessment, United Nations Environment Programme, UNEPWCMC, Cambridge, UK
- 27** <http://www.cbd.int/recommendation/sbstta/?id=10973>, accessed 11 August 2009)
- 28** IUCN-WCPA (2009); *The future of the CBD Programme of Work on Protected Areas*, IUCN-WCPA, Gland, Switzerland
- 29** *Ad hoc* Technical Expert Group on Biological Diversity and Climate Change (2003); *Interlinkages between Biodiversity and Climate Change*, CBD Technical Series number 10, CBD Secretariat, Montreal
- 30** Collete, A. (2007); *Case Studies on Climate Change and World Heritage*, UNESCO, Paris
- 31** <http://www.environment.gov.au/biodiversity/publications/nbccap/pubs/nbccap.pdf>, accessed 1st October 2009
- 32** http://www.mma.gov.br/estruturas/208/_arquivos/national_plan_208.pdf, accessed 1st October 2009
- 33** <http://www.ccchina.gov.cn/WebSite/CCChina/UpFile/File188.pdf>, accessed 1st October 2009
- 34** http://www.mmm.fi/attachments/ymparisto/5kghLzf0d/MMMjulkaisu2005_1a.pdf, accessed 1st October 2009
- 35** <http://www.energymanagertraining.com/NAPCC/main.htm> and <http://www.pewclimate.org/docUploads/India%20National%20Action%20Plan%20on%20Climate%20Change-Summary.pdf>, accessed 1st October 2009

- 36** Fransen, T. et al (2009); National Climate Change Strategies: Comparative Analysis of Developing Country Plans, WRI
- 37** http://unfccc.int/files/meetings/seminar/application/pdf/sem_sup3_south_africa.pdf, accessed 1st October 2009
- 38** McNeely, J. A. (2008); Applying the diversity of international conventions to address the challenges of climate change, *Michigan State Journal of International Law* 17: 123-137
- 39** TEEB (2009); *TEEB Climate Issues Update*, September 2009, The Economics of Ecosystems and Biodiversity
- 40** *ibid*
- 41** Dudley, N. [editor] (2008); *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories*, IUCN, Gland, Switzerland
- 42** Coad, L., N. D. Burgess, B. Bombard and C. Besançon (2009); *Progress towards the Convention on Biological Diversity's 2010 and 2012 targets for protected area coverage*. A technical report for the IUCN international workshop "Looking at the Future of the CBD Programme of Work on Protected Areas", Jeju Island, Republic of Korea, 14-17 September 2009. UNEP World Conservation Monitoring Centre, Cambridge
- 43** Pathak, N. (2009); *Community Conserved Areas in India*, Kalpavriksh, Pune, India
- 44** Coad, L., N. D. Burgess, C. Loucks, L. Fish, J. P. W. Scharlemann, L. Duarte and C. Besançon (2009); *The ecological representativeness of the global protected areas estate in 2009: progress towards the CBD 2010 target*, UNEP-WCMC, WWF US and ECI, University of Oxford
- 45** Borrini-Feyerabend, G., M. Pimbert, M. T. Farvar, A. Kothari and Y. Renard (2004); *Sharing Power: Learning by doing in co-management of natural resources throughout the world*, IIED, IUCN, CEESP, CMWG and Cenesta, Tehran
- 46** IUCN-WCPA (2009); *op cit*
- 47** Bruner, A. G., R. E. Gullison, R. E. Rice and G. A. B. da Fonseca (2001); Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity, *Science* 291, 125-129
- 48** Dudley, N., A. Belokurov, L. Higgins-Zogib, M. Hockings, S. Stolton and N. Burgess (2007); *Tracking progress in managing protected areas around the world*, WWF International, Gland, Switzerland
- 49** Leverington F., M. Hockings and K. L. Costa (2008); Management effectiveness evaluation in protected areas: a global study. University of Queensland, IUCN-WCPA, TNC, WWF, Gattton, Australia
- 50** Nagendra, H. (2008); Do Parks Work? Impact of Protected Areas on Land Cover Clearing, *Ambio* 37: 330-337
- 51** Joppa, L. N., S. R. Loarie and S. L. Pimm (2008); On the Protection of 'Protected Areas, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105: 6673-6678
- 52** UNEP-WCMC (2008); *State of the world's protected areas: an annual review of global conservation progress*, UNEP-WCMC, Cambridge
- 53** Nabuurs, G. J., et al (2007); *op cit*
- 54** Eliasch, J. (2008); *Climate Change: Financing global forests – the Eliasch Review*, Earthscan, London
- 55** Canadell, J. G., C. Le Quéré, M. R. Raupach, C. B. Field, E. Buitenhuis, P. Ciais, T. J. Conway, N. P. Gillett, R. A. Houghton and G. Marland (2007); Contributions to accelerating atmospheric CO₂ growth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104: 18866-18870
- 56** Nabuurs, G. J. *et al* (2007); *op cit*
- 57** Malhi, Y., J. T. Roberts, R. A. Betts, T. J. Killeen, W. Li and C. A. Nobre (2008); Climate Change, Deforestation, and the Fate of the Amazon, *Science* 319: 169-172
- 58** For example European Climate Change Programme (2002); Working Group on Forest Sinks: Conclusions and recommendations regarding forest related sinks & climate change mitigation
- 59** Pearce, F. (2009); *The New Climate Deal: A pocket guide*, WWF International, Gland, Switzerland
- 60** Sandwith, T. and I. Suarez (2009); *Adapting to Climate Change: Ecosystem-based adaptation for people and nature*, The Nature Conservancy, Arlington, VA. USA
- 61** Morton D. C. , R. S. DeFries, Y. E. Shimabukuro, L. O. Anderson[¶], E. Arai, F. del Bon Espirito-Santo, R. Freitas and J. Morissette (2006); Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon, *Proceedings of the National Academy of Sciences of United States* 103: 14637-14641
- 62** Geist, H. J. and E. F. Lambin (2002); Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation, *BioScience* 52: 143-150
- 63** Danielsen, F. H. Beukema, N. D. Burgess, F. Parish, C. A. Bruhl, P. F. Donald, D. Murdiyoso, B. Phula, L. Reijnders, M. Struberg and E. B. Fitzherbert (2009); Biofuel Plantations on Forested Lands: Double Jeopardy for Biodiversity and Climate, *Conservation Biology*, DOI: 10.1111/j.1523-1739.2008.01096.x
- 64** Cerri, C. E. P., M. Easter, K. Paustian, K. Killian, K. Coleman, M. Bernoux, P. Falloon, D. S. Powlson, N. H. Batjes, E. Milne and C. C. Cerri (2007); Predicted soil organic carbon stocks and changes in the Brazilian Amazon between 2000 and 2030, *Agriculture, Ecosystems & Environment* 122: 58-72
- 65** Malhi, Y., D. Wood, T. R. Baker, J. Wright, O. L. Phillips, T. Cochrane, P. Meir, J. Chave, S. Almeida, L. Arroyo, N. Higuchi, T. J. Killeen, S. G. Laurance, W. F. Laurance, S. L. Lewis, A. Monteagudo, D. A. Neill, P. N. Vargas, N. C. A. Pitman, C. A. Quesada, R. Salomao, J. N. M. Silva, A. T. Lezama, J. Terborgh, R. V. Martinez and V. Vinceti, (2006); The regional variation of aboveground live biomass in old-growth Amazonian forests, *Global Change Biology* 12: 1107-1138
- 66** Chave, J., Olivier, J., Bongers, F., Chatelet, P., Forget, P. M., van der Meer, P., Norden, N., Riera, B., and Charles-Dominique, P. (2008); Aboveground biomass and productivity in a rain forest of eastern South America, *Journal of Tropical Ecology* 24: 355-366
- 67** Lewis, S. L., G. Lopez-Gonzalez, B. Sonké, K. Affum-Baffoe, T. R. Baker, L. O. Ojo, O. L. Phillips, J. M. Reitsma, L. White, J. A. Comiskey, D. Marie-Noel, C. E. N. Ewango, T. R. Feldpausch, A. C. Hamilton, M. Gloor, T. Hart, A. Hladik, J. Lloyd, J. C. Lovett, J. R. Makana, Y. Malhi, F. M. Mbago, H. J. Ndangalasi, J. Peacock, K. S. H. Peh, D. Sheil, T. Sunderland, M. D. Swaine, J. Taplin, D. Taylor, S. C. Thomas, R. Votere and H. Woll (2009); Increasing carbon storage in intact African tropical forests, *Nature* 457: 1003-1006

- 68** Baker, T. R., O. L. Phillips, Y. Malhi, S. Almeida, L. Arroyo, A. Di Fiore, T. Erwin, T. Killeen, S. G. Laurance, W. F. Laurance, S. L. Lewis, J. Lloyd, A. Monteagudo, D. Neill, S. Patiño, N. Pitman, J. N. M. Silva and R. Vásquez Martínez (2004); Variation in wood density determines spatial patterns in Amazonian forest biomass, *Global Change Biology* 10: 545-562
- 69** Amundson, R. (2001); The carbon budget in soils, *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 29: 535-562
- 70** Baker, T. R., O. L. Phillips, Y. Malhi, S. Almeida, L. Arroyo, A. Di Fiore, T. Erwin, N. Higuchi, T. J. Killeen, S. G. Laurance, W. F. Laurance, S. L. Lewis, A. Monteagudo, D. A. Neill, P. Núñez Vargas, N. C. A. Pitman, J. N. M. Silva and R. V. Martínez (2004); Increasing biomass in Amazon forest plots, *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 359: 353-365
- 71** Lewis, S. L., G. Lopez-Gonzalez, B. Sonke, K. Affum-Baffoe, T. R. Baker, et al (2009); *op cit*
- 72** Phillips, O. L., E. O. C. Aragão, S. L. Lewis, J. B. Fisher, J. Lloyd, G. López-González, Y. Malhi, A. Monteagudo, J. Peacock, C. A. Quesada, G. van der Heijden, S. Almeida, I. Amaral, L. Arroyo, G. Aymard, T. R. Baker, O. Bánki, L. Blanc, D. Bonal, P. Brando, J. Chave, A. C. Alves de Oliveira, N. D. Dávila Cardozo, C. I. Czimczik, T. R. Feldpausch, M. Aparecida Freitas, E. Gloor, N. Higuchi, E. Jiménez, G. Lloyd, P. Meir, C. Mendoza, A. Morel, D. A. Neill, D. Nepstad, S. Patiño, M. C. Peñuela, A. Prieto, F. Ramírez, M. Schwarz, J. Silva, M. Silveira, A. Sota Thomas, H. ter Steege, J. Stropp, R. Vásquez, P. Zelazowski, E. Alvarez Dávila, S. Andelman, A. Andrade, K.-J. Chao, T. Erwin, A. Di Fiore, E. Honorio, H. Keeling, T. J. Killeen, W. F. Laurance, A. Peña Cruz, N. C. A. Pitman, P. Núñez Vargas, H. Ramírez-Angulo, A. Rudas, R. Salamão, N. Silva, J. Terborgh and A. Torres-Lezama (2009); Drought sensitivity of the Amazon Rainforest, *Science* 323: 1344-1347
- 73** Woomer, P. L. (1993); The impact of cultivation on carbon fluxes in woody savannahs of Southern Africa, *Water, Air and Soil Pollution* 70: 403-412
- 74** Walker, S. M. and P. V. Desanker (2004); The impact of land use on soil carbon in Miombo Woodlands of Malawi, *Forest Ecology and Management* 203: 345-360
- 75** Williams, M., C. M. Ryan, R. M. Rees, E. Sambane, J. Fernando and J. Grace (2008); *Forest Ecology and Management* 254: 145-155
- 76** Malhi, Y., D. D. Baldocchi, and P. G. Jarvis (1999); The carbon balance of tropical, temperate and boreal forests, *Plant, Cell and Environment* 22: 715-740
- 77** Luysaert, S., I. Inglima, M. Jung, A. D. Richardson, M. Reichsteins, D. Papale, S. L. Piao, E. D. Schulzes, L. Wingate, G. Matteucci, L. Aragao, M. Aubinet, C. Beers, C. Bernhoffer, K. G. Black, D. Bonal, J. M. Bonnefond, J. Chambers, P. Ciais, B. Cook, K. J. Davis, A. J. Dolman, B. Gielen, M. Goulden, J. Grace, A. Granier, A. Grelle, T. Griffis, T. Grunwald, G. Guidolotti, P. J. Hanson, R. Harding, D. Y. Hollinger, L. R. Hutya, P. Kolar, B. Kruijt, W. Kutsch, F. Lagergren, T. Laurila, B. E. Law, G. Le Maire, A. Lindroth, D. Loustau, Y. Malhi, J. Mateus, M. Migliavacca, L. Misson, L. Montagnani, J. Moncrieff, E. Moors, J. W. Mungler, E. Nikinmaa, S. V. Ollinger, G. Pita, C. Rebmann, O. Roupsard, N. Saigusa, M. J. Sanz, G. Seufert, C. Sierra, M. L. Smith, J. Tang, R. Valentini, T. Vesala, and I. A. Janssens, (2007); CO₂ balance of boreal, temperate, and tropical forests derived from a global database, *Global Change Biology* 13: 2509-2537
- 78** Luysaert, S. E., D. Schulze, A. Börner, A. Knohl, D. Hessenmöller, D., B. E. Law, P. Ciais and J. Grace (2008); Old-growth forests as global carbon sinks, *Nature* 455: 213-215
- 79** Bond-Lamberty, B., S. D. Peckham, D. E. Ahl, and S. T. Gower (2007); Fire as the dominant driver of central Canadian boreal forest carbon balance, *Nature* 450: 89-93
- 80** Stocks, B. J., M. A. Fosberg, T. J. Lynham, L. Mearns, B. M. Wotton, Q. Yang, J.-Z. Jin, K. Lawrence, G. R. Hartley, J. A. Mason and D. W. McKenney (1998); Climate change and forest fire potential in Russian and Canadian boreal forests, *Climatic Change* 38: 1-13
- 81** Dudley, N. (1992); *Forests in Trouble*, WWF International, Gland, Switzerland
- 82** Economic Commission for Europe (2000); *Forest Resources of Europe, CIS, North America, Australia, Japan and New Zealand*, UNECE and FAO, Geneva and Rome
- 83** Perlis, A. (ed); (2009); *State of the World's Forests 2009*, FAO, Rome
- 84** Keith, H., B. G. Mackey and D. B. Lindenmayer (2009); Re-evaluation of forest biomass carbon stocks and lessons from the world's most carbon-dense forests, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106: 11635-11640
- 85** Mansourian, S., D. Valauri and N. Dudley (2005); *Forest Restoration in Landscapes: Beyond planting trees*, Springer, New York
- 86** Goodale, C. L., M. L. Apps, R. A. Birdsey, C. B. Field, L. S. Heath, R. A. Houghton, J. C. Jenkins, G. H. Kohlmaier, W. Kurz, S. Liu, G. Nabuurs, S. Nilson and A. Z. Shvidenko (2002); Forest carbon sinks in the Northern hemisphere, *Ecological Applications* 12: 891-899
- 87** Janssens, I. A., Freibauer, A., Ciais, P., Smith, P., Nabuurs, G., Folberth, G., Schlamadinger, B., Hutjes, R. W. A., Ceulemans, R., Schulze, E. D., Valentini, R., and Dolman, A. J. (2003); Europe's terrestrial biosphere absorbs 7 to 12% of European anthropogenic CO₂ emissions, *Science* 300: 1538-1542
- 88** Amundson, R. (2001); *op cit*
- 89** Schröter, D., W. Cramer, R. Leemans, I. C. Prentice, M. B. Araújo, N. W. Arnell, A. Bondeau, H. Bugmann, T. R. Carter, C. A. Gracia, A. C. de la Vega-Leinert, M. Erhard, F. Ewert, M. Glendinning, J. I. House, S. Kankaanpää, R. J. T. Klein, S. Lavorel, M. Lindner, M. J. Metzger, J. Meyer, T. D. Mitchell, I. Reginster, M. Rounsevell, S. Sabaté, S. Sitch, B. Smith, J. Smith, P. Smith, M. T. Sykes, K. Thonicke, W. Thuiller, G. Tuck, S. Zaehle and B. Zier (2005); Ecosystem Service Supply and Vulnerability to Global Change in Europe, *Science* 310: 1333-1337
- 90** Williams, A. A. J., D. J. Karoly and N. Tapper (2001); The sensitivity of Australian fire danger to climate change, *Climatic Change* 49: 171-191
- 91** Noss, R. F. (2001); Beyond Kyoto: Forest management in a time of rapid climate change *Conservation Biology* 15: 578-591
- 92** Mansourian, S., A. Belokurov and P. J. Stephenson (2009); The role of forest protected areas in adaptation to climate change, *Unasylva* 231/232: 63-69
- 93** Nabuurs, G. J., et al (2007); *op cit*
- 94** CPF (2008); *Strategic Framework for Forests and Climate Change: A Proposal by the Collaborative Partnership on Forests for a Coordinated Forest-sector Response to Climate Change*.

- 95** Campbell, A., V. Kapos, I. Lysenko, J. Scharlemann, B. Dickson, H. Gibbs, M. Hansen and L. Miles (2008); *Carbon emissions from forest loss in protected areas*, UNEP World Conservation Monitoring Centre, Cambridge
- 96** Hockings, M., S. Stolton, F. Leverington, N. Dudley and J. Courrau (2006, 2nd edn); *Evaluating Effectiveness: A framework for assessing management effectiveness of protected areas*, Best Practice Protected Area Guidelines number 14, IUCN and James Cooke University, Gland, Switzerland and Brisbane Australia
- 97** Lewis, S. L., G. Lopez-Gonzalez, B. Sonke, K. Affum-Baffoe, T. R. Baker, et al (2009); *op cit*
- 98** Emerton, L. and L. Pabon-Zamora (2009); *Valuing Nature: Why Protected Areas Matter for Economic and Human Wellbeing*, The Nature Conservancy, Arlington, VA
- 99** Parish, F., A. Sirin, D. Charman, H. Jooster, T. Minayeva and M. Silvius [editors] (2007); *Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change*, Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International, Wageningen, Netherlands
- 100** Pena, N. (2008); Including peatlands in post-2012 climate agreements: options and rationales, Report commissioned by Wetlands International from Joanneum Research, Austria
- 101** Sabine, C. L., M. Heimann, P. Artaxo, D. C. E. Bakker, C. T. A. Chen, C. B. Field, N. Gruber, C. Le Queré, R. G. Prinn, J. E. Richey, P. Romero Lankao, J. A. Sathaye and R. Valentini (2004); Current status and past trends of the global carbon cycle, in: *The Global Carbon Cycle: Integrating Humans, Climate and the Natural World*, (C. B. Field and M. R. Raupach, eds.), Island Press, Washington, D.C., USA, pp. 17-44
- 102** Mitra, S., R. Wassmann and P. L. G. Vlek (2005); An appraisal of global wetland area and its organic carbon stock, *Current Science* 88: 25-35
- 103** Ramsar Scientific and Technical Review Panel (STRP) (2005); *Wetlands and water, ecosystems and human well-being – Key Messages from the Millennium Ecosystem Assessment*, presented by STRP to Ramsar COP9, 2005
- 104** Ramsar Secretariat, Ramsar Scientific & Technical Review Panel and Biodiversity Convention Secretariat (2007); *Water, wetlands, biodiversity and climate change: Report on outcomes of an expert meeting, 23–24 March 2007*, Gland, Switzerland
- 105** Hooijer, A., M. Silvius, H. Wösten and S. Page (2006); *PEAT-CO₂, Assessment of CO₂ emissions from drained peatlands in SE Asia*, Delft Hydraulics report Q3943 (2006)
- 106** Verwer, C., P. van der Meer and G. Nabuurs (2008); *Review of carbon flux estimates and other greenhouse gas emissions from oil palm cultivation on tropical peatlands – identifying gaps in knowledge*, Alterra report 1741. Alterra: Wageningen, Netherlands
- 107** Fargione, J., J. Hill, D. Tilman, S. Polasky and P. Hawthorne (2008); Land clearing and the biofuel carbon debt, *Science* 319: 1235-1238
- 108** Trumper, K., M. Bertzky, B. Dickson, G. van der Heijden, M. Jenkins and P. Manning, P (2009); *The Natural Fix? The role of ecosystems in climate mitigation*, A UNEP rapid response assessment, United Nations Environment Programme, UNEPWCMC, Cambridge, UK
- 109** Callaghan, T. V., L. O. Björn, F. S. Chapin III, Y. Chernov, T. R. Christensen, B. Huntley, R. Ims, M. Johansson, D. Jolly Riedlinger, S. Jonasson, N. Matveyeva, W. Oechel, N. Panikov and G. Shaver (2005); Arctic Tundra and Polar Desert Ecosystems, in ACIA, *Arctic Climate Impact Assessment*, Cambridge University Press, Cambridge UK
- 110** Hansen, J., M. Sato, P. Kharecha, G. Russell, D. W. Lea and M. Siddall (2007); Climate change and trace gases, *Philosophical Transactions of the Royal Society* 365: 1925-1954
- 111** Ramsar Secretariat (2002); Climate change and wetlands: impacts, adaptation and mitigation. COP8 Information Paper DOC 11
- 112** Bridgham, S. D., J. P. Megonigal, J. K. Keller, N. B. Bliss and C. Trettin (2006); The carbon balance of North American wetlands, *Wetlands* 26: 889-916
- 113** Lloyd, C. (in prep); *The role of wetlands in the global carbon cycle*, Ramsar Technical Report [series number pending]
- 114** Erwin, K. (2009); Wetlands and global climate change: the role of wetland restoration in a changing world. *Wetlands Ecology and Management* 17: 71–84
- 115** Wetlands International (2008); Advice to UNFCCC Parties for COP14 and associated meetings, December 2008, Wetlands International, Wageningen, Netherlands
- 116** Lloyd, C. R. (2006); Annual carbon balance of a managed wetland meadow in the Somerset Levels, UK, *Agricultural and Forest Meteorology* 138: 168-179
- 117** Rochefort, L., S. Campeau and J. L. Bugnon (2002); Does prolonged flooding prevent or enhance regeneration and growth of *Sphagnum*?, *Aquatic Botany* 74: 327-341
- 118** Jauhainen, J. S. Limin, H. Silvennoinen and H. Vasander (2008); Carbon dioxide and methane fluxes in drained tropical peat before and after hydrological restoration, *Ecology* 89: 3503-3514
- 119** Kulshreshtha, S. N., S. Lac, M. Johnston and C. Kinar (2000); *Carbon Sequestration In Protected Areas Of Canada: An Economic Valuation*, Economic Framework Project, Report 549, Canadian Parks Council, Warsaw, Canada
- 120** Rakovich V.A. and Bambalov N.N. (in print); *Methodology for measuring the release and sequestration of carbon from degraded peatlands* (in Russian, Oct 2009 – being prepared for print)
- 121** Ramlala, B. and S. M. J. Babanb (2008); Developing a GIS based integrated approach to flood management in Trinidad, West Indies, *Journal of Environmental Management* 88; 1131–1140
- 122** Gibbes, C., J. Southworth and E. Keys (2009); Wetland conservation: Change and fragmentation in Trinidad's protected areas, *Geoforum*, 40; 91–104
- 123** wbcarbonfinance.org/Router.cfm?Page=Projport&ProjID=9643, accessed 23rd August 2009
- 124** Anon (2009) Nariva Swamp Restoration Project Appraisal Document May 29, 2009, Environmental Management Authority of Trinidad and Tobago, www.ema.co.tt/docs/public/NARIVA%20SWAMP%20RESTORATION%20-ENVIRONMENTAL%20ASSESSMENT%2029%20MAY%2008.pdf, accessed 23rd August 2009
- 125** Raven, J. A. and P. G. Falkowski (1999); Oceanic sinks for atmospheric CO₂, *Plant, Cell and Environment* 22: 741-755

- 126** Field, C. B., M. J. Behrenfeld, J. T. Randerson and P. Falkowski, P. (1998); Primary production of the biosphere: integrating terrestrial and oceanic components, *Science* 281: 237-240
- 127** Lee, K., S.-D. Choi, G. H. Park, R. Wanninkhof, T. H. Peng, R. M. Key, C. L. Sabine, R. A. Feely, J. L. Bullister, F. J. Millero and A. Kozyr (2003); An updated anthropogenic CO₂ inventory in the Atlantic Ocean, *Global Biogeochemical Cycles* 17: 27-1-27-17
- 128** Orr, J. C., V. J. Fabry, O. Aumont, L. Bopp, S. C. Doney, R. A. Feely, A. Gnanadesikan, N. Gruber, A. Ishida, F. Joos, R. M. Key, K. Lindsay, E. Maier-Reimer, R. Matar, P. Monfray, A. Mouchet, R. G. Najjar, G.-K. Plattner, K. B. Rodgers, C. L. Sabine, J. L. Sarmiento, R. Schlitzer, R. D. Slater, I. J. Totterdell, M.-F. Weirig, Y. Yamanaka and A. Yool (2005); Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms, *Nature* 437: 681-686
- 129** Duarte, C. M. (2002); The future of seagrass meadows, *Environmental Conservation* 29: 192-206
- 130** Cagampan, J. P. and J. M. Waddington (2008); Net ecosystem CO₂ exchange of a cutover peatland rehabilitated with a transplanted acrotelm, *Ecoscience* 15: 258-267
- 131** Uryu, Y., C. Mott, N. Foad, K. Yulianto, A. Budiman, Setiabudi, F. Takakai, Sunarto, E. Purastuti, N. Fadhli, C. M. B. Hutajulu, J. Jaenicke, R. Hatano, F. Siegert and M. Stuwe (2008); *Deforestation, Forest Degradation, Biodiversity Loss and CO₂ Emissions in Riau, Sumatra, Indonesia*, WWF Indonesia Technical Report. Jakarta, Indonesia. 74 pp
- 132** Jaenicke, J., J. O. Rieley, C. Mott, P. Kimman and F. Siegert (2008); Determination of the amount of carbon stored in Indonesian peatlands, *Geoderma* 147: 151-158
- 133** Chapman, V. J. (1977); Chapter 1 Introduction, Pp 1-30 in Chapman, V. J. (ed.) *Ecosystems of the World 1 Wet Coastal Ecosystems*, Chapman, V. J. (ed) Elsevier, Amsterdam 428 pages
- 134** Bridgman, S. D., J. P. Patrick Megonigal, J. K. Keller, N. B. Bliss and C. Trettin (2006); The carbon balance of North American wetlands, *Wetlands* 26: 889-916
- 135** Chmura, G. L., S. C. Anisfeld, D. Cahoon and J. Lynch (2003); Global carbon sequestration in tidal, saline wetland soils, *Global Biogeochemical Cycles* 17: 1-12
- 136** Turner, R. E. (1976); Geographic variation in salt marsh macrophyte production: a review, *Contributions in Marine Science* 20: 47-68
- 137** Roman, C. T. and F. C. Daiber (1984); Aboveground and belowground primary production dynamics of two Delaware Bay tidal marshes, *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 3: 34-41
- 138** Ibañez, C., A. Curco, J. W. Jr. Day and N. Prat (2000); Structure and productivity of microtidal Mediterranean coastal marshes, pp 107-137 in *Concepts and Controversies in Tidal Marsh Ecology*, M. P. Weinstein and D. A. Kreeger (eds), Kluwer Academic Publishers, London
- 139** Neves, J. P., L. F. Ferreira, M. P. Simões and L. C. Gazarini (2007); Primary production and nutrient content in two salt marsh species, *Atriplex portulacoides* L. and *Limoniastrum monopetalum* L., in Southern Portugal, *Estuaries and Coasts* 30:459-468
- 140** Greenberg, R., J. Maldonado, S. Droege and M. V. McDonald (2006); Tidal marshes: a global perspective on the evolution and conservation of their terrestrial vertebrates, *BioScience* 56: 675-685
- 141** Connor, R., G. L. Chmura and C. B. Beecher (2001); Carbon accumulation in Bay of Fundy salt marshes: implications for restoration of reclaimed marshes, *Global Biogeochemical Cycles* 15: 943-954
- 142** Darby, F. A., and R. E. Turner (2008); Below- and aboveground *Spartina alterniflora* production in a Louisiana salt marsh, *Estuaries and Coasts* 31: 223-231
- 143** Spalding M. D., F. Blasco and C. D. Field (eds.) (1997); *World Mangrove Atlas*, International Society for Mangrove Ecosystems, Okinawa, Japan
- 144** Valiela I., J. L. Bowen and J. K. York (2001); Mangrove forests: one of the world's threatened major tropical environments, *BioScience* 51: 807-815
- 145** Farnsworth E. J. and A. M. Ellison (1997); The global conservation status of mangroves, *Ambio* 26: 328-334
- 146** Primavera J. H. (1995); Mangroves and brackishwater pond culture in the Philippines, *Hydrobiologia* 295: 303-309
- 147** Bouillon S., A. V. Borges, E. Castañeda-Moya, K. Diele, T. Dittmar, N. C. Duke, E. Kristensen, S. Y. Lee, C. Marchand, J. J. Middelburg, V. Rivera-Monroy, T. J. Smith and R. R. Twilley (2008); Mangrove production and carbon sinks: a revision of global budget estimates, *Global Biogeochemical Cycles* 22, GB2013, doi:10.1029/2007GB003052
- 148** Saenger P., and S. C. Snedaker (1993); Pantropical trends in mangrove aboveground biomass and annual litterfall, *Oecologia* 96: 293-299
- 149** Suratman, M. N. (2008); Carbon sequestration potential of mangroves in South East Asia, In: *Managing Forest Ecosystems: The Challenge of Climate Change*, F. Bravo, V. LeMay, R. Jandl and K. Gadow (eds.), Springer: Netherlands, pp. 297-315
- 150** Chmura G. L., S. C. Anisfeld, D. R. Cahoon and J. C. Lynch (2003); Global carbon sequestration in tidal, saline wetland soils, *Global Biogeochemical Cycles* 17: 1111, doi:10.1029/2002GB001917
- 151** Kristensen E, S. Bouillon, T. Dittmar and C. Marchand (2008); Organic matter dynamics in mangrove ecosystems, *Aquatic Botany* 89: 201-219
- 152** Twilley R. R. (1995); Properties of mangroves ecosystems and their relation to the energy signature of coastal environments, in: *Maximum Power*, C. A. S. Hall (ed), Colorado Press, Colorado, p 43-62
- 153** Bouillon S. *et al* (2008); *op cit*
- 154** Perry C. and A. Berkely (2009); Intertidal substrate modifications as a result of mangrove planting: impacts of introduced mangrove species on sediment microfacies characteristics, *Estuarine and Coastal Shelf Science* 81: 225-237
- 155** Granek E. and B. I. Ruttenberg (2008); Changes in biotic and abiotic processes following mangrove clearing, *Estuarine and Coastal Shelf Science* 80: 555-562
- 156** Allen J. A., K. C. Ewel, B. D. Keeland, T. Tara and T. J. Smith (2000); Downed wood in Micronesian mangrove forests, *Wetlands* 20: 169-176
- 157** Rivera-Monroy V. H., R. R. Twilley, E. Mancera, A. Alcantara-Eguren, E. Castañeda-Moya, O. Casas-Monroy, F. Reyes, J. Restrepo, L. Perdomo, E. Campos, G. Cotes and E. Villoria (2006); Adventures and misfortunes in Macondo: rehabilitation of the Ciénaga Grande de Santa Marta lagoon complex, Colombia, *Ecotropicos* 19: 72-93

- 158** Krauss K. W., C. E. Lovelock, K. L. McKee, L. Lopez-Hoffman, S. M. L. Ewe and W. P. Sousa (2008); Environmental drivers in mangrove establishment and early development: a review, *Aquatic Botany* 89: 105-127
- 159** Simard M., V. H. Rivera-Monroy, J. E. Mancera-Pineda, E. Castaneda-Moya and R. R. Twilley (2008); A systematic method for 3D mapping of mangrove forests based on Shuttle Radar Topography Mission elevation data, ICESat/GLAS waveforms and field data: Application to Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia, *Remote Sensing of Environment* 112: 2131-2144
- 160** McKee K. L. and P. L. Faulkner (2000); Restoration of biogeochemical function in mangrove forests, *Restoration Ecology* 8: 247-259
- 161** McLeod, E. and R. V. Salm (2006); *Managing Mangroves for Resilience to Climate Change*, IUCN, Gland, Switzerland
- 162** Waycott, M., C. M. Duarte, T. J. B. Carruthers, R. J. Orth, W. C. Dennison, S. Olyarnik, A. Calladine, J. W. Fourqurean, K. L. Heck, Jr., A. R. Hughes, G. A. Kendrick, W. J. Kenworthy, F. T. Short, and S. L. Williams (2009); Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106: 12377-12381
- 163** Green E. P. and F. T. Short (2003); *World Atlas of Seagrasses*, University of California Press 310pp
- 164** Heck Jr. K. L., T. J. B. Carruthers, C. M. Duarte, A. R. Hughes, G. Kendrick, R. J. Orth and S. W. Williams (2008); Trophic transfers from seagrass meadows subsidize diverse marine and terrestrial consumers. *Ecosystems* 11: 1198-1210
- 165** Charpy-Roubaud C. and A. Sournia (1990); The comparative estimation of phytoplankton microphytobenthic production in the oceans, *Marine Microbial Food Webs* 4: 31-57
- 166** Waycott et al (2009); op cit
- 167** Orth R. J., T. J. B. Carruthers, W. C. Dennison, C. M. Duarte, J. W. Fourqurean, K. L. Heck Jr., A. R. Hughes, G. A. Kendrick, W. J. Kenworthy, S. Olyarnik, F. T. Short, M. Waycott and S. L. Williams (2006); A Global Crisis for Seagrass Ecosystems, *Bioscience* 56: 987-996
- 168** Waycott et al (2009); op cit
- 169** Short, F. T. and H. A. Neckles (1999); The effects of global climate change on seagrasses, *Aquatic Botany* 63: 169-196
- 170** Duarte C. M. and C. L. Chiscano (1999); Seagrass biomass and production: a reassessment, *Aquatic Botany* 65: 159-174
- 171** Mateo M. A., J. Cebrian, K. Dunton and T. Mutchler (2006); Carbon flux in seagrass ecosystems, in *Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation*, W. D. Larkum, R. J. Orth and C. M. Duarte (eds), Springer, New York
- 172** Smith S. V. (1981); Marine Macrophytes as a Global Carbon Sink, *Science* 211: 838-840
- 173** Pergent G., J. Romero, C. Pergent-Martini and M. A. Mateo and C. F. Boudouresque (1994); Primary production, stocks and fluxes in the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*, *Marine Ecology Progress Series* 106: 139-146
- 174** Romero J., M. Pérez, M. A. Mateo and A. Sala (1994); The belowground organs of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* as a biogeochemical sink, *Aquatic Botany* 47: 13-19
- 175** Mateo M. A., J. Romero, M. A. Pérez, M. M. Littler and D. S. Littler (1997); Dynamics of millenary organic deposits resulting from the growth of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 44: 103-110
- 176** Duarte C. M. and Cebrián J. (1996); The fate of marine autotrophic production, *Limnol. Oceanogr.* 41: 1758-1766
- 177** Cebrián J. (2002); Variability and control of carbon consumption, export, and accumulation in marine communities, *Limnology and Oceanography* 47: 11-22
- 178** Duarte C. M., J. J. Middelburg and N. Caraco (2005); Major role of marine vegetation on the oceanic carbon cycle, *Biogeosciences* 2: 1-8
- 179** Duarte C. M. (1999); Seagrass ecology at the turn of the millennium: challenges for the new century, *Aquatic Botany* 65: 7-20
- 180** Björk M., F. Short, E. Mcleod and S. Beer (2008); Managing seagrasses for resilience to climate change, IUCN, Gland, Switzerland. 56pp
- 181** Ralph P. J., D. Tomasko, K. Moore, S. Seddon and C. A. O. Macinnis-Ng (2006); Human impacts on seagrasses: Eutrophication, sedimentation and contamination, in *Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation*, W. D. Larkum, R. J. Orth and C. M. Duarte (eds), Springer, New York
- 182** Wilkinson, C. R. (ed) (2008); *Status of Coral Reefs of the World: 2008*, GCRMN/Australian Institute of Marine Science
- 183** Mumby, P. J. and R. S. Steneck (2008); Coral reef management and conservation in light of rapidly evolving ecological paradigms, *Trends in Ecology and Evolution* 23: 10
- 184** Kleypas, J. A. (1997); Modeled estimates of global reef habitat and carbonate production since the last glacial maximum. *Paleoceanography* 12: 533-545
- 185** Gattuso, J. P., M. Frankignoulle and S. V. Smith (1999); Measurement of community metabolism and significance in the coral reef CO₂ source-sink debate, *Proceedings of the National Academy of Science* 96: 13017-13022
- 186** D'Eath, G., J. M. Lough and K. E. Fabricius (2009); Declining coral calcification on the Great Barrier Reef, *Science* 323: 116-119
- 187** Atkinson, M. J. and P. Cuet (2008); Possible effects of ocean acidification on coral reef biogeochemistry: topics for research, *Marine Ecology Progress Series* 373: 249-256
- 188** Schuman, G. E., H. H. Janzen and J. E. Herrick (2002); Soil carbon dynamics and potential carbon sequestration by rangelands, *Environmental Pollution* 116: 391-396
- 189** Nosberger J., H. Blum and J. Fuhrer (2000); Crop ecosystem responses to climatic change: productive grasslands, in *Climate change and global crop productivity*, Hodges H. F. (ed), CAB International, Wallingford, UK, pp 271-291
- 190** Fan, J., H. Zhong, W. Harris, G. Yu, S. Wang, Z. Hu and Y. Yue (2008). Carbon storage in the grasslands of China based on field measurements of above- and below-ground biomass, *Climatic Change* 86: 375-396
- 191** Amundson, R. (2001); The carbon budget in soils, *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 29: 535-562
- 192** Grace, J., J. San José, P. Meir, H. S. Miranda and R. A. Montes (2006); Productivity and carbon fluxes of tropical savannas, *Journal of Biogeography* 33, 387-400

- 193** White, R., S. Murray and M. Rohweder (2000); *Pilot Analysis of Global Ecosystems: Grassland Ecosystems*, World Resources Institute, Washington DC
- 194** Xie, Z. B., J. G. Zhu, G. Liu, G. Cadisch, T. Haegawa, C. M. Chen, H. F. Sun, H. Y. Tang and Q. Zeng (2007); Soil organic carbon stocks in China and changes from 1980s to 2000s, *Global Change Biology* 13: 1989-2007
- 195** Bellamy, P. H. P. J. Loveland, R. I. Bradley, R. M. Lark and G. J. D. Kirk (2005); Carbon losses from all soils across England and Wales 1978–2003, *Nature* 437: 245-248
- 196** Morgan, J. A., D. G. Milchunas, D. R. Lecoan, M. West and A. R. Mosier (2007); Carbon dioxide enrichment alters plant community structure and accelerates shrub growth in the shortgrass steppe, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104: 14724-14729
- 197** Jackson, R. B., J. L. Banner, E. G. Jobbágy, W. T. Pockman and D. H. Wall (2002); Ecosystem carbon loss with woody plant invasion of grasslands, *Nature* 418: 623-626
- 198** Jones, M. B. and A. Donnelly (2004); Carbon sequestration in temperate grassland ecosystems and the influence of management, climate and elevated CO₂, *New Phytologist* 164: 423-439
- 199** Yang, Y., J. Fang, Y. Tang, C. Ji, C. Zheng, J. He and B. Zhu (2008); Storage, patterns and controls of soil organic carbon in the Tibetan grasslands, *Global Change Biology* 14: 1592-1599
- 200** Flanagan, L. B., L. A. Wever and P. J. Carlson (2002); Seasonal and interannual variation in carbon dioxide exchange and carbon balance in a northern temperate grassland, *Global Change Biology* 8: 599 - 615
- 201** Svejcar, T., R. Angell, J. A. Bradford, W. Dugas, W. Emmerich, A. B. Frank, T. Gilmanov, M. Haferkamp, D. A. Johnson, H. Mayeux, P. Mielnick, J. Morgan, N. Z. Saliendra, G. E. Schuman, P. L. Sims and K. Snyder (2008); Carbon fluxes on North American rangelands, *Rangeland Ecology and Management* 61: 465-474
- 202** Emmerich, W., J. Bradford, P. Simms, D. Johnson, N. Saliendra, A. Sveicar, R. Angell, A. Frank, R. Phillips, K. Snyder and J. Morgan (forthcoming); Physiological and environmental regulation of inter-annual variability in CO₂ exchange on rangelands in the western USA, *Global Change Biology*
- 203** Soussana, J. F., P. Loiseau, N. Vuichard, E. Ceschia, J. Balesdent, T. Chevallier and D. Arrouays (2004); Carbon cycling and sequestration opportunities in temperate grasslands, *Soil Use and Management* 20: 219-230
- 204** Post, W. M. and K. C. Kwon (2000); Soil Carbon Sequestration and Land-Use Change: Processes and Potential, *Global Change Biology* 6: 317–328
- 205** Conant, R. T., K. Paustian and E. T. Elliott (2001); Grassland management and conversion into grassland: effects on soil carbon, *Ecological Applications* 11: 343-355
- 206** Conant, R. T. and K. Paustian (2002); Potential soil carbon sequestration in overgrazed grassland ecosystems, *Global Biochemical Cycles* 16: doi:10.1029/2001GB001661
- 207** Rice, C. W. (2000); Soil organic C and N in rangeland soils under elevated CO₂ and land management, In: *Proceedings: Advances in Terrestrial Ecosystem Carbon Inventory, Measurements, and Monitoring. 3–5 October 2000*, USDA-ARS, USDA-FS, USDA-NRCS, US Dept. Energy, NASA, and National Council for Air and Stream Improvement, Raleigh, NC, pp. 83
- 208** Coad, L., N. D. Burgess, C. Loucks, L. Fish, J. P. W. Scharlemann, L. Duarte and C. Besançon (2009); *The ecological representativeness of the global protected areas estate in 2009: progress towards the CBD 2010 target*, UNEP-WCMC, WWF US and ECI, University of Oxford
- 209** Bilenca, D. and F. Miñarro (2004); *Conservation strategy for the natural grasslands of Argentina, Uruguay and southern Brazil: Phase II Identification of Valuable Grasslands Areas (VGAs)*, Fundacion Vida Silvestre, Buenos Aires
- 210** Lal, R. (2004); Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security, *Science* 304: 1623-1627
- 211** Scherr, S. J. and S. Sthapit (2009); *Mitigating Climate Change Through Food and Land Use*, World Watch Report 179, World Watch Institute, USA
- 212** Easterling, W. E., P. K. Aggarwal, P. Batima, K. M. Brander, L. Erda, S. M. Howden, A. Kirilenko, J. Morton, J.-F. Soussana, J. Schmidhuber and F. N. Tubiello (2007); Food, fibre and forest products, *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden and C. E. Hanson [Eds.], Cambridge University Press, Cambridge, UK, 273-313
- 213** IPCC (2007) *op cit*
- 214** Smith, P., D. Martino, Z. Cai, D. Gwary, H. Janzen, P. Kumar, B. McCarl, S. Ogle, F. O'Mara, C. Rice, B. Scholes and O. Sirotenko (2007) Agriculture. In *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- 215** Lal, R. (2003); Global potential of soil carbon sequestration to mitigate the greenhouse effect, *Critical Reviews in Plant Sciences* 22: 158-184
- 216** IPCC (2007) *op cit*
- 217** Barker, T., I. Bashmakov, A. Alharthi, M. Amann, L. Cifuentes, J. Drexhage, M. Duan, O. Edenhofer, B. Flannery, M. Grubb, M. Hoogwijk, F. I. Ibitoye, C. J. Jepma, W.A. Pizer, K. Yamaji (2007); *Mitigation from a cross-sectoral perspective*. in *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA
- 218** Lal, R. (2004); Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security, *Science* 304: 1623-1627
- 219** Lal, R. (2004a); Soil sequestration to mitigate climate change, *Geoderma* 123: 1-22
- 220** European Climate Change Programme (undated); Working Group Sinks Related to Agricultural Soils: Final Report (http://ec.europa.eu/environment/climat/pdf/finalreport_agricsoils.pdf, accessed 1st October 2009)
- 221** Paustian, K., J. M. Antle, J. Sheehan and E. A. Paul (2006); *Agriculture's Role in Greenhouse Gas Mitigation*, Pew Center on Global Climate Change, Washington DC
- 222** LaSalle, T. J. and P. Hepperly (2008); *Regenerative Organic Farming: A Solution to Global Warming*, Rodale Institute, USA

- 223** Stolton, S., B. Geier and J. A. McNeely (eds) (2000); *The Relationship between Nature Conservation, Biodiversity and Organic Agriculture*, International Federation of Organic Agricultural Movements (IFOAM), IUCN, Associazione Italiana per l'Agricoltura Biologica (AIAB) and WWF
- 224** Dudley, N., D. Baldock, R. Nasi and S. Stolton (2005); Measuring biodiversity and sustainable management in forestry and agricultural landscapes, *Philosophical Transactions of the Royal Society* 360: 457-470
- 225** Phillips, A. (2002); *Management Guidelines for IUCN Category V Protected Areas: Protected Landscapes / Seascapes*, Best Practice Protected Areas Guidelines Series number 9, Cardiff University and IUCN
- 226** Gambino, R. (ed) (2008); *Parchi d'Europa: Verso una politica europea per le aree protette*, ETS Edizioni, Pisa
- 227** Pugliese, P. (2002); Organic farming and sustainable rural development: a multi-faceted and promising convergence, *Sociologia Ruralis* 41: 112-130
- 228** Post, W. M. and K. C. Kwon (2000); Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential, *Global Change Biology* 6: 317-328
- 229** <http://www.fao.org/nr/water/news/soil-db.html>, accessed 6th July 2009
- 230** UNEP (2002); *Global Environment Outlook 3*, UNEP, Nairobi, Kenya
- 231** Stolton, S., N. Dudley and J. Randall (2008); *Natural Security: Protected areas and hazard mitigation*, WWF, Gland, Switzerland
- 232** Dilley, M., R. S. Chen, U Deichmann, A L Lerner-Lam and M Arnold (2005); *Natural Disaster Hotspots: A Global Risk Analysis*, The World Bank, Washington
- 233** Bates, B., Z. W. Kundzewicz, S. Wu and J. Palutikof (eds) (2008); *Climate Change and Water*, Intergovernmental Panel on Climate Change, WMO and UNEP, Geneva
- 234** Helmer, M. and D. Hilhorst (2006); Editorial: Natural disasters and climate change, *Disasters* 30: 1-4
- 235** Huq, S., S. Kovats, H. Reid and D. Satterthwaite (2007); Editorial: Reducing risks to cities from disasters and climate change, *Environment and Urbanization* 19:3
- 236** van Aalst, M. K. (2006); The impacts of climate change on the risk of natural disasters, *Disasters*, 30:1, 5-18
- 237** Dore, M. H. I. (2005); Climate change and changes in global precipitation patterns: What do we know? *Environment International*, 31:8, 1167-1181
- 238** AIACC (2004); *It's raining, it's pouring... It's time to be adapting*, Report of the Second AIACC Regional Workshop for Latin America and the Caribbean Buenos Aires, Argentina 24-27 August 2004, Assessment of Impacts and Adaptations to Climate Change (AIACC), Washington DC, USA
- 239** Shaluf, I. M. and A. Fakhru'l-Razi (2006); Disaster types in Malaysia: an overview; *Disaster Prevention and Management*, 15:2, 286 – 298
- 240** van Aalst, M. K. (2006); *op cit*
- 241** IPCC (2007); *Climate Change 2007 – The Physical Science Basis: Summary for Policymakers*, Working Group II Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report: Climate Change 2007
- 242** WMO (2005); *WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2005*, WMO Press Release No. 743, 15th December 2005
- 243** CEPAL (2007); Exercise to Estimate the Economic Impact of Hurricane Wilma in the Tourism Sector in Quintana Roo, Training on assessment of socio-economic and environmental impact of disasters, Subregional location in Mexico, June 18 to 22, 2007.
- 244** Zapata-Martí R. (Focal Point of Disasters Assessment, CEPAL) (2008); Flooding in Tabasco: Monitored Socio-Economic Assessment by CEPAL and CONAPRED, seplan.tabasco.gob.mx/seplanet/vision_cepla/vision_cepala_tab_08.pps, accessed 28th July 2009
- 245** Meyer, P. (1997); *Tropical Cyclones*, Swiss Re, Zurich, Switzerland
- 246** Simms, A., J. Magrath and H. Reid (2004); *Up in smoke? Threats from, and responses to, the impact of global warming on human development*, new economics foundation, London
- 247** Nicholls, R. J. and F. M. J. Hoozemans (2005); Global Vulnerability Analysis in M Schwartz (editor), *Encyclopaedia of Coastal Science*, Springer
- 248** IPCC (2007); *Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability: Summary for Policymakers*, Working Group II Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report: Climate Change 2007
- 249** Huq, S., S. Kovats, H. Reid and D. Satterthwaite (2007); *op cit*
- 250** ISDR (2004); *Living with Risk: A global review of disaster reduction initiatives*, UN/ISDR, Geneva, Switzerland
- 251** Simms, A., J. Magrath and H. Reid (2004); *op cit*
- 252** World Bank (2004); Press Release: Natural Disasters: Counting the Cost, 2 March, 2004, World Bank, Washington DC
- 253** Pachauri, R. K. and A. Reisinger (Eds.) (2007); *Climate Change 2007: Synthesis Report*, IPCC, Geneva, Switzerland, pp 104
- 254** Kumazaki, M., M. Tsutsui, K. Shimada, M. Suzuki and Y. Yasuda (eds.) (1991); *Green Forever: Forests and people in Japan*, The National Land Afforestation Promotion Organisation, Tokyo
- 255** Anon (undated); *Forest Conservation in Japan*, Government of Japan, Tokyo
- 256** Bagader, A. A., A. T. Al-Chirazi El-Sabbagh, M. As-Sayyid Al-Glayand, M. Y. Izzi-Deen Samarrai, (1994); *Environmental Protection in Islam*, IUCN Environmental Policy and Law paper No. 20. Rev., 1994, IUCN, Gland Switzerland
- 257** Pathak, N., T. Balasinorwala and A. Kothari (2005); *Community Conserved Areas: Lessons from India, for the CBD Programme of Work*, Kalpavriksh, Pune, India
- 258** Costanza, R., O. Perez-Maqueo, M. L. Martinez, P. Sutton, S. J. Anderson and K Mulder (2008); The value of coastal wetlands to hurricane prevention, *Ambio* 37: 241-248
- 259** *ibid*
- 260** Kramer, R., D. Richter, S. Pattanayak, and N. Sharma (1997); Ecological and Economic Analysis of Watershed Protection in Eastern Madagascar; *Journal of Environmental Management*; 49: 277-295
- 261** Government of Nepal (2004); Strengthening disaster preparedness capacities in Kathmandu Valley, Draft report for UNDP, www.undp.org/cpr/disred/documents/regions/asia/nepal_preparedness_prodoc.pdf, accessed 1st October 2009
- 262** <http://www.unep-wcmc.org/sites/pa/1095v.htm>, accessed 19th July 2009

- 263** McShane, T. O. and E. McShane-Caluzi (1997); Swiss forest use and biodiversity conservation, In *Harvesting Wild Species: Implications for Biodiversity conservation* (ed.) C H Freese, John Hopkins University Press, Baltimore and London
- 264** Brändli, U. B. and A. Gerold (2001); Protection against natural hazards, In Swiss *National Forest Inventory: Methods and Models of the Second Assessment* (eds.) P Brassel and H Lischke, WSL Swiss Federal Research Institute, Birmensdorf
- 265** ISDR (2004); *Living with Risk: A global review of disaster reduction initiatives*, UN/ISDR, Geneva, Switzerland
- 266** Simms, A., J. Magrath and H. Reid (2004); *op cit*
- 267** Fernando, H. J. S., S. G. Mendis, J. L. McCulley and K. Perera (2005); Coral poaching worsens tsunami destruction in Sri Lanka, *Eos Trans. AGU* 86:301, 304; and Liu, P. L. F., P. Lynett, H. Fernando, B. E. Jaffe, H. Fritz, B. Higman, R. Morton, J. Goff and C. Synolakis (2005); Observations by the International Survey Team in Sri Lanka, *Science*, 308:1595
- 268** <http://sea.unep-wcmc.org/sites/pa/0513q.htm> (accessed 19/6/09)
- 269** UNCCD (2006); *Ten African Experiences: Implementing the United Nations Convention to Combat Desertification in Africa*: Secretariat of the United Nations Convention to Combat Desertification, Bonn, Germany
- 270** Berthe, Y. (1997); The role of forestry in combating desertification, World Forestry Congress, Antalya, Turkey
- 271** Karki, S. (2002); *Community Involvement in and Management of Forest Fires in Southeast Asia*, Project Firefight Southeast Asia, Jakarta Indonesia
- 272** MacKinnon, K. S., G. Hatta, H. Halim and A. Mangalik (1997); *The Ecology of Kalimantan*, Oxford University Press, Oxford UK
- 273** Adeney, J. M., N. L. Christensen Jr. and S. L. Pimm (2009); Reserves Protect Against Deforestation Fires in the Amazon, *PLoS One* 4: 3-12
- 274** RAMSAR (2002); Draft Thematic Paper on Management of Africa's Wetlands; www.ramsar.org/cop8/cop8_nepad_thematic.doc, accessed 19th July 2009
- 275** Mascarenhas, A. (2004); Oceanographic validity of buffer zones for the east coast of India: A hydrometeorological perspective, *Current Science*, 86:3
- 276** Mullan, B., D. Wratt, S. Dean, M Hollis, S Allan, T Williams, G Kenny G and Ministry for the Environment (2008); *Climate Change Effects and Impacts Assessment: A Guidance Manual for Local Government in New Zealand: 2nd Edition*, Ministry for the Environment, Wellington
- 277** Ausseil, A.-G., P. Gerbeaux, W. Chadderton, T. Stephens, D. Brown, and J. Leathwick (2008); *Wetland ecosystems of national importance for biodiversity: Criteria, methods and candidate list of nationally important inland wetlands*. Landcare Research, Wellington
- 278** Schuyt, K. and L. Brander (2004); *The Economic Values of the World's Wetlands*, WWF, Gland, Switzerland
- 279** Department of Conservation (2007); *Economic Values of Whangamarino Wetland*, DoC, Auckland, New Zealand
- 280** Information from the Directory of Wetlands of International Importance entry for New Zealand 5NZ003 (<http://www.wetlands.org/rsis/>, accessed 17th September 2009)
- 281** www.doc.govt.nz/conservation/land-and-freshwater/wetlands/arawai-kakariki-wetland-restoration-programme/background/, accessed 23rd August 2009
- 282** van Aalst, M. K. (2006); The impacts of climate change on the risk of natural disasters, *Disasters*, 30:1, 5-18
- 283** Bürki, R., H. Elsasser, B. Abegg and U. Koenig (2005); Climate change and tourism in the Swiss Alps, in C. M. Hall and J. E. S. Higham (eds), *Tourism, Recreation and Climate Change*, Channel View Publications, Bristol
- 284** Meusbürger, K. and C. Alewell (2008); Impacts of anthropogenic and environmental factors on the occurrence of shallow landslides in an alpine catchment (Urseren Valley, Switzerland), *INatural Hazards and Earth Systems Sciences* 8: 509-520
- 285** Montgomery, D. R., K. M. Schmidt, H. M. Greenberg and W. E. Dietrich (2000); Forest clearing and regional landsliding, *Geology* 28 (4): 311-314
- 286** Hervás, J. (ed.) (2003); *Lessons Learnt from Landslide Disasters in Europe*, European Commission Joint Research Centre
- 287** Dapples, F., A. F. Lotter, J. F. N. van Leeuwen, W. O. van der Knaap, S. Dimitriadis and D. Oswald (2004); Paleolimnological evidence for increased landslide activity due to forest clearing and land-use since 3600 cal BP in the western Swiss Alps, *Journal of Paleolimnology*, 27:2; 239-248
- 288** McShane, T. O. and E. McShane-Caluzi (1997); *op cit*
- 289** Brändli, U-B. and A. Gerold (2001); *op cit*
- 290 2004 Swiss National Report to the Convention on Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes, available at: www.unece.org/env/water/meetings/ecosystem/Reports/Switzerland_en.pdf, accessed 1st October 2009
- 291** Lateltin, O., C. Haemmig, H. Raetzo and C. Bonnard (2005); Landslide risk management in Switzerland, *Landslides* 2: 313-320
- 292** ISDR (2004); *op cit*
- 293** De Sherbinin, A. and V. Dompka (ed) (1998); *Water and Population Dynamics: Case Studies and Implications*, American Association for the Advancement of Science, Washington DC
- 294** Postel, S. L., G. C. Daily and P. R. Ehrlich (1996); Human appropriation of renewable fresh water, *Science* 271: 785-788
- 295** Arnell, N. W. (1999); Climate change and global water use, *Global Environmental Change* 9: 531-549
- 296** Gleik, P. (2003); Global freshwater resources: soft path solutions for the 21st century, *Science* 302: 1524-1528
- 297** Wallace, J. S. (2000); Increasing agricultural water use efficiency to meet future food production, *Agricultural Ecosystems and the Environment* 82: 105-119
- 298** Rosegrant, M. W. and S. A. Cline (2003); Global food security: challenges and promises, *Science* 302: 1917-1919
- 299** Oki, T. and S. Kanae (2006); Global hydrological cycles and world water resources, *Science* 313: 1068-1072
- 300** Bates, B., Z. W. Kundzewicz, S. Wu and J. Palutikof [editors] (2008); *Climate Change and Water*, Intergovernmental Panel on Climate Change, WMO and UNEP, Geneva
- 301** Arwell, N. W. (2004); Climate change and global water resources: SRES emissions and socio-economic scenarios, *Global Environmental Change* 14: 31-52

- 302** Hamilton, L. S, J. O. Juvik and F. N. Scatena (1994); *Tropical Montane Cloud Forests* Ecological Studies Series Vol.110, Springer-Verlag, New York, Berlin, London, Paris and Tokyo
- 303** Hamilton, L. S., J. O. Juvik, and F. N. Scatena (1995); The Puerto Rico tropical cloud forest symposium: introduction and workshop synthesis, in *Tropical Montane Cloud Forests* [edited by] L S Hamilton, J O Juvik and F N Scatena, Springer-Verlag Ecological Studies 110, New York: 1-23
- 304** Bubb, P., I. May, L. Miles and J. Sayer (2004); *Cloud Forest Agenda*, UNEP World Conservation Monitoring Centre, Cambridge
- 305** Bruijnzeel, L. A. (1990); *Hydrology of Moist Tropical Forests and Effects of Conversion: A State of Knowledge Review*, UNESCO International Hydrological Humid Tropics Programme, Paris
- 306** Howe, C., R.N. Jones, S. Maheepala, B. Rhodes (2005); Melbourne Water Climate Change Study, Implications of Potential Climate Change for Melbourne's Water Resources, Melbourne Water and CSIRO Urban Water and Climate Impact Groups, Victoria, Australia
- 307** Kuczera G. (1987); Prediction of water yield reductions following a bushfire in ash-mixed species eucalypt forest, *Journal of Hydrology*, 94:215-236.
- 308** Peel M., F. Watson, R. Vertessy, A. Lau, I. Watson, M. Sutton and B. Rhodes (2000); *Predicting the Water Yield Impacts of Forest Disturbance in the Maroondah and Thomson Catchments using the Macaque Model Technical Report*, Report 00/14, December 2000, Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology and Melbourne Water, Australia
- 309** Howe, C., R.N. Jones, S. Maheepala, B. Rhodes (2005); *op cit*
- 310** World Water Council (2000); *World Water Vision*, Earthscan, London
- 311** Hamilton, L. with contributions from N. Dudley, G. Greminger, N. Hassan, D. Lamb, S. Stolton and S. Tognetti (2008); *Forests and Water*, FAO Forestry Paper 155, Food and Agricultural Organization, Rome
- 312** Arnell, N. W. (2004); Climate change and global water reserves: SRES emissions and socio-economic scenarios, *Global Environmental Change* 14: 31-52
- 313** Bates, B., Z. W. Kundzewicz, S. Wu and J. Palutikof [editors] (2008); *Climate Change and Water*, Intergovernmental Panel on Climate Change, WMO and UNEP, Geneva
- 314** United Nations Human Settlement Programme (2003); *Water and Sanitation in the World's Cities: Local Action for Global Goals*, Earthscan, London
- 315** World Bank (2002); *Water – Priority for Responsible Growth and Poverty Reduction: An Agenda for Investment and Policy Change*, World Bank, Washington, USA
- 316** Shiva, V. (2002); *Water Wars: Privatization, pollution and profit*, Pluto Press, London
- 317** Aylward, B. (2000); *Economic Analysis of Land-use Change in a Watershed Context* presented at a UNESCO Symposium/Workshop on Forest-Water-People in the Humid Tropics, Kuala Lumpur, Malaysia, July 31 –August 4, 2000
- 318** Jeng, H. and Y. J. Hong (2005); Assessment of a natural wetland for use in wastewater remediation, *Environmental Monitoring and Assessment* 111: 113-131
- 319** Ramsar Convention Bureau (2008); Water purification: Wetland Values and Functions leaflet, Ramsar Bureau, Switzerland
- 320** Johnson, N., A. White and D. Perrot-Maitre (2000); *Developing Markets for Water Services from Forests: Issues and Lessons for Innovators*, Forest Trends, World Resources Institute and the Katoomba Group, Washington DC
- 321** Pagiola, S., N. Landell-Mills, and J. Bishop (2002); Making market-based mechanisms work for both forests and people, in S. Pagiola, J. Bishop, and N. Landell-Mills (eds), *Selling Forest Environmental Services: Market-based Mechanisms for Conservation* Earthscan, London
- 322** Dudley, N. and S. Stolton (eds) (2003); *Running Pure: The importance of forest protected areas to drinking water*, WWF International and The World Bank, Gland, Switzerland and Washington DC
- 323** Dudley, N. and S. Stolton (eds) (2003); *op cit*
- 324** Postel, S. L. and B. H. Thompson (2005); Watershed protection: Capturing the benefits of nature's water supply services, *Natural Resources Forum*, 29: 98–108
- 325** Pagiola, S., J. Bishop and N. Landell-Mills [editors] (2002); *Selling Forest Environmental Services: Market-based mechanisms for conservation and development*, Earthscan, London, UK
- 326** Postel, S. L. and B. H. Thompson (2005); *op cit*
- 327** Pauly, D., R. Watson and J. Alder (2005); Global trends in world fisheries: impacts on marine ecosystems and food security, *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 360: 5-12
- 328** Tasker, M. L. (ed) (2008); *The effect of climate change on the distribution and abundance of marine species in the OSPAR Maritime Area*, ICES Cooperative Research Report No. 293. Copenhagen, Denmark
- 329** FAO (2007); *Adaptation to climate change in agriculture, forestry and fisheries: Perspective, framework and priorities*, FAO, Rome
- 330** Roberts, C. M. and J. P. Hawkins (2000); *Fully-protected marine reserves: a guide*, WWF Endangered Seas Campaign, 1250 24th Street, NW, Washington, DC 20037, USA and Environment Department, University of York, York, YO10 5DD, UK
- 331** Harley, C. D. G., A. R. Hughes, K. M. Hultgren, B. G. Miner, C. J. B. Sorte, C. S. Thornber, L. F. Rodriguez, L. Tomanek and S. L. Williams (2006); The impacts of climate change in coastal marine systems, *Ecology Letters* 9: 228–241
- 332** Orr, J. C., V. J. Fabry, O. Aumont, L. Bopp, S. C. Doney, R. A. Feely, A. Gnanadesikan, N. Gruber, A. Ishida, F. Joos, R. M. Key, K. Lindsay, E. Maier-Reimer, R. Matear, P. Monfray, A. Mouchet, R. G. Najjar, G-K. Plattner, K. B. Rodgers, C. L. Sabine, J. L. Sarmiento, R. Schlitzer, R. D. Slater, I. J. Totterdell, M-F. Weirig, Y. Yamanaka and A. Yool (2005); Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms, *Nature* 437: 681-686
- 333** Hinrichsen, H. H., G. Kraus, U. Böttcher and F. Köster (2009); Identifying eastern Baltic cod nursery grounds using hydrodynamic modelling: knowledge for the design of Marine Protected Areas, *ICES Journal of Marine Science* 66:101-108
- 334** Xenopoulos, M. A., D. M. Lodge, J. Alcamo, M. Märker, K. Schulz and D. van Vuuren (2005); Scenarios of freshwater fish extinctions from climate change and water withdrawal, *Global Change Biology* 11: 1557-1564

- 335** Tasker, M. L. (ed) (2008); *op cit*
- 336** Ficke A. D., C. A. Myrick and L. J. Hansen (2007); Potential impacts of global climate change on freshwater fisheries, *Review of Fish Biology and Fisheries* 17: 581-613
- 337** Allison, E. H., A. L. Perry, M. C. Badjeck, W. N. Adger, K. Brown, D. Conway, A. S. Halls, G. M. Pilling, J. D. Reynolds, N. L. Andrew and N. K. Dulvy (2009); Vulnerability of national economies to the impacts of climate change on fisheries, *Fish and Fisheries*, 10, 173–196
- 338** Pérez-Ruzafa, A, E Martín, C Marcos, J M Zamarro, B Stobart, M Harmelin-Vivien, S Polti, S Planes, J A García-Charton and M González-Wangüemert (2008); Modelling spatial and temporal scales for spill-over and biomass exportation from MPAs and their potential for fisheries enhancement, *Journal for Nature Conservation*, 16: 4, 234-255
- 339** Halpern, B. S. (2003); The impact of marine reserves: do reserves work and does reserve size matter?, *Ecological Applications*, 13: 1; 117-137
- 340** Roberts, C. M. and J. P. Hawkins (2000); *op cit*
- 341** Castilla, J. C. and L. R. Duran (1985); Human exclusion from the rocky intertidal zone of central Chile: the effects on *Concholepas concholepas* (Gastropoda). *Oikos* 45: 391-399
- 342** Connell, J. H. (1997); Disturbance and recovery of coral assemblages, *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium, Panama* 1: 9-22
- 343** Stelzenmüller, V., F. Maynou and P. Martín (2008); Patterns of species and functional diversity around a coastal marine reserve: a fisheries perspective, *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystem*, 19: 5, 554 – 565 and Stelzenmüller, V, F Maynou and P Martín (2007); Spatial assessment of benefits of a coastal Mediterranean Marine Protected Area, *Biological Conservation* 136:4, 571-583
- 344** Stobart, B., R. Warwick, C. Gonzalez, S. Mallol, D. Diaz, O. Renones and R. Goni (2009); Long-term and spillover effects of a marine protected area on an exploited fish community, *Marine Ecology-Progress Series* 384: 47-60
- 345** Claudet, J., D. Pelletier, J. Y. Jouvenel, F. Bachet and R. Galzin (2006); Assessing the effects of marine protected area (MPA) on a reef fish assemblage in a Northwestern Mediterranean marine reserve: identifying community-based indicators, *Biological Conservation* 130: 349-369
- 346** Goni, R., S. Adlerstein, D. Alvarez-Berastegui, A. Forcada, O. Renones, G. Criquet, S. Polti, G. Cadiou, C. Valle, P. Lenfant, P. Bonhomme, A. Perez-Ruzafa, J. L. Sanchez-Lizaso, J. A. Garcia-Charton, G. Bernard, V. Stelzenmueller and S. Planes (2008); Spillover from six western Mediterranean marine protected areas: evidence from artisanal fisheries; *Marine Ecology-Progress Series*: 366: 159-174
- 347** Ashworth, J. S. and R. F. G. Ormond (2005); Effects of fishing pressure and trophic group on abundance and spillover across boundaries of a no-take zone; *Biological Conservation* 121: 3, 333-344
- 348** McClanahan, T. R. and S. Mangi (2000); Spillover of Exploitable Fishes from a Marine Park and Its Effect on the Adjacent Fishery, *Ecological Applications* 10: 6, 1792-1805
- 349** Kaunda-Arara, B. and G. A. Rose (2004); Effects of Marine Reef National Parks on fishery CPUE in coastal Kenya, *Biological Conservation* 118:1-13
- 350** Kerwath, S. E., E. B. Thorstad, T. F. Næsje, P. D. Cowley, F. Økland, C. Wilke and C. G. Attwood (2009); Crossing Invisible Boundaries: the Effectiveness of the Langebaan Lagoon Marine Protected Area as a Harvest Refuge for a Migratory Fish Species in South Africa, *Conservation Biology* 23: 653–661
- 351** Abesamis R. A. and G. R. Russ (2005); Density-dependent spillover from a marine reserve: Long-term evidence, *Ecological Applications* 15: 1798–1812
- 352** Unsworth, R. K. F., A. Powell, F. Hukom and D. J. Smith (2007); The ecology of Indo-Pacific grouper (Serranidae) species and the effects of a small scale no take area on grouper assemblage, abundance and size frequency distribution, *Marine Biology* 152: 243-254
- 353** Paddock, M. J. and J. A. Estes (2000); Kelp forest fish populations in marine reserves and adjacent exploited areas of central California, *Ecological Applications* 10: 855–870
- 354** Roberts, C. M., J. A. Bohnsack, F. Gell, J. P. Hawkins and R. Goodridge (2001); Effects of Marine Reserves on Adjacent Fisheries, *Science* 294: 1920 – 1923
- 355** Francini-Filho, R. B. and R. Leão de Moura (2008); Dynamics of fish assemblages on coral reefs subjected to different management regimes in the Abrolhos Bank, eastern Brazil; *Aquatic Conservation in Marine and Freshwater Ecosystems* 18: 1166–1179
- 356** Babcock, R. C., J. C. Phillips, M. Lourey and G. Clapin (2007); Increased density, biomass and egg production in an unfished population of Western Rock Lobster (*Panulirus cygnus*) at Rottneest Island, Western Australia, *Marine and Freshwater Research* 58: 286-292
- 357** Munthali, S. M. (1997); Dwindling food-fish species and fishers' preference: problems of conserving Lake Malawi's biodiversity, *Biodiversity and Conservation* 6: 253-261
- 358** Ogutu-Ohwayo, R. and J. S. Balirwa (2006); Management challenges of freshwater fisheries in Africa, *Lakes & Reservoirs: Research and Management* 11: 215–226
- 359** Kasuloa, V. and C. Perrings (2006); Fishing down the value chain: Biodiversity and access regimes in freshwater fisheries – the case of Malawi, *Ecological Economics* 59: 106 – 114
- 360** Drill, S. L. (2008); The use of protected areas for biodiversity and stock conservation in an East African lake, *Reconciling Fisheries With Conservation*, American Fisheries Society Symposium 49: 1253-1262
- 361** Baird, I. (2000); *Integrating Community-Based Fisheries Co-Management and Protected Areas Management in Lao PDR: Opportunities for Advancement and Obstacles to Implementation*, Evaluating Eden Series, Discussion Paper No.14, International Institute for Environment and Development, London, UK
- 362** Mumby, P. J. and R. S. Steneck (2008); Coral reef management and conservation in light of rapidly evolving ecological paradigms, *Trends in Ecology and Evolution* 23: 10
- 363** Adapted from: Mumby, P. J. and R. S. Steneck (2008); *op cit*
- 364** Game, E. T., H. S. Grantham, A. J. Hobday, R. L. Pressey, A. T. Lombard, L. E. Beckley, K. Gjerde, R. Bustamante, H. P. Possingham and A. J. Richardson (2009); Pelagic protected areas: the missing dimension in ocean conservation, *Trends in Ecology & Evolution* 24: 360-369

- 365** van Keeken, O. A., M. Van Hoppe, R. E. Grift and A. D. Rijnsdorp (2007); Changes in the spatial distribution of North Sea plaice (*Pleuronectes platessa*) and implications for fisheries management, *Journal of Sea Research* 57: 187–197
- 366** Green, A., S. E. Smith, G. Lipsett-Moore, C. Groves, N. Peterson, S. Sheppard, P. Lokani, R. Hamilton, J. Almany, J. Aitsi and L. Bualia (2009); Designing a resilient network of marine protected areas for Kimbe Bay, Papua New Guinea, *Oryx* doi:10.1017/S0030605309990342
- 367** Cinner, J. E. and S. Aswani (2007); Integrating customary management into marine conservation, *Biological Conservation* 140: 201–216
- 368** Almany, G. R., M. L. Berumen, S. R. Thorrold, S. Planes and G. P. Jones (2007); Local Replenishment of Coral Reef Fish Populations in a Marine Reserve, *Science*, 316: 742–744
- 369** Green, A., P. Lokani, S. Sheppard, J. Almany, S. Keu, J. Aitsi, J. Warku Karron, R. Hamilton and G. Lipsett-Moore (2007); *Scientific Design of a Resilient Network of Marine Protected Areas Kimbe Bay, West New Britain, Papua New Guinea*, The Nature Conservancy Pacific Islands Countries Report number 2
- 370** Bernstein, L., P. Bosch, O. Canziani et al (2007); *Climate Change 2007: Synthesis Report*, IPCC, Geneva
- 371** Schmidhuber, J. and F. N. Tubiello (2007); Global food security under climate change, *Proceedings of the National Academy of Science* 104: 19703–19708
- 372** Fischer, G., M. Shah, F. N. Tubiello and H. van Velhuizen (2005); Socio-economic and climate change impacts on agriculture: an integrated assessment 1990–2080, *Philosophical Transactions of the Royal Society London B* 360: 2067–2083
- 373** Parry, M., C. Rosenzweig and M. Livermore (2005); Climate change, global food supply and hunger, *Philosophical Transactions of the Royal Society London B* 360: 2125–2138
- 374** Patz, J. A., D. Campbell-Lendrum, T. Holloway and J. A. Foley (2005); Impact of regional climate change on human health, *Nature* 438: 310–317
- 375** Chakraborty, S., A. V. Tiedemann and P. S. Cheng (2000); Climate change: potential impact on plant diseases, *Environmental Pollution* 108: 317–326
- 376** Garrett, K. A., S. P. Dendy, E. E. Frank, M. N. Rouse and S. E. Travers (2006); Climate change effects on plant diseases: genomes to ecosystems, *Annual Review of Phytopathology* 44: 489–509
- 377** Meilleur, B. A. and T. Hodgkin (2004); *In situ* conservation of crop wild relatives: status and trends, *Biodiversity and Conservation* 13: 663–684
- 378** FAO (1998); *The State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*, FAO, Rome and University Press, Cambridge, UK
- 379** Maxted, N. (2003); Conserving the genetic resources of crop wild relatives in European Protected Areas, *Biological Conservation* 113
- 380** Jarvis, A., A. Lane and R. J. Hijmans (2008); The effect of climate change on crop wild relatives, *Agriculture, Ecosystems and the Environment* 126: 13–23
- 381** Lane, A., A. Jarvis and R. J. Hijmans (undated); *Crop wild relatives and climate change: predicting the loss of important genetic resources*, Biodiversity International, UNEP and GEF
- 382** Stolton, S., T. Boucher, N. Dudley, J. Hoekstra, N. Maxted and S. Kell (2008); Ecoregions with crop wild relatives are less well protected, *Biodiversity* 9: 52–55
- 383** Maxted, N., B. V. Ford-Lloyd and J. G. Hawkes (1997); Complementary Conservation Strategies, in *Plant genetic conservation: the in situ approach*, Maxted, N., B. V. Ford-Lloyd and J. G. Hawkes (eds), Chapman & Hall, London, UK
- 384** Amend, T., J. Brown, A. Kothari, A. Phillips and S. Stolton (2008); *Protected Landscapes and Agrobiodiversity Values*, Values of Protected Landscapes and Seascapes volume 1, IUCN and GTZ, Kasperek Verlag, Heidelberg
- 385** Maxted, N., B. V. Ford-Lloyd and J. G. Hawkes (eds) (1997); *op cit*
- 386** Davis, S. D., V. H. Heywood and A. C. Hamilton (1994); *Centres of plant diversity: A guide and strategy for their conservation*, 3 volumes, IUCN, Cambridge, UK and WWF, Gland, Switzerland; Vol 2: 465
- 387** Davis, S. D., V. H. Heywood and A. C. Hamilton (1994a); *Centres of plant diversity: A guide and strategy for their conservation*, 3 volumes, IUCN, Cambridge, UK and WWF, Gland, Switzerland, Vol 3: 358
- 388** Groombridge, B. (1992); *Global Biodiversity: Status of the Earth's Living Resources*, WCMC with Chapman and Hall, London: 550
- 389** Davis, S. D., V. H. Heywood and A. C. Hamilton (1994); *op cit* Vol 2: 190
- 390** Tuxill, J. and G. P. Nabhan (1998); *Plants and Protected Areas: A guide to in situ management*, Stanley Thornes, UK
- 391** Alexanian, S. M. (2001); Management, conservation and utilization of plant genetic diversity in CEEC, CIS and other Countries in Transition, in *Seed policy and programmes for the Central and Eastern European Countries, Commonwealth of Independent States and other Countries in Transition*, Proceedings of the Regional Technical Meeting on Seed Policy and Programmes for the Central and Eastern European Countries, Commonwealth of Independent States and other Countries in Transition, Budapest, Hungary, 6 – 10 March 2001, *FAO Plant Production and Protection Papers*: 168, FAO, Rome
- 392** Nuez, F., J. Prohens and J. M. Blanca (2004); Relationships, origin, and diversity of Galápagos tomatoes: implications for the conservation of natural populations, *American Journal of Botany*, 91:86–99
- 393** Burgess, N., J. D'Amico Hales, E. Underwood, E. Dinerstein, D. Olson, I. Itoua, J. Schipper, T. Ricketts and K. Newman (2004); *Terrestrial ecoregions of Africa and Madagascar: a continental assessment*, Island Press, Washington DC, p 262
- 394** Bosland, P. W. and M. M. Gonzalez (2000); The rediscovery of *Capsicum lanceolatum* (Solanaceae), and the importance of nature reserves in preserving cryptic biodiversity, *Biodiversity and Conservation* 9:10, 1391–1397
- 395** <http://www.unesco.org/mabdb/br/brdir/directory/biores.asp?mode=all&code=GER+06>, accessed 1st October 2009
- 396** Davis, S. D., V. H. Heywood and A. C. Hamilton (1994); *op cit*; Vol 2: 326
- 397** Groombridge, B. (1992); *op cit*, 551

- 398** Musuraliev, T. M. (1998); Forest management and policy for the walnut-fruit forests of the Kyrgyz Republic, in *Biodiversity and sustainable use of Kyrgyzstan's walnut-fruit forests*, Blaser, J., J. Carter and D. Gilmour (eds), IUCN Gland, Switzerland and Cambridge, UK and INTERCOOPERATION, Bern, Switzerland
- 399** Damania, A. B. (1996); Biodiversity conservation: a review of options complementary to standard *ex situ* methods, *Plant Genetic Resources Newsletter*, 107:1-18
- 400** Ingram, G. (1990); Multi-gene pool surveys in areas with rapid genetic erosion: An example from the Air mountains, northern Niger. *Conservation Biology* 4: 78-90
- 401** Bonet, M. A. and J. Valles (2002); Use of non-crop food vascular plants in Montseny biosphere reserve (Catalonia, Iberian Peninsula), *International Journal of Food Science Nutrition*, 53 (3):225-48
- 402** Krever, V., O. Pereladova, M. Williams and H. Jungius (1998); *Biodiversity Conservation in Central Asia: An analysis of biodiversity and current threats and initial investment portfolio*, WWF, Gland, Switzerland
- 403** Tan, A. (1998); *Current status of plant genetic resources conservation in Turkey*, in The Proceedings of International Symposium on *In Situ* Conservation of Plant Genetic Diversity, N. Zencirci, Z. Kaya, Y. Anikster and W. T. Adams (eds); Central Research Institute for Field Crops, Turkey
- 404** Oryem-Origa, H., J. M. Kasenene and M. J. S. Magambo (2004); Some aspects of wild robusta coffee seedling growth in Kibale National Park, Uganda, *African Journal of Ecology*, 42: 34-39(6)
- 405** Scholten, M., N. Maxted, S. P. Kell and B. V. Ford-Lloyd (2008); Creation of a national crop wild relative strategy: a case study for the United Kingdom. in *Crop Wild Relative Conservation and Use*, Maxted, N., B. V. Ford-Lloyd, S. P. Kell, J. M. Iriondo, E. Dulloo and J. Turok, CAB International
- 406** Maxted, N., J. G. Hawkes, L. Guarino and M. Sawkins (1997); The selection of taxa for plant genetic conservation. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 44: 337-348
- 407** Maxted, N., E. Dulloo, B. V. Ford-Lloyd J. M. Iriondo, and A. Jarvis (2008); Gap Analysis: a tool for effective genetic conservation assessment, *Diversity and Distribution* 14: 1018-1030
- 408** Araújo, M., M. Cabeza, W. Thuiller, L. Hannah and P. H. Williams (2004); Would climate change drive species out of reserves? An assessment of existing reserve-selection methods, *Global Change Biology* 10: 1618-1626
- 409** Prüss-Üstün A and C Corvalán (2006); *Preventing disease through healthy environments – Towards an estimate of the environmental burden of disease*, WHO, Geneva, Switzerland
- 410** WHO (2008); *Protecting health from climate change – World Health Day 2008*, WHO, Switzerland
- 411** McMichael, A. J., D. H. Campbell-Lendrum, C. F. Corralán, K. L. Ebi, A. K. Githeko, J. D. Scheraga and A. Woodward (eds) (2003); *Climate Change and Human Health: Risks and responses*, World Health Organisation, Geneva
- 412** Patz, J. A., D. Campbell-Lendrum, T. Holloway and J. A. Foley (2005); Impact of regional climate change on human health, *Nature* 438: 310-316
- 413** Neira, M., R. Bertollini, D. Campbell-Lendrum and D. Heymann (2008); The Year 2008: A Breakthrough Year for Health Protection from Climate Change?, *American Journal of Preventive Medicine*, 35:5
- 414** Haines, A., R. S. Kovats, D. Campbell-Lendrum and C. Corvalan (2006); Climate change and human health: impacts, vulnerability, and mitigation, *The Lancet* 367: 2101-2109
- 415** WHO (2008); *op cit*
- 416** Hunter, P. R. (2003); Climate change and waterborne and vector-borne disease, *Journal of Applied Microbiology* 94: 37S–46S
- 417** Singh, R. B. K., S. Hales, N. de Wet, R. Raj, M. Hearnden and P. Weinstein (2001); The influence of climate variation and change on diarrhoeal disease in the Pacific Islands, *Environmental Health Perspectives* 109: 155-159
- 418** Patz, J. (2002); A human disease indicator for the effects of recent global climate change, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99: 12506–12508
- 419** Martens, W. J. M., L. W. Niessen, J. Rotmans, T. H. Jetten and A. J. McMichael (1995); Potential Impact of Global Climate Change on Malaria Risk, *Environmental Health Perspectives* 103
- 420** Hales S. et al. Potential effect of population and climate changes on global distribution of dengue fever: an empirical model. *Lancet*, 2002, 360:830–834.
- 421** van Lieshout, M., R. S. Kovats, M. T. J. Livermore and P. Martens (2004); Climate change and malaria: analysis of the SRES climate and socio-economic scenarios, *Global Environmental Change* 14: 87–99
- 422** McMichael, A. J. (2002); Population, environment, disease, and survival: past patterns, uncertain futures, *The Lancet*, 359
- 423** Hay S. I. et al. (2006); *Foresight on population at malaria risk in Africa: 2005, 2015 and 2030*. Foresight Project, 2006:40, Office of Science and Innovation, London
- 424** Rogers, D. J. and S. E. Randolph (2000); The global spread of malaria in a future, warmer world, *Science* 289: 1763-1766
- 425** Epstein P. R. and E. Mills (eds) (2005); *Climate Change Futures: Health, Ecological and Economic Dimensions*, Harvard Medical School, USA
- 426** WHO (2008); *Protecting health from climate change – World Health Day 2008*, WHO, Switzerland
- 427** World Health Organisation (2005); *Ecosystems and Human Well-being: Health Synthesis*, WHO, Geneva, Switzerland
- 428** Neira, M., R. Bertollini, D. Campbell-Lendrum and D. Heymann (2008); The Year 2008: A Breakthrough Year for Health Protection from Climate Change?, *American Journal of Preventive Medicine*, 35:5
- 429** Chivian, E. and A. Bernstein (2008); *Sustaining life: How human health depends on biodiversity*, Oxford University Press, New York
- 430** Patz, J. A., T. K. Graczyk, N. Geller and A. Y. Vittor (2000); Effects of environmental change on emerging parasitic diseases, *Journal of Parasitology* 30: 1395-1405
- 431** Vittor, A. Y., R. H. Gilman, J. Tielsch, G. Glass, T. Shields, W. S. Lozano, V. Pinedo-Cancino and J. A. Patz (2006); The effect of deforestation on the human-biting rate of Anopheles darlingi, the primary vector of falciparum malaria in the Peruvian Amazon. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 74(1):3-11
- 432** Oglethorpe, J., C. Honzak and C. Margoluis (2008); *Healthy people, healthy ecosystems: A manual for integrating health and family planning into conservation projects*, World Wildlife Fund, Washington, D.C.

- 433** Hoekstra, J. M., T. M. Boucher, T. H. Ricketts and C. Roberts (2005); Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection, *Ecology Letters*, 8: 23–29
- 434** Pattanayak, S. K., C. G. Corey, Y. F. Lau and R. A. Kramer (2003); Forest malaria: A microeconomic study of forest protection and child malaria in Flores, Indonesia, Duke University, USA, available at: <http://www.env.duke.edu/solutions/documents/forest-malaria.pdf>, accessed 1st July 2009
- 435** Shrestha, I. and K. Shrestha (2008); Medicinal and aromatic plants in Langtang National Park, in *Water Towers of Asia: Experiences in wetland conservation in Nepal*, B B Bhandari, S O Suh and S H Woo (eds), IUCN Nepal and Gyeongnam Ramsar Environmental Foundation, South Korea: 92-103
- 436** Newman, D. J., C. M. Gordon and K. M. Snader (2003); Natural Products as Sources of New Drugs over the Period 1981-2002, *Journal of Natural Products* 66:1022-1037
- 437** Carraz M., A. Jossang, J. F. Franetich, A. Siau, C. Liliane, L. Hannoun, R. Sauerwein, F. Frappier, P. Rasoanaivo, G. Snounou and D. Mazier (2006); A plant-derived morphinan as a novel lead compound active against malaria liver stages. *PLoS Med* 3:12: e513. doi:10.1371
- 438** Zakrzewski, P. A. (2002); Bioprospecting or Biopiracy? The Pharmaceutical Industry's Use of Indigenous Medicinal Plants as a Source of Potential Drug Candidates, *University of Toronto Medical Journal*, 79:3
- 439** Stolton, S. and N. Dudley (2009); *Vital Sites: The contribution of protected areas to human health*, WWF International, Gland, Switzerland
- 440** Poveda G, Rojas W, Quiñones ML, Vélez ID, Mantilla RI, Ruiz D, Zuluaga JS and Rua GL (2001); Links Coupling between annual and ENSO timescales in the malaria-climate association in Colombia, *Environ Health Perspect.*, 109:5, 489-93
- 441** Montenegro, R A and C Stephens (2006); Indigenous health in Latin America and the Caribbean, *The Lancet*, 367:3
- 442** Stephens, C, J Porter, C Nettleton and R Willis (2006); Disappearing, displaced, and undervalued: a call to action for Indigenous health worldwide, *The Lancet*, 367:17
- 443** www.amazonteam.org/umiyac-declaration.html, accessed 4th March 2009
- 444** Sinclair, A., S. Mduma and P. Arcese (2002); Protected areas as biodiversity benchmarks for human impact: agriculture and the Serengeti avifauna, *Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences* 269: 2401-2405
- 445** Henle, K., K. F. Davies, M Kleyer, C. Margules and J Settele (2004); Predictors of species sensitivity to fragmentation, *Biodiversity and Conservation* 13: 207–251
- 446** Dudley, N. and D. Vallauri (2004); *Deadwood – Living Forests: The importance of veteran trees and deadwood to biodiversity*, WWF, Gland, Switzerland
- 447** Ricketts, T. H., E. Dinerstein, T. Boucher, T. M. Brooks, S. H. M. Butchart, M. Hoffmann, J. F. Lamoreux, J. Morrison, M. Parr, J. D. Pilgrim, A. S. L. Rodrigues, W. Sechrest, G. E. Wallace, K. Berlin, J. Bielby et al. (2005); Pinpointing and preventing imminent extinctions, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 102: 18497–18501
- 448** Margules, C. R. and R. L. Pressey (2000); Systematic conservation planning, *Nature* 405: 243-253;
- 449** Eken, G., L. Bennun, T. M. Brooks, W. Darwall, L. D. C. Fishpool, M. Foster, D. Knox, P. Langhammer, P. Matiku, E. Radford, P. Salaman, W. Sechrest, M. L. Smith, S. Spector and A. Tordoff (2004); Key Biodiversity Areas as Site Conservation Targets. *BioScience* 54: 1110 – 1118
- 450** Dudley, N. [editor] (2008); *Guidelines for Applying the IUCN Protected Areas Management Categories*, IUCN, Gland, Switzerland;
- 451** Hockings, M., S. Stolton and N. Dudley (2004); Management effectiveness: assessing management of protected areas?, *Journal of Environmental Policy and Planning* 6: 157-174
- 452** Dudley, N., K. J. Mulongoy, S. Cohen, C. V. Barber and S. B. Gidda (2005); *Towards Effective Protected Areas: An action guide to implement the Convention on Biological Diversity Programme of Work on Protected Areas*, CBD Technical Series number 18, Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal
- 453** Thompson, I., B. Mackey, S. McNulty and A. Mosseler (2009); *Forest Resilience, Biodiversity, and Climate Change: A synthesis of the biodiversity/resilience/stability relationship in forest ecosystems*, CBD Technical Series no. 43, Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal
- 454** Kapos V., C. Ravilious, A. Campbell, B. Dickson, H. K. Gibbs, M. C. Hansen, I. Lysenko, L. Miles, J. Price, J. P. W. Scharlemann and K. C. Trumper (2008); *Carbon and biodiversity: a demonstration atlas*, UNEP-WCMC, Cambridge, UK
- 455** Foden, W., G. Mace, J.C. Vié, A. Angulo, S. Butchart, L. DeVantier, H. Dublin, A. Gutsche, S. Stuart and E. Turak (2008); Species susceptibility to climate change impacts, in J.C. Vié, C. Hilton-Taylor and S. N. Stuart (eds). *The 2008 Review of the IUCN Red List of Threatened Species*, IUCN, Gland, Switzerland
- 456** Sanderson, E. W., K. H. Redford, A. Vedder, P. B. Coppolillo and S. E. Ward (2002); A conceptual model for conservation planning based on landscape species requirements, *Landscape and Urban Planning* 58: 41-56
- 457** Peres, C. A. (2005); Why we need megareserves in Amazonia, *Conservation Biology* 19: 728-733
- 458** Groves, C. R., D. B. Jensen, L. L. Valutis, K. H. Redford, M. L. Shaffer, J. M. Scott, J. V. Baumgartner, J. V. Higgins, M. W. Beck and M. G. Anderson (2002); Planning for biodiversity conservation: putting conservation science into practice, *Bioscience* 52: 499-512
- 459** Leonard, R. E., J. M. McBride, P. W. Conkling and J. L. McMahon (1983); *Ground Cover Changes Resulting from Low-level Camping Stress on a Remote Site*, USDA Forest Service, Northeast Forest Experimental Station, Research Paper NE530
- 460** Cole, D. N. (1995); Experimental trampling of vegetation: 1: Relationship between trampling intensity and vegetation response, *Journal of Applied Ecology* 32: 203-214
- 461** For example: Kirika, J. M., N. Farwig and K Böhning-Gaese (2008); Effects of Local Disturbance of Tropical Forests on Frugivores and Seed Removal of a Small-Seeded Afrotropical Tree, *Conservation Biology* 32: 318-328
- 462** Daszak, P., A. A. Cunningham and A. D. Hyatt (2000); Emerging infectious diseases of wildlife: threats to biodiversity and human health, *Science* 287: 443-449

- 463 For example: Walsh, P. D., K. A. Abernethy, M. Bermejo, R. Beyers, P. De Wachter, M. E. Akou, B. Huijbregts, D. I. Mambounga, A. K. Toham, A. M. Kilbourn, S. A. Lahm, S. Latour, F. Maisels, C. Mbina, Y. Mihindou, S. N. Obiang, E. N. Effa, M. P. Starkey, P. Telfer, M. Thibault, C. E. G. Tutin, L. J. T. White and D. S. Wilkie (2003); Catastrophic ape decline in western equatorial Africa; *Nature* 422: 611-614
- 464** Johannes, R. E. (1982); Traditional conservation methods and protected marine areas, *Ambio* 11: 258-261
- 465** Higuchi, H., K. Ozaki, G. Fujita, J. Minton, M. Ueta, M. Soma and N. Mita (1996); Satellite tracking of white-necked crane migration and the importance of the Korean demilitarised zone, *Conservation Biology* 10: 806-812
- 466** Romakkaniemi, A., I. Perä, L. Karlsson, E. Jutila, U. Carlsson and T. Pakarinen (2003); Development of wild Atlantic salmon stocks in the rivers of the northern Baltic Sea in response to management measures, *ICES Journal of Marine Science* 60: 329-342
- 467** Bildestein, K. L., G. T. Bancroft, P. J. Dugan, D. H. Gordon, R. M. Erwin, E. Nol, L. X. Paque and S. E. Senner (1991); Approaches to the conservation of coastal wetlands in the Western hemisphere, *The Wilson Bulletin* 103: 218-254
- 468** Mumby, P. J., A. R. Harborne, J. Williams, C. V. Kappel, D. R. Brumbaugh, F. Micheli, K. E. Holmes, C. P. Dahlgren, C. B. Paris and P. G. Blackwell (2007); Trophic cascade facilitates coral recruitment in a marine reserve, *Proc Natl Acad Sci*, 104, 8362-8367
- 469** McClanahan, T. R., N. A. J. Graham, J. M. Calnan and M. A. MacNeil (2007); Toward pristine biomass: Reef fish recovery in coral reef marine protected areas in Kenya, *Ecological Applications*, 17: 4, 1055-1067
- 470** Worm, B., R. Hilborn, J. K. Baum, T. A. Branch, J. S. Collie, C. Costello, M. J. Fogarty, E. A. Fulton, J. A. Hutchings, S. Jennings, O. P. Jensen, H. K. Lotze, P. M. Mace, T. R. McClanahan, C. Minto, S. R. Palumbi, A. M. Parma, D. Ricard, A. A. Rosenberg, R. Watson and D. Zeller (2009); Rebuilding Global Fisheries. *Science* 325, 578
- 471** McClanahan, T. (in press) *Conservation Biology*
- 472** Dudley, N. and M. Rao (2008); *Assessing and Creating Linkages: Within and beyond protected areas*, A Quick Guide for Protected Area Practitioners, The Nature Conservancy, Arlington VA
- 473** Noss, R. F. (2001); *op cit*
- 474** Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2004); *Decisions adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity at its Seventh Meeting*. UNEP/CBD/COP/7/21, SCBD Montreal, <http://biodiv.org/decisions/?dec=VII/28>
- 475** Dudley, N., K. J. Mulongoy, S. Cohen, S. Stolton, C. V. Barber and S. B. Gidda (2005); *op cit*
- 476** Chape, S., J. Harrison, M. Spalding and I. Lysenko (2005); Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets, *Phil. Trans. R. Soc. B* 360, 443-455
- 477** <https://www.cbd.int/decisions/cop7/?m=COP-07&id=7765&lg=0>, accessed 1st July 2009
- 478** Dudley, N. and J. Parrish (2006); *Closing the Gap: Creating ecologically-representative systems of protected areas*, CBD Technical Series volume 24: CBD Secretariat, Montreal:
- 479** CBD Secretariat (2008); *The CBD PoWPA Gap Analysis: a tool to identify potential sites for action under REDD*, CBD Secretariat, Montreal
- 480** Olson, D. M., E. Dinerstein, E. D. Wikramanayake, N. D. Burgess, G. V. N. Powell, E. C. Underwood, J. A. D'amico, I. Itoua, H. E. Strand, J. C. Morrison, C. J. Loucks, T. F. Allnutt, T. H. Ricketts, Y. Kura, J. F. Lamoreux, W. W. Wettengel, P. Hedao, and K. R. Kassem (2001); Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on earth, *Bioscience* 51
- 481** Eken, G., *et al* (2004); *op cit*
- 482** Aldrich, M., A. Belokurov, J. Bowling, N. Dudley, C. Elliott, L. Higgins-Zogib, J. Hurd, L. Lacerda, S. Mansourian, T. McShane, D. Pollard, J. Sayer and K. Schuyt (2003); *Integrating Forest Protection, Management and Restoration at a Landscape Scale*, WWF International, Gland
- 483** Dudley, N. and M. Rao (2008); *Assessing and creating linkages within and beyond protected areas: A quick guide for protected area managers*, The Nature Conservancy, Arlington, VA, USA
- 484** Dudley, N. and J. Courrau (2008); *Filling the gaps in protected area networks: a quick guide for practitioners*, The Nature Conservancy, Arlington VA USA
- 485** Steffen, W. A. Burbidge, L. Hughes, R. Kitching, D. Lindenmayer, W. Musgrave, M. Stafford Smith and P. Werner (2009); *Australia's Biodiversity and Climate Change, Department of Climate Change*, Canberra
- 486** Borrini-Feyerabend, G., A. Kothari and G. Oviedo (2004) *Indigenous And Local Communities And Protected Areas—Towards Equity And Enhanced Conservation*, IUCN Cambridge, UK
- 487** McGray, H., A. Hammill and R. Bradley (2007); *Weathering the Storm: Options for framing adaptation and development*, World Resources Institute, Washington DC
- 488** Hockings, M., S. Stolton, F. Leverington, N. Dudley and J. Courrau (2006); *op cit*
- 489** Hockings, M. (2003); Systems for assessing the effectiveness of management in protected areas. *BioScience* 53:823-832
- 490** van der Werf, G. R., J. T. Randerson, G. J. Collatz, L. Giglio, P. S. Kasibhatla, A. F. Arellano, S. C. Olsen and E. S. Kasischke (2004); Continental-Scale Partitioning of Fire Emissions During the 1997 to 2001 El Niño/La Niña Period, *Science* 303: 5654
- 491** savanna.cdu.edu.au/information/arnhem_fire_project.html, accessed 24th August 2009
- 492** Mulongoy, K. J., S. B. Gidda, L. Janishevski and A. Cung (2008); Current funding shortfalls and innovative funding mechanisms to implement the Programme of Work on Protected Areas, *Parks*, 17:1, IUCN
- 493** Bruner, A. G., R. E. Gullison and A. Balmford (2004); Financial Costs and Shortfalls of Managing and Expanding Protected-Area Systems in Developing Countries", *BioScience* 54(12):1119-1126
- 494** Quintela, C. E., L. Thomas and S. Robin (2004); *Proceedings of the Workshop Stream 'Building a Secure Financial Future: Finance & Resources'*, Vth IUCN World Parks Congress, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK

- 495** Balmford, A., A. Bruner, P. Cooper, R. Costanza, S. Farber, R. E. Green, M. Jenkins, P. Jefferiss, V. Jessamy, J. Madden, K. Munro, N. Myers, S. Naeem, J. Paavola, M. Rayment, S. Rosendo, J. Roughgarden, K. Trumper and R. K., Turner (2002); Economic reasons for conserving wild nature, *Science* 292
- 496** Balmford, A., P. Gravestock, J. Hockley, C. J. McClean and C. M. Roberts (2004); The worldwide costs of marine protected areas, *PNAS* 101(26): 9694–9697
- 497** Balmford, A., A. Bruner, P. Cooper, R. Costanza, S. Farber, R. E. Green, M. Jenkins, P. Jefferiss, V. Jessamy, J. Madden, K. Munro, N. Myers, S. Naeem, J. Paavola, M. Rayment, S. Rosendo, J. Roughgarden, K. Trumper and R. K., Turner (2002); *op cit*
- 498** Mansourian, S and N. Dudley (2008); *Public Funds to Protected Areas*, WWF International, Gland
- 499** Mulongoy, K. J., S. B. Gidda, L. Janishevski and A. Cung (2008); *op cit*
- 500** CBD (2009); *Connecting biodiversity and climate change mitigation and adaptation*, Report of the second ad hoc technical expert group on biodiversity and climate change, CBD Technical Series No.41, Montreal, Canada
- 501** Hannah, L., R. Dave, P. P. Lowry II, S. Andelman, M. Andrianarisata, L. Andriamaro, A. Cameron, R. Hijmans, C. Kremen, J. MacKinnon, H. H. Randrianasolo, S. Andriambololona, A. Razafimpahanana, H. Randriamahazo, J. Randrianarisoa, P. Razafinjatovo, C. Raxworthy, G. Schatz, M. Tadross and L. Wilme (2008); Opinion piece: Climate change adaptation for conservation in Madagascar, *Biodiversity Letters* 4: 590-594
- 502** Wendland, K. J., M. Honzák, R. Portela, B. Vitale, S. Rubinoff and J. Randrianarisoa (in press); Targeting and implementing payments for ecosystem services: Opportunities for bundling biodiversity conservation with carbon and water services in Madagascar, *Ecological Economics*
- 503** Pollini, J. (2009); Carbon Sequestration for Linking Conservation and Rural Development in Madagascar: The Case of the Vohidrazana-Mantadia Corridor Restoration and Conservation Carbon Project, *Journal of Sustainable Forestry* 28: 322 – 342
- 504** Kramer, R. A., D. D. Richter, S. Pattanayak and N. P. Sharma (1997); Ecological and Economic Analysis of Watershed Protection in Eastern Madagascar, *Journal of Environmental Management*: 49, 277–295
- 505** Anon (2008); *Harnessing Nature as a Solution to Climate Change in Madagascar*, Conservation International, Antananarivo
- 506** See for instance Dutschke, M. and R. Wolf (2007); *Reducing Emissions from Deforestation in Developing Countries*, GTZ, Eschborn, Germany, 29 p
- 507** Pistorius, T., C. Schmitt and G. Winkel (2008); *A Global Network of Forest Protected Areas under the CBD*, University of Freiburg, Faculty of Forest and Environmental Sciences
- 508** TEEB (2009); *op cit*
- 509** Quoted in Saunders, J. and R. Nussbaum (2008); *Forest Governance and Reduced Emissions from Deforestation and Degradation (REDD)*, Briefing Paper EEDP LOG BP 08/01, Chatham House, London, 4p
- 510** Stern, N. (2006); *Stern Review on The Economics of Climate Change*, HM Treasury, London
- 511** Saunders, J. and R. Nussbaum (2008); *op cit*
- 512** Lohmann, L. (guest editor and author) (2006); *Carbon Trading: A critical conversation on climate change, privatization and power*, Development Dialogue 48, The Dag Hammarskjöld Centre, Uppsala, Sweden
- 513** Mehta, A. and J. Kill (2007); *Seeing Red? “Avoided deforestation” and the rights of indigenous peoples and local communities*, Fern, Brussels and Moreton-in-the-Marsh UK
- 514** Smith, J. and S. J. Scherr (2002); *Forest Carbon and Local Livelihoods: Assessment of opportunities and policy recommendations*, CIFOR Occasional Paper number 37, Center for International Forestry Research, Bogor, Indonesia
- 515** Peskett, L., C. Luttrell and D. Brown (2006); *Making voluntary carbon markets work better for the poor: the case of forestry offsets*, ODI Forestry Briefing number 11, Overseas Development Institute, London
- 516** Brown University (2008); Biodiversity Is Crucial To Ecosystem Productivity, *ScienceDaily*
- 517** Hockings, M., S. Stolton, F. Leverington, N. Dudley and J. Courrau (2006 2nd edition); *op cit*
- 518** Dudley, N. (2004); Protected areas and certification, in *International Environmental Governance: A international regime for protected areas* (eds.) J Scanlon and F Burhenne-Guilmin, IUCN Environmental Law and Policy Paper number 49, IUCN Gland, Switzerland and Cambridge UK: pp41-56
- 519** Dudley, N. and J. Parrish [editors] (2006); *op cit*
- 520** Kapos, V., P. Herkenrath and L. Miles (2007); *Reducing emissions from deforestation: A key opportunity for attaining multiple benefits*, UNEP World Conservation Monitoring Centre, Cambridge
- 521** Colchester, M. (2003); *Salvaging Nature: Indigenous peoples, protected areas and biodiversity conservation*, World Rainforest Movement, Montevideo Uruguay and Moreton-in-the-Marsh UK
- 522** Carey, C., N. Dudley and S. Stolton (2000); *Squandering Paradise?* WWF, Gland, Switzerland
- 523** Rietbergen-McCracken, J. (ed) (2008); *Green Carbon Guidebook*, WWF US, Washington DC
- 524** Oestreicher, J. S., K. Benessaiah, M. C. Ruiz-Jaen, S. Sloan, K. Turner, J. Pelletier, B. Guay, K. E. Clark, D. G. Roche, M. Meiners and C. Potvin (2009) Avoiding deforestation in Panamanian protected areas: An analysis of protection effectiveness and implications for reducing emissions from deforestation and forest degradation, *Global Environmental Change* 19; 279–291
- 525** Swallow, B., M. van Noordwijk, S. Dewi, D. Murdiyarto, D. White, J. Gockowski, G. Hyman, S. Budidarsono, V. Robiglio, V. Meadu, A. Ekadinata, F. Agus, K. Hairiah, P. N. Mbile, D. J. Sonwa, S. Weise (2007); *Opportunities for Avoided Deforestation with Sustainable Benefits: An Interim Report by the ASB Partnership for the Tropical Forest Margins*, ASB Partnership for the Tropical Forest Margins, Nairobi, Kenya
- 526** Dudley, N., R. Schlaepfer, W. J. Jackson, J. P. Jeanrenaud and S. Stolton (2006); *Manual on Forest Quality*, Earthscan, London
- 527** WWF (2009); Connecting Amazon Protected Areas and Indigenous Lands to REDD Frameworks Conference, February 11-12, 2009, papers available from www.worldwildlife.org/science/stanfordgroup.html, accessed 1st October 2009

- 528** Scholze, M., W. Knorr, N. W. Arnell and I. C. Prentice (2006); A climate-change risk analysis for world ecosystems, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103: 35
- 529** Gonzalez, P., R. P. Neilson and R. J. Drapek (2005); Climate change vegetation shifts across global ecoregions. *Ecological Society of America Annual Meeting Abstracts* 90: 228
- 530** Hole, D. G., S. G. Willis, D. J. Pain, L. D. Fishpool, S. M. H. Butchart, Y. C. Collingham, C. Rahbek and B. Huntley (2009); Projected impacts of climate change on a continent wide protected area network; *Ecology Letters* 12: 420–431
- 531** Araújo, M. B., M. Cabeza, W. Thuiller, L. Hannah and P. H. Williams (2004); Would climate change drive species out of reserves? An assessment of existing reserve-selection methods; *Global Change Biology* 10: 9, 1618–1626
- 532** Hannah, L., G. Midgley, S. Andelman, M. Araújo, G. Hughes, E. Martinez-Meyer, R. Pearson and P. Williams (2007); Protected area needs in a changing climate, *Frontiers in Ecology and the Environment* 5:3, 131–138.
- 533** Rodrigues, A. S. L., S. J. Andelman, M. I. Bakarr, L. Boitani, L. T. M. Brooks, R. M. Cowling, L. D. C. Fishpool, G. A. B. da Fonseca, K. J. Gaston, M. Hoffmann, J. S. Long, P. A. Marquet, J. D. Pilgrim, R. L. Pressey, J. Schipper, W. Sechrest, S. H. Stuart, L. G. Underhill, R. W. Waller, M. E. J. Watts and X. Yan (2004); Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity, *Nature* 428: 640–643
- 534** Gaston, K. J., S. F. Jackson, L. Cantú-Salazar and G. Cruz-Piñón (2009); The Ecological Performance of Protected Areas, *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 39:1, 93–113
- 535** Lemieux, C. J. and D. J. Scott (2005); Climate change, biodiversity conservation and protected areas planning in Canada, *The Canadian Geographer* 49: 4, 384–399
- 536** Haeberli, W. and M. Beniston (1998); Climate change and its impacts on glaciers and permafrost in the Alps, *Ambio* 27: 258–265
- 537** Leatherman, S. P., R. Chalfont, E. C. Pendleton and T. L. McCandless (1995); Vanishing Lands: Sea level, society and the Chesapeake Bay, Laboratory of Coastal Research, University of Maryland
- 538** Khalil, G. M. (1992); Cyclones and storm surges in Bangladesh: Some mitigative measures, *Natural Hazards* 6:1
- 539** Agrawala, S., T. Ota, A. Uddin Ahmed, J. Smith and M. van Aalst (2005); *Development and Climate Change in Bangladesh: Focus on Coastal Flooding and the Sundarbans*, OECD, Paris, France
- 540** McCarty, J. P. (2001); Ecological Consequences of Recent Climate Change, *Conservation Biology* 15:2, 320–331
- 541** Midgley, G. F., L. Hannah, D. Millar, M. C. Rutherford and L. W. Powrie (2002); Assessing the vulnerability of species richness to anthropogenic climate change in a biodiversity hotspot, *Global Ecology and Biogeography* 11: 445–451; and Berry, P. M., T. P. Dawson, P. A. Harrison and R. G. Pearson (2002); Modelling potential impacts of climate change on the bioclimatic envelope of species in Britain and Ireland, *Global Ecology and Biogeography* 11(6): 453–462.
- 542** Téllez-Valdés, O. and P. D. Vila-Aranda (2003); Protected Areas and Climate Change: a Case Study of the Cacti in the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve, México, *Conservation Biology* 17 (3): 846
- 543** Thomas, C. D. and J. J. Lennon (1999); Birds extend their ranges northwards, *Nature* 399: 213
- 544** Root, T. L., J. T. Price, K. R. Glass, S. H. Schneider, C. Rosenzweig and J. A. Pounds (2003); Fingerprint of global warming on wild animals and plants, *Nature* 421: 57–60
- 545** Parmesan, C. and G. Yohe (2003); A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems, *Nature* 421: 37–42
- 546** Lesicaac, P. and B. McCuneb (2004); Decline of arctic-alpine plants at the southern margin of their range following a decade of climatic warming, *Journal of Vegetation Science*, 15(5): 679–690
- 547** Still, C. J., P. N. Foster and S. H. Schneider (1999); Simulating the effects of climate change on tropical montane cloud forests, *Nature* 398: 608–610
- 548** Lips, K. R. (1998); Decline of a tropical montane amphibian fauna, *Conservation Biology* 12: 106–117
- 549** Houlahan, J. E., C. S. Findlay, B. R. Schmidt, A. H. Meyer, and S. L. Kuzmin (2000); Quantitative evidence for global amphibian population declines, *Nature* 752: 752–755
- 550** Pounds, J. A. and M. L. Crump (1994); Amphibian decline and climate disturbance: the case of the golden toad and the harlequin frog, *Conservation Biology* 8: 72–85
- 551** *ibid*
- 552** Pounds, J. A., M. P. L. Fogden and J. H. Campbell (1999); Biological response to climate change on a tropical mountain, *Nature* 398: 611–615
- 553** Deliso, E. (2008); *Climate Change and the Hummingbirds of the Monteverde Cloud Forest, Costa Rica*, Centro Científico Tropical, San José, Costa Rica
- 554** Burns, C. E., K. M. Johnston and O. J. Schmitz (2003); Global climate change and mammalian species diversity in US national parks, *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 100: 11474–11477
- 555** Moritz C., J. L. Patton, C. J. Conroy, J. L. Parra, G. C. White and S. R. Beissinger (2008); Impact of a century of climate change on small-mammal communities in Yosemite National Park, USA, *Science* 322: 261–4.
- 556** Peterson, A. T., M. A. Ortega-Huerta, J. Bartley, V. Sánchez-Cordero, J. Soberón, R. H. Buddemeier and D. R. B. Stockwell (2002); Future projections for Mexican faunas under global climate change scenarios, *Nature* 416: 626–629.
- 557** Wright, P. (2007); Considering climate change effects in lemur ecology and conservation; In *Lemurs, Ecology and Adaptation*, L. Gould and M. Sauter (eds), Springer, New York
- 558** Trevedi, M. R., M. D. Morecroft, P. M. Berry and T. P. Dawson (2008); Potential effects of climate change on plant communities in three montane nature reserves in Scotland, UK, *Biological Conservation* 141: 1665–1675.
- 559** ICIMOD (2009); *Mountain biodiversity and climate change*. International Centre for Integrated Mountain Development, Kathmandu
- 560** Burns, C. E. *et al* (2003); *op cit*
- 561** Bale, J. S., G. J. Masters, I. A. Hodgkinson, C. Awmack, T. M. Bezemer, V. K. Brown, J. Butterfield, A. Buse, J. Coulson, J. Farrar, J. Good, R. Harrington, S. Hartley, T. H. Jones, R. L. Lindroth, M. Press, L. Symrnioudis, A. Watt and J. Whittaker (2002); Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores, *Global Change Biology* 8: 1–16
- 562** National Park Service (undated); *Climate Change in National Parks*, U.S. Department of the Interior

- 563** Karl, T. R., J. M. Melillo and T. C. Peterson(eds.) (2009); *Global Climate Change Impacts in the United States*, Cambridge University Press
- 564** McCarty, J. P. (2001); *op cit*
- 565** Beaumont, L. J., I. A. W. McCallan and L. Hughes (2006); A matter of timing: changes in the first date of arrival and last date of departure of Australian migratory birds, *Global Change Biology* 12: 1339–1354
- 566** Lemoine, N. and K. Böhning-Gaese (2003); Potential Impact of Global Climate Change on Species Richness of Long-Distance Migrants, *Conservation Biology* 17: 2
- 567** Grabherr, G., M. Gottfried and H. Pauli (1994); Climate effects on mountain plants, *Nature*, 369: 448
- 568** Fisher, M. (1997); Decline in the juniper woodlands of Raydah Reserve in Southwestern Saudi Arabia: a response to climate changes? *Global Ecology and Biogeography Letters* 6(5):379–386
- 569** National Park Service (undated); *op cit*
- 570** McMorrow, J. J. Aylen, K. Albertson, G. Cavan, S. Lindley, J. Handley and R. Karooni (2006); *Moorland Wild Fires in the Peak District National Park*, Technical Report 3, University of Manchester, UK
- 571** Williams, A. A. J., D. J. Karoly and N. Tapper (2001); The sensitivity of Australian fire danger to climate change, *Climate Change* 49: 171-191
- 572** Hoegh-Guldberg, O., P. J. Mumby, A. J. Hooten, R. S. Steneck, P. Greenfield, E. Gomez, C. D. Harvell, P. F. Sale, A. J. Edwards, K. Caldeira, N. Knowlton, C. M. Eakin, R. Iglesias-Prieto, N. Muthiga, R. H. Bradbury, A. Dubi and M. E. Hatzioiols (2007); Coral Reefs Under Rapid Climate Change and Ocean Acidification, *Science* 318: 1737-1742
- 573** Dilley, M., R. S. Chen, U. Deichmann, A. L. Lerner-Lam and M. Arnold (2005); *Natural Disaster Hotspots: A Global Risk Analysis*, The World Bank, Washington
- 574** Ali, A. (1996); Vulnerability of Bangladesh to climate change and sea level rise through tropical cyclones and storm surges, *Water, Air, & Soil Pollution*, 92:1-2
- 575** Royal Haskoning (2003); *Controlling or Living with Floods in Bangladesh*, Agriculture & Rural Development Working Paper 10, World Bank, Washington
- 576** Palmer, T. N. and J. Räisänen (2002); Quantifying the risk of extreme seasonal precipitation in a changing climate, *Nature*. 415, 512–514.
- 577** Agrawala, S., T. Ota, A. Uddin Ahmed, J. Smith and M. van Aalst (2005); *Development and Climate Change in Bangladesh: Focus on Coastal Flooding and the Sundarbans*, OECD, Paris, France
- 578** Chowdhurt, Q. I. (editor) (2002); *Bangladesh – State of the Environment Report 2001*, Forum of Environmental Journalists of Bangladesh, with support from the Ministry of Environment and Forest, Government of Bangladesh, Dhaka
- 579** FAO (1999); *op cit*
- 580** <http://www.adb.org/Documents/News/1998/nr1998078.asp>, accessed 1st October 2009
- 581** Ramsar Secretariat (2002); *Draft Thematic Paper on Management of Africa's Wetlands*, Ramsar Secretariat, Gland, Switzerland
- 582** Mascarenhas, A. (2004); Oceanographic validity of buffer zones for the east coast of India: A hydrometeorological perspective, *Current Science*, 86:3
- 583** Khalil, G. M. (1992); Cyclones and storm surges in Bangladesh: Some mitigative measures, *Natural Hazards*, 6:1
- 584** FAO (1999); *FRA 2000: Forest resources of Bangladesh, Country report*; Working Paper 15, Forest Resources Assessment Programme, FAO, Rome
- 585** http://www.worldwildlife.org/wildworld/profiles/terrestrial/im/im1406_full.html, accessed 1st October 2009
- 586** Royal Haskoning (2003); *op cit*
- 587** Paul, B K (2009); Why relatively fewer people died? The case of Bangladesh's Cyclone Sidr, *Nat Hazards*, 50:289–304
- 588** Lockwood, M., G. L. Worboys, A. Kothari and T. De Lacey (2006); *Managing the World's Protected Areas*; Earthscan, London
- 589** Hannah, L., G. F. Midgley, S. Andelman, M Araújo, G. Hughes, E. Martinez-Meyer, R. Pearson and P. Williams (2007); Protected area needs in a changing climate, *Frontiers of Ecology and the Environment* 5: 131-138
- 590** Hannah, L. G. F. Midgley and D Millar (2002); Climate-change integrated conservation strategies, *Global Ecology and Biogeography* 11: 485-495
- 591** Hyder Consulting (2008); *The Impacts and Management Implications of Climate Change for the Australian Government's Protected Areas*, Commonwealth of Australia, Canberra
- 592** Dudley, N. (2005); Restoration of protected area values, in S. Mansourian, N. Dudley and D. Vallauri [editors] *Beyond Planting Trees*, Springer, pp 208-212
- 593** Galatowitsch S. M. (2009); Carbon offsets as ecological restorations, *Restoration Ecology* 17: 563 - 570
- 594** Dudley, N. (ed) (2008); *op cit*
- 595** Borrini-Feyerabend, G., A. Kothari and G. Oviedo (2004); *Indigenous and Local Communities and Protected Areas: Towards equity and enhanced conservation*, IUCN/WCPA Best Practice Series no. 11, IUCN Cambridge, UK
- 596** CBD (2009); *op cit*
- 597** Noss, R. F. (2001); *op cit*
- 598** Hopkins, J. J., H. M. Allison, C. A. Walmsley, M. Gaywood and G. Thurgate (2007); *Conserving Biodiversity in a Changing Climate: guidance on building capacity to adapt*, Department of Environment, Food and Rural Affairs, London
- 599** Taylor, M. and P. Figgis [editors] (2007); *Protected Areas: buffering nature against climate change. Proceedings of a WWF-Australia and IUCN World Commission on Protected Areas Symposium, 18-19 June 2007*, Canberra, WWF Australia, Sydney
- 600** Natural Resources Management Ministerial Council (2004); *National Biodiversity and Climate Change Action Plan 2004-2007*, Commonwealth of Australia, Canberra
- 601** Hopkins, J. J. *et al* (2007); *op cit*
- 602** Dudley, N. and M. Rao (2008); *op cit*
- 603** Opdam, P. and D. Wascher (2004); Climate change meets habitat fragmentation: linking landscape and biogeographical scale levels in research and conservation, *Biological Conservation* 117: 285-297
- 604** Killeen, T. J. and L. A. Solórzano (2008); Conservation strategies to mitigate impacts from climate change in Amazonia, *Philosophical Transactions of the Royal Society* 363: 1881-1888

- 605** Markham, A. (1997); Potential impacts of climate change on ecosystems: a review of implications for policymakers and conservation biologists, *Climate Change* 6: 179-191
- 606** Bennett, A. F., J. Q. Radford and A. Haslem (2006); Properties of land mosaics: Implications for nature conservation in agricultural environments, *Biological Conservation* 133: 250-264
- 607** Laffoley, D. (1995); Techniques for managing marine protected areas: zoning, in *Marine Protected Areas: Principles and Techniques for Management*, (ed) S. Gubbay, Chapman and Hall, London
- 608** Anon (2002); *IUCN Technical Guidelines on the Management of Ex-situ populations for Conservation: Approved at the 14th Meeting of the Programme Committee of Council, Gland Switzerland, 10 December 2002*, IUCN, Gland, Switzerland
- 609** Maunder, M. and O. Byers (2005); The IUCN Technical Guidelines on the Management of *Ex Situ* Populations for Conservation: reflecting major changes in the application of *ex situ* conservation, *Oryx* 39: 95-98
- 610** Carey, C., N. Dudley and S. Stolton (2000); *Squandering Paradise?* WWF International, Gland, Switzerland
- 611** Chapin, F. S. III, O. E. Sala, I. C. Burke, J. P. Grime, D. U. Hooper, W. K. Lauenroth, A. Lombard, H. A. Mooney, A. R. Mosier, S. Naeem, S. W. Pacala, J. Roy, W. L. Steffen and D. Tilman (1998); Ecosystem Consequences of Changing Biodiversity: Experimental evidence and a research agenda for the future, *Bioscience* 48
- 612** Hockings, M, S Stolton, F Leverington, N Dudley and J Courrau (2006); *op cit*
- 613** Hannah, L., G. F. Midgley, T. Lovejoy, W. J. Bond, M. Bush, J. C. Lovett, D. Scott and F. I. Woodward (2002); Conservation of biodiversity in a changing climate, *Conservation Biology* 16: 264-268
- 614** See for example Stocks, B. J., M. A. Foster, T. J. Lynham, B. M. Wotton, Q. Yang, J-Z. Jin, K. Lawrence, G. R. Hartley, J. A. Mason and D. W. Kenney (1998); Climate change and forest fire potential in Russian and Canadian boreal forests, *Climate Change* 38: 1-13
- 615** Spittlehouse, D. L. and R. B. Stewart (2003); Adaptation to climate change in forest management, *BC Journal of Ecosystems and Management* 4: 1-11
- 616** Barnett, T. P., J. C. Adam and D. P. Lettenmaier (2005); Potential impacts of a warming climate on water availability in snow-dominated regions, *Nature* 438: 303-309
- 617** Lawrence, W. F. and G. B. Williamson (2001); Positive feedback among forest fragmentation, drought and climate change in the Amazon, *Conservation Biology* 15: 1529-1535
- 618** Sudmeier-Rieux, K., H. Masundire, A. Rizvi and S. Rietbergen [editors] (2006); *Ecosystems, Livelihoods and Disasters: An integrated approach to disaster risk management*, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK
- 619** McNeely, J. A., H. A. Mooney, L. E. Neville, P. J. Schei and J. K. Waage (2001); *A Global Strategy on Invasive Alien Species*, IUCN Gland, Switzerland, and Cambridge, UK
- 620** McLachlan, J. S., J. J. Hellmann and M. W. Schwartz (2007); A Framework for Debate of Assisted Migration in an Era of Climate Change, *Conservation Biology* 21: 297-302
- 621** Halpin, P. N. (1997); Global climate change and natural area protection: management responses and research directions, *Ecological Applications* 7: 828-843
- 622** Hole, D. G., S. G. Willis, D. J. Pain, L. D. Fishpool, S. H. M. Butchart, Y. C. Collingham, C. Rahbek and B. Huntley (2009); Projected impacts of climate change on a continent-wide protected areas network, *Ecology Letters* 12: 420-431
- 623** Chape, S., J. Harrison, M. Spalding and I. Lysenko (2005); Measuring the extent and effectiveness of protected areas as indicators for meeting global biodiversity targets, *Philosophical Transactions of the Royal Society* 360: 443-455
- 624** Welch, D. (2005); What should protected area managers do in the face of climate change? *The George Wright Forum* 22
- 625** Noss, R. F. (2001); *op cit*
- 626** Dudley, N. and S. Stolton (2009); *The Protected Areas Benefits Assessment Tool*, WWF International, Gland, Switzerland
- 627** Carter, T. and S. Kankaanpää (2003); *A preliminary examination of adaptation to climate change in Finland*, Finnish environment publications series 640, Finnish Environment Institute, Helsinki, 66 p
- 628** Marttila, V. H. Granholm, J. Laanikari, T. Yrjölä, A. Aalto, P. Heikinheimo, J. Honkatuki, H. Järvinen, J. Liski, R. Merivirta and M. Paunio (2005); *Finland's National Strategy for Adaptation to Climate Change*, Ministry of Agriculture and Forestry, Helsinki
- 629** Dudley, N., S. Mansourian, S. Stolton and S. Suksawan (2006); *Safety Net: protected areas and poverty reduction*, WWF International, Gland
- 630** Badola, R. and S. A. Hussain (2005); Valuing ecosystem functions: An empirical study on the storm protection function of Bhitarkanika mangrove ecosystem, India, *Environmental Conservation*, 32: 1, 85-92
- 631** Rice, R. (2001); *Conservation Concessions – Concept Description*, Conservation International, Washington D.C.
- 632** Alexander, E (2008); *Case Study on the Upper Essequibo Conservation Concession as an innovative legal mechanism for biodiversity conservation and a viable option for avoiding forest degradation/deforestation*, in Fenech, A., D. MacIver and F. Dallmeier (eds.) *Climate Change and Biodiversity in the Americas*, Environmental Canada, Toronto, Ontario, Canada
- 633** *ibid*
- 634** *ibid*
- 635** Blomley T., K. Pfliegner J. Isango E. Zahabu A. Ahrends and N. Burgess (2008); Seeing the Wood for the Trees: an Assessment of the Impact of Participatory Forest Management on Forest Condition in Tanzania, *Oryx* 42: 380-391 and Blomley, T. (2006); *Mainstreaming Participatory Forestry within the Local Government Reform Process in Tanzania*, International Institute for Environment and Development, London, UK

Alexander Belokurov a travaillé pendant neuf ans pour le compte du WWF International en plus d'avoir auparavant travaillé pour le Secrétariat de la Convention de Ramsar ainsi qu'en Russie. Spécialiste en sciences et en gestion de l'environnement, ainsi qu'en approches relatives aux aires protégées et aux paysages terrestres, il est actuellement directeur de la conservation des paysages terrestres.

Nigel Dudley est écologiste et conseiller à Equilibrium Research. Ses travaux actuels portent particulièrement sur des questions relatives à des approches de conservation à grande échelle, aux aires protégées et à l'évaluation de l'intégrité écologique. Il est le responsable de la direction des capacités stratégiques de l'UICN-CMAP.

Linda Krueger est vice-présidente des politiques à WCS où elle a occupé diverses fonctions depuis les dix dernières années. Elle était préalablement comme conseillère à la Division des affaires scientifiques et de l'environnement de l'Organisation du Traité de l'Atlantique Nord et a travaillé pendant six ans à titre d'adjointe législative au Congrès des États-Unis.

Nikita (Nik) Lopoukhine a occupé le poste de directeur général de la Direction générale des parcs nationaux au Canada jusqu'à sa retraite, en 2005. Il a été le premier président élu de la CMAP en 2004, et il en est à son deuxième mandat à ce poste.

Kathy MacKinnon a été spécialiste principale de la biodiversité à la Banque mondiale. Elle possède une vaste expérience sur le terrain, notamment en Asie, dans les domaines de la recherche en écologie tropicale, de la conservation, et de la planification et de la gestion des aires protégées. Elle a longtemps travaillé pour le compte d'ONG internationales, particulièrement l'UICN et le WWF, et d'organismes gouvernementaux de pays en développement. Elle est actuellement viceprésidente à la CMAP responsable des aires protégées et du climat.

Trevor Sandwith était directeur des politiques pour la biodiversité et les aires protégées à The Nature Conservancy. Jusqu'en 2001, il a assumé la responsabilité du programme Cape Action for People and the Environment, en Afrique du Sud, axé sur l'intégration de la biodiversité dans le développement économique et social. Il s'intéresse maintenant à la manière dont la nouvelle politique sur la biodiversité et le climat permettra à la société de s'adapter efficacement aux changements climatiques. Il est actuellement Directeur du Programme global des aires protégées de l'UICN.

Nik Sekhran est conseiller technique principal en matière de biodiversité au PNUD. Économiste de formation, il a acquis une vaste expérience en travaillant à l'échelle mondiale dans le domaine de la gestion des écosystèmes, y compris celui des aires protégées. Depuis quelques temps, il s'intéresse à titre professionnel aux liens entre la gestion des risques climatiques et la gestion des écosystèmes.

Sue Stolton est conseillère en environnement. Ses travaux portent principalement sur les questions liées aux aires protégées, notamment en relation avec les conventions internationales. Elle a établi la société Equilibrium Research en partenariat avec Nigel Dudley en 1991, et elle est membre de l'UICN-CMAP.

SÉRIE SUR LES ARGUMENTS POUR LA PROTECTION

“Le présent rapport expose clairement, et pour la première fois, à quel point les aires protégées contribuent à diminuer les effets des changements climatiques et ce qu’il faudrait faire pour qu’elles y contribuent encore plus. Au moment où nous nous engageons dans des négociations sans précédent au sujet du climat et de la biodiversité, il est impératif que les décideurs comprennent ces messages de façon nette et précise et qu’ils contribuent à l’élaboration de politiques fructueuses et à l’instauration de mécanismes de financement efficaces.”

Lord Nicholas Stern



IUCN-WCPA (International Union for Conservation of Nature's World Commission on Protected Areas)
Rue Mauverney 28
Gland 1196
Switzerland

www.iucn.org/wcpa



The Nature Conservancy
4245 North Fairfax Drive
Suite 100
Arlington
VA 22203-1606
USA

www.nature.org



Environment and Energy Group
Bureau for Development Policy
United Nations Development Programme
304 East 45th Street, 9th Floor
New York
NY 10017
USA

www.undp.org



Wildlife Conservation Society
2300 Southern Boulevard
Bronx
New York
NY 10460
USA

www.wcs.org



THE WORLD BANK

Environment Department
The World Bank
1818 H Street, NW
Washington
DC 20433
USA

www.worldbank.org/biodiversity



WWF International
Avenue du Mont-Blanc
Gland 1196
Switzerland

www.panda.org