



51838

BANQUE MONDIALE



Des choix pragmatiques face à une vérité qui dérange

*Approches écosystémiques
pour faire face au changement climatique*



ENVIRONNEMENT ET DÉVELOPPEMENT



**Des choix pragmatiques
face à une vérité qui dérange**

E N V I R O N N E M E N T
E T
D É V E L O P P E M E N T



La viabilité de l'environnement est l'un des éléments fondamentaux du développement durable. Cette série de rapports consacrés à des grands problèmes existants ou nouveaux a été lancée en 2007 dans le but de stimuler le débat et de faire mieux comprendre le lien incontournable entre les défis environnementaux et la poursuite d'une croissance économique équitable et durable. Elle s'appuie sur les analyses et l'expérience concrète de la Banque mondiale et des pays qui sont ses clients. Les manuscrits publiés contribueront de manière fondamentale à la mise en œuvre de la Stratégie environnementale de la Banque mondiale et seront utiles à la communauté de développement, aux responsables de l'action publique et aux universitaires. La série couvrira différents domaines tels que l'hygiène du milieu, la gestion des ressources naturelles, l'évaluation stratégique environnementale, les moyens d'intervention et les institutions à vocation environnementale.

Titres des rapports publiés dans cette série :

Convenient Solutions to an Inconvenient Truth: Ecosystem-Based Approaches to Climate Change (Des choix pragmatiques face à une vérité qui dérange)

Environmental Flows in Water Resources Policies, Plans, and Projects: Findings and Recommendations

Environmental Health and Child Survival: Epidemiology, Economics, and Experiences

International Trade and Climate Change: Economic, Legal, and Institutional Perspectives

Poverty and the Environment: Understanding Linkages at the Household Level

Strategic Environmental Assessment for Policies: An Instrument for Good Governance

Des choix pragmatiques face à une vérité qui dérange

*Approches écosystémiques
pour faire face au changement climatique*



BANQUE MONDIALE
Washington



© 2010 Banque internationale pour la reconstruction et le développement/Banque mondiale
1818 H Street NW
Washington DC 20433
Téléphone : 202-473-1000
Site web : www.worldbank.org
Courriel : feedback@worldbank.org

Tous droits réservés

1 2 3 4 13 12 11 10

Ce rapport a été établi par les services de la Banque internationale pour la reconstruction et le développement/Banque mondiale, et les opinions qui y sont exprimées ne reflètent pas nécessairement les vues du Conseil des administrateurs de la Banque mondiale ni des pays que ceux-ci représentent.

La Banque mondiale ne garantit pas l'exactitude des données citées dans cet ouvrage. Les frontières, les couleurs, les dénominations et toute autre information figurant sur les cartes du présent rapport n'impliquent de la part de la Banque mondiale aucun jugement quant au statut juridique d'un territoire quelconque et ne signifient nullement que l'institution reconnaît ou accepte ces frontières.

D R O I T S E T L I C E N C E S

Le contenu de cette publication fait l'objet d'un dépôt légal. La publication ou la transmission d'une partie ou de l'intégralité de la présente publication peut constituer une violation de la loi applicable. La Banque internationale pour la reconstruction et le développement/Banque mondiale encourage la diffusion de ses études et, normalement, accorde sans délai l'autorisation d'en reproduire des passages.

Pour obtenir l'autorisation de reproduire ou de réimprimer toute partie de cette publication, veuillez adresser votre demande en fournissant tous les renseignements nécessaires, par courrier, au Copyright Clearance Center Inc., 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, États-Unis d'Amérique ; téléphone : 978-750-8400 ; télécopie : 978-750-4470 ; site web : www.copyright.com.

Pour tout autre renseignement sur les droits et licences, y compris les droits dérivés, envoyez votre demande, par courrier, à l'adresse suivante : Office of the Publisher, The World Bank, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, États-Unis d'Amérique ; par télécopie, au 202-522-2422 ; ou par courriel à l'adresse : pubrights@worldbank.org.

Library of Congress Cataloging-in-Publication Data

Convenient solutions to an inconvenient truth : ecosystem-based approaches to climate change.

p. cm. — (Environment and development)

Includes bibliographical references and index.

ISBN 978-0-8213-8126-7 — ISBN 978-0-8213-8127-4 (electronic)

1. Climatic changes. 2. Conservation of natural resources. 3. Ecosystem management. I. World Bank.

QC903.C665 2009

363.738'74—dc22

2009040427

Photos de couverture : Giraffes/Vaclav Volrab/Shutterstock Images LLC;

Désert/Anthony Whitten/Maquette de couverture de la Banque mondiale : Auras Design, Silver Spring, Maryland



T A B L E D E S M A T I È R E S

- ix Remerciements*
xi Abréviations et Glossaire

1 Vue d'ensemble

- 2 Un programme d'atténuation écosystémique
3 Un programme d'adaptation écosystémique

C H A P I T R E 1

9 La Banque mondiale et la préservation de la biodiversité : contribution à un programme d'action face au changement climatique

- 11 Impacts du changement climatique sur les écosystèmes et la biodiversité
14 Impacts sur les populations humaines et leurs moyens de subsistance
17 Raisons pour lesquelles il est important de protéger les écosystèmes et la biodiversité dans un monde en mutation

C H A P I T R E 2

21 Écosystèmes naturels et atténuation

- 26 Assurer le stockage de carbone en protégeant et en restaurant les écosystèmes naturels
35 Établir des zones protégées : un choix pragmatique pour protéger les puits de carbone et les services des écosystèmes
38 Le rôle de réservoir de carbone des systèmes côtiers et marins
39 Investir dans des énergies de substitution

C H A P I T R E 3

49 Adaptation basée sur les écosystèmes : réduction des vulnérabilités

- 50 Préservation de la biodiversité dans le contexte du changement climatique
52 Maintien et restauration des écosystèmes naturels
53 Réduction des vulnérabilités
57 Le savoir autochtone au service de l'adaptation au changement climatique
57 Adaptation dans les zones côtières
61 Zones marines protégées
63 Investissements dans les écosystèmes par opposition aux infrastructures

C H A P I T R E 4

69 Préservation de la biodiversité, sécurité alimentaire, des ressources en eau et des moyens de subsistance : de nouvelles questions se posent

- 69 Agriculture et biodiversité
- 70 Impacts du changement climatique sur l'agriculture
- 74 Gestion durable des terres
- 77 Gestion des espèces invasives
- 81 Protection des écosystèmes naturels pour leurs services concernant l'eau
- 84 Des châteaux d'eau naturels

C H A P I T R E 5

87 Mise en œuvre d'approches écosystémiques pour faire face au changement climatique

- 88 Perspectives d'avenir : le Cadre stratégique pour le changement climatique et le développement
- 89 Initiative Growing Forest Partnerships
- 90 Élaboration de mécanismes de financement pour soutenir des approches écosystémiques
- 91 Fonds d'investissement climatiques
- 91 Réduction des émissions dues au déboisement et à la dégradation des forêts
- 93 Fonds forestiers

Appendice

97 La Banque mondiale et les crédits carbone : conditions minimales à remplir par les projets

101 Bibliographie

Encadrés

- 12 **1.1** Suivi de l'impact du changement climatique dans un site très menacé
- 13 **1.2** Le changement climatique et la perte de biodiversité dans le Parc national de Hövsgöl (Mongolie)
- 14 **1.3** Impacts probables au niveau régional sur les populations humaines et leurs moyens de subsistance
- 23 **2.1** Reboisement dans le cadre du Fonds biocarbone
- 25 **2.2** Renforcement de la résistance par la promotion d'espèces végétales naturelles au Mali
- 29 **2.3** Arguments économiques à l'appui d'une gestion durable des forêts
- 30 **2.4** Carbone et préservation dans les forêts indonésiennes
- 32 **2.5** Restauration des zones humides de Nariva et contreparties des émissions de carbone à Trinité-et-Tobago
- 34 **2.6** Protection des prairies aux fins du piégeage du carbone : le cas de la Chine
- 37 **2.7** Programme des zones protégées de la région amazonienne : des réservoirs de carbone et de biodiversité
- 38 **2.8** Contribution fondamentale des océans au changement climatique

39	2.9	Arguments économiques en faveur de la protection des récifs de coraux
40	2.10	Déclaration de Manado sur les océans
41	2.11	Nakai Nam Theun : préservation de la forêt pour protéger un investissement dans l'hydroélectricité en RDP lao
46	2.12	Biocombustibles : y-a-t'il surproduction ?
51	3.1	Des corridors biologiques dans un monde en mutation
54	3.2	Restauration des zones humides du Bas Danube
55	3.3	Rétablissement de la résistance des écosystèmes des zones humides
56	3.4	Un écomarché au Costa Rica
58	3.5	Mesures prises pour faire face au changement climatique dans la Réserve nationale Salinas and Aguada Blanca au Pérou
59	3.6	L'intérêt d'investir dans les mangroves
60	3.7	Faire face aux impacts du changement climatique des écosystèmes océaniques et des communautés des zones côtières
62	3.8	COREMAP : Projet de réhabilitation et de gestion des récifs de coraux en Indonésie
64	3.9	L'Initiative pour les récifs de coraux, la pêche et la sécurité alimentaire dans le Triangle coralien
65	3.10	La protection des forêts naturelles au service de la lutte contre les inondations
71	4.1	Insectes et jus d'orange : le paiement de services des écosystèmes au Costa Rica
73	4.2	Des réservoirs d'eau pour l'irrigation dans l'Andhra Pradesh (Inde)
74	4.3	Adaptation au changement climatique : exploitation de l'agrobiodiversité dans les hautes terres non irriguées de la République du Yémen
76	4.4	La pratique d'une agriculture douce en Afrique du Sud
78	4.5	Le paiement des services environnementaux pour préserver la biodiversité et les stocks de carbone dans les paysages agricoles
80	4.6	Une mesure efficace au plan des coûts pour accroître l'alimentation en eau : élimination des espèces invasives en Afrique du Sud
81	4.7	Les avantages en aval de la préservation des forêts à Madagascar
82	4.8	Les lacs de la partie centrale du Bassin du Yangzi (Chine)
85	4.9	Traitement des eaux usées dans les zones humides
86	4.10	Le rôle de château d'eau des zones humides : l'option à moindre coût retenue par la Mongolie
94	5.1	Principes de maximisation des avantages du Programme REDD pour les populations pauvres
96	5.2	Le marché du carbone pourra-t-il assurer la survie des tigres et des éléphants de Sumatra ?

Figures

10	1.1	Ordre de grandeur des stocks et des flux de carbone
22	2.1	Transformations probables des systèmes terrestres en fonction des activités d'atténuation entreprises

- 27 **2.2** Superficies et stocks de carbone des forêts occupant des terres présentant des caractéristiques propices au déboisement dans les zones tropicales
- 35 **2.3** Quantités de carbone stockées dans les zones protégées, par région

Tableaux

- 16 **1.1** Cinq types de menaces climatiques et pays les plus exposés
- 19 **1.2** Montant total des investissements dans la biodiversité, par année et par source de financement
- 26 **2.1** Stocks de carbone dans les écosystèmes naturels et les terres cultivables
- 43 **2.2** Espèces invasives connues pouvant servir à produire des biocombustibles
- 66 **3.1** Approches écosystémiques contribuant à la protection contre les catastrophes naturelles
- 68 **3.2** Examen des impacts des projets d'infrastructure et des mesures de compensation pouvant être prises pour protéger les pièges de carbone et les services des écosystèmes
- 92 **5.1** Avantages pouvant découler de la protection des écosystèmes



Remerciements

Cet ouvrage a été réalisé par une équipe dirigée par Kathy MacKinnon (chef de l'équipe du projet), avec l'appui de Valerie Hickey et de Junu Shrestha (Équipe biodiversité, Département de l'environnement), sur la base des travaux consacrés à l'adaptation par Walter Vergara (Région Amérique latine et Caraïbes), et des apports de Marjory-Anne Bromhead, Christophe Crepin, Karsten Ferrugiel et Gayatri Kanungo (Région Afrique) ; Emilia Battaglini, Maurizio Guadagni et Karin Shepardson (Région Europe et Asie centrale) ; Joe Leitmann et Tony Whitten (Région Asie de l'Est et Pacifique) ; Enos Esikuri, Marea Hatzios, Claudia Sobrevila et Klas Sander (Département de l'environnement) ; Gunars Platais, Adriana Moreira, Stefano Pagiola, Juan Pablo Ruiz et Jocelyne Albert (Région Amérique latine et Caraïbes) ; Kanta Kumari Rigaud (Région Moyen-Orient et Afrique du Nord) ; Richard Damania et Malcolm Jansen (Région Asie du Sud) ; Rafik Hirji (Unité de l'Eau du Département Énergie, Transport et eau) ; Stephen Ling (Division du Dispositif mondial de réduction des effets des catastrophes et de redressement) ; et Sachiko Morita et Charles di Leva (Développement durable sur le plan environnemental et durable et Droit international). L'équipe du rapport tient à remercier les coordinateurs régionaux du Fonds pour l'environnement mondial (FEM) et Steve Gorman ainsi que l'Équipe du FEM de leur appui et des conseils qu'ils leur ont donné sur les portefeuilles du FEM. Elle remercie également de leurs précieux commentaires sur les différentes versions préliminaires du rapport les experts qui ont procédé à l'examen par les pairs, Tony Whitten, Adriana Moreira, Ian Noble, et Erick Fernandes, ainsi que Rafik Hirji et Sandy Chang. Cette publication, ainsi que d'autres consacrés aux travaux de la Banque dans le domaine de la biodiversité, peut être consultée en ligne à l'adresse <http://www.worldbank.org/biodiversity>.

Nous tenons à exprimer notre gratitude à TerrAfrica qui a financé la traduction en français de cet ouvrage. TerrAfrica est un partenariat qui s'efforce de lutter contre la dégradation des sols en Afrique subsaharienne en mobilisant un appui harmonisé de plus grande envergure pour assurer la poursuite, à l'initiative des pays, de pratiques de gestion durable des terres efficaces et rationnelles (www.terrafrica.org).



Abréviations et glossaire

ACG	Area de Conservación de Guanacaste (Zone de préservation de Guanacaste)
AFEP	Projet de préservation des forêts et de l'environnement d'Aceh
ARPA	Programme de création de zones protégées en Amazonie
CARICOM	Communauté des Caraïbes
CCNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
CDB	Convention des Nations Unies sur la diversité biologique
CDM	Mécanisme pour un développement propre dans le cadre du Protocole de Kyoto
CEPF	Fonds du Partenariat pour la préservation des écosystèmes vitaux
CFR	Région Floristique du Cap ; située en Afrique du Sud, elle est le plus petit royaume floral
CO₂	Dioxyde de carbone (gaz à effet de serre)
CO₂e	Équivalent CO ₂ ; quantité de gaz à effet de serre équivalent à la quantité de CO ₂ qui produirait le même réchauffement qu'un autre type et concentration de gaz à effet de serre
COREMAP	Projet de réhabilitation et de gestion des récifs de coraux
CPACC	Planification pour l'adaptation aux changements climatiques dans les Caraïbes
FCPF	Fonds de partenariat pour la réduction des émissions dues à la déforestation
FEM	Fonds pour l'environnement mondial
FIC	Fonds d'investissement climatiques
FIP	Programme d'investissement forestier
FONAFIFO	Fondo Nacional de Financiamiento Forestal
FUNBIO	Fonds brésilien pour la biodiversité
GES	Gaz à effet de serre, notamment le dioxyde de carbone, le méthane et l'oxyde d'azote
GFP	Initiative Growing Forest Partnerships
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GISP	Programme mondial sur les espèces envahissantes
GtC	Gigatonne de carbone
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau

MABC	Mesoamerican Biological Corridor
Mt CO₂e	Mégatonne d'équivalent de dioxyde de carbone
ONG	Organisation non gouvernementale
PIB	Produit intérieur brut
PPCR	Programme pilote de protection contre les chocs climatiques
Programme	Programme de collaboration des Nations Unies sur la
ONU-REDD	réduction des émissions liées au déboisement et à la
	dégradation des forêts dans les pays en développement
REDD	Réduction des émissions dues au déboisement et à la
	dégradation des forêts
SCF	Fonds climatique d'investissement stratégique
SFCCD	Cadre stratégique pour le changement climatique et le
	développement
tC	Tonne de carbone
UICN	Union mondiale pour la nature
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science
	et la culture
URCE	Unité de réduction certifiée des émissions, émise par suite
	d'une réduction des émissions de carbone dans l'atmosphère
	dans le cadre de projets du MDP du Protocole de Kyoto.
	Une URCE correspond à une réduction d'une tonne de CO ₂ .
	Le piégeage de 12 grammes de carbone équivaut à une
	réduction de 44 g des émissions de CO ₂
UTCAF	Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et
	foresterie
WWF	Fonds mondial pour la nature



Vue d'ensemble

LA BANQUE MONDIALE A POUR MISSION de réduire la pauvreté et d'appuyer un développement durable. Le changement climatique est un grave problème environnemental qui pourrait compromettre la réalisation de cet objectif. Depuis la Révolution industrielle, la température moyenne mondiale en surface a augmenté de 0,6° C (Celsius) par suite de l'accumulation de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère. Cette évolution s'est produite, pour l'essentiel, au cours des 30 à 40 dernières années, et son rythme s'accélère. Cette hausse des températures aura de forts impacts à l'échelle mondiale ainsi qu'aux niveaux locaux et régionaux. Si la réduction des émissions de GES et l'inversion de l'évolution du climat sont d'importants objectifs à long terme, un grand nombre des répercussions du changement climatique sont déjà visibles. C'est pourquoi les autorités nationales, les communautés et la société civile sont de plus en plus soucieuses d'anticiper les effets du changement climatique, tout en s'efforçant de définir des stratégies pour atténuer les effets actuels et futurs et de s'y adapter.

Le réchauffement de la planète et les changements du climat ont déjà des conséquences notables sur les écosystèmes naturels et les espèces. Les systèmes naturels, tels que les zones humides, les mangroves, les récifs de coraux, les forêts nébuleuses ainsi que les écosystèmes arctiques et ceux des hautes latitudes, sont particulièrement vulnérables aux perturbations induites par le climat. Toutefois, il est possible, en renforçant les actions de protection et de gestion des ressources biologiques et des habitats, d'atténuer les impacts et de promouvoir des solutions

tandis que les nations et les communautés s'efforcent de s'adapter au changement climatique. La biodiversité est le fondement et l'élément essentiel de l'agriculture, de la foresterie et des pêcheries. Les ressources biologiques fournissent les matières premières nécessaires aux moyens de subsistance, à l'agriculture, aux médicaments, au commerce, au tourisme et à l'industrie. Les forêts, les prairies, les écosystèmes, notamment dulcicoles et marins, fournissent une large gamme de services qui ne sont souvent pas inclus dans les comptes économiques nationaux mais qui sont essentiels au bien-être de l'être humain : régulation des courants d'eau et de la qualité de ces dernières, défense contre les inondations, pollinisation, décontamination, piégeage du carbone, protection des sols, cycles des éléments fertilisants et cycles hydrologiques.

Les efforts actuellement déployés pour faire face au changement climatique visent essentiellement à réduire les émissions de GES grâce à l'adoption de stratégies faisant appel à des sources d'énergies propres et à la réduction de la vulnérabilité des communautés exposées à des risques grâce à l'amélioration des infrastructures pour répondre aux nouveaux besoins en énergie et en eau. Le présent ouvrage fait valoir l'argument convaincant selon lequel il importe de faire des approches écosystémiques d'atténuation et d'adaptation des éléments fondamentaux d'une stratégie nationale de lutte contre le changement climatique. Des stratégies écosystémiques peuvent constituer des options d'un bon rapport coût efficacité, avérées et durables qui renforcent et complètent d'autres stratégies d'adaptation nationales et régionales.

Un programme d'atténuation écosystémique

Les écosystèmes terrestres et océaniques jouent un rôle important dans le cycle global du carbone. Les habitats naturels stockent le carbone sur une base nette : les écosystèmes terrestres éliminent de l'atmosphère trois gigatonnes de carbone (GtC) et les océans 1,7 GtC chaque année. À l'échelle de la planète, les sols stockent à eux seuls une quantité de carbone estimée à 2 000 GtC. Les écosystèmes naturels permettent de stocker et de piéger le carbone en grandes quantités, et ont donc pour effet d'atténuer ou de réduire les émissions de GES résultant des activités de production d'énergie ou de changements d'affectation des terres. L'atténuation par des moyens biologiques des quantités de GES dans l'atmosphère peut s'effectuer par : a) le piégeage de carbone permis par l'augmentation de la taille des bassins de carbone (par exemple par une action de boisement, de reboisement et de restauration d'habitats naturels), b) le maintien des puits de carbone existants (par exemple en évitant de déboiser ou en protégeant les zones humides), c) le maintien du puits de carbone océanique, et d) le remplacement des combustibles fossiles utilisés comme source d'énergie par le recours à des technologies propres faisant appel à la biomasse. La limite supérieure estimée du potentiel mondial d'atténuation biologique par le biais d'actions de boisement, de reboisement, de déboisement évité et d'amélioration de la gestion de l'agriculture, des pâturages et des forêts est de 100 GtC à l'horizon 2050, ce qui représente environ 10 à 20 %

des émissions de combustibles fossiles indiquées par les projections durant cette période.

Les forêts couvrent environ 30 % de la superficie des terres émergées, mais elles stockent environ 50 % du carbone terrestre de la planète (1 150 GtC) dans la biomasse végétale, la litière forestière, les débris ou le sol. Environ 20 % des émissions totales de GES résultent d'opérations de déboisement ou d'un changement d'affectation des terres mais, dans les régions tropicales, les émissions imputables au défrichage des terres sont beaucoup plus élevées puisqu'elles peuvent atteindre 40 % des totaux nationaux. La réduction des émissions dues au déboisement et à la dégradation des forêts (REDD) est la méthode d'atténuation par le biais des forêts qui offre les meilleures perspectives de maintenir les stocks de carbone dans les forêts sur pied à court terme.

Plusieurs catégories de zones humides — notamment les forêts marécageuses, les mangroves, les tourbières, les fondrières et les marécages — sont aussi d'importants puits ou sites de stockage de carbone. Les conditions anaérobies qui règnent dans les sols inondés des zones humides et la lenteur des processus de décomposition contribuent au stockage à long terme de carbone dans les folles et à la formation de tourbe riche en carbone. Les tourbières peuvent avoir jusqu'à 20 mètres de profondeur et elles représentent environ 25 % des bassins terrestres de carbone du monde, ce qui représente une quantité de carbone estimée à 550 GtC ; ces tourbières sont aussi estimées piéger 0,3 tonnes de carbone (tC) de plus par hectare et par an. Le maintien et la restauration des habitats humides protègent les pièges de carbone, tandis que le défrichage et le drainage des habitats peuvent provoquer l'effondrement des tourbes et accroître les émissions de carbone.

Les prairies, qui se trouvent sur chaque continent à l'exception de l'Antarctique, contiennent environ 34 % du stock mondial de carbone terrestre. Les modifications de la végétation des prairies causées par le surpâturage, la conversion des terres à des fins agricoles, le processus de désertification, les incendies, la fragmentation des superficies et l'introduction d'espèces allogènes, ont un impact sur la capacité des prairies à stocker le carbone et peuvent, dans certains cas, faire de ces dernières une source nette d'émissions de dioxyde de carbone (CO₂). Par exemple, les prairies peuvent perdre de 20 à 50 % de leur contenu en carbone organique par suite de leur mise en culture, de l'érosion des sols et de la dégradation des terres. La combustion de la biomasse, en particulier dans les savanes tropicales, contribue pour plus de 40 % aux émissions mondiales brutes de dioxyde de carbone.

Les océans sont également un important réservoir de carbone, puisqu'ils contiennent environ 50 fois plus de carbone que l'atmosphère. Ils absorbent efficacement le carbone atmosphérique par un processus de photosynthèse du plancton, la combinaison de CO₂ atmosphérique avec l'eau de mer, la formation de carbonates et de bicarbonates, la conversion de carbone inorganique en particules de matières organiques et l'ensevelissement de particules riches en carbone dans les profondeurs marines.

Le renforcement de la protection des écosystèmes naturels et l'amélioration de leur gestion peuvent manifestement contribuer à la fois à réduire les émissions de

GES et à favoriser le piégeage de carbone. De nombreuses zones protégées, par exemple, couvrent des zones contenant d'importants stocks de carbone. À l'échelle mondiale, les écosystèmes se trouvant dans les zones terrestres protégées stockent plus de 312 GtC, soit 15 % du stock terrestre de carbone, bien que la mesure dans laquelle ces stocks sont protégés soit fonction de l'efficacité de leur gestion.

Un programme d'adaptation écosystémique

L'adaptation devient un élément de plus en plus important du programme de développement. La protection des forêts, des zones humides, des habitats côtiers et d'autres écosystèmes naturels peut avoir des avantages sur le plan social, économique et environnemental, que ce soit directement grâce à une gestion plus durable des ressources biologiques ou indirectement par le biais de la protection du service des écosystèmes. Les écosystèmes naturels assurent toute la gamme des produits et des services écosystémiques, notamment les ressources naturelles comme l'eau, le bois et les ressources halieutiques qui sont la base de la subsistance des populations ; ces services sont particulièrement importants pour les segments les plus vulnérables de la société. Les zones protégées, et les habitats naturels qu'elles abritent, peuvent assurer une protection aux bassins versants et réguler le flux et la qualité de l'eau, prévenir l'érosion des sols, influencer les régimes pluviométriques et les conditions climatiques à l'échelle locale, préserver les ressources renouvelables exploitables, les réservoirs génétiques et les matériels génétiques, les pollinisateurs naturels et les agents de dispersion des graines, qui maintiennent les écosystèmes en bonne santé. Depuis une dizaine d'années, de plus en plus de projets de la Banque établissent des liens explicites entre la préservation et l'utilisation durable des écosystèmes naturels, le piégeage du carbone, et les avantages que présentent pour les bassins versants la lutte contre l'érosion, des sources d'eau propre et la protection contre les inondations. Une meilleure protection et une meilleure gestion des ressources naturelles et des habitats essentiels peuvent profiter aux communautés autochtones pauvres et marginalisées en maintenant les services des écosystèmes et leur accès à des ressources même durant les périodes difficiles, notamment en cas de sécheresse et de catastrophe.

Il est probable que de nombreux pays feront face au changement climatique en investissant encore plus dans des infrastructures conçues pour assurer la défense des côtes et lutter contre les inondations afin de réduire la vulnérabilité des établissements humains. Les pressions exercées pour obtenir de nouvelles installations d'irrigation et de nouveaux réservoirs s'intensifieront en même temps que s'accroîtront la fréquence et la gravité des pénuries d'eau. Les forêts, les zones humides et autres habitats naturels contribuent dans une mesure importante à préserver des ressources en eau de haute qualité. Les écosystèmes naturels peuvent, de la même manière, réduire la vulnérabilité à des risques naturels et à des phénomènes climatiques extrêmes et compléter, ou remplacer, des investissements plus onéreux dans des infrastructures conçues pour protéger les établissements côtiers et riverains. Les forêts des plaines inondables et les mangroves côtières

assurent une protection contre les tempêtes ainsi que des défenses côtières et forment une barrière de sécurité contre les risques naturels tels qu'inondations, cyclones et tsunamis, tandis que les zones humides filtrent les polluants et constituent des zones de recharge des eaux ainsi que des zones de reproduction pour les ressources halieutiques locales. Les mesures artificielles généralement prises vont souvent à l'encontre des processus naturels, en particulier lorsqu'elles visent à faire obstacle à des cycles réguliers comme les inondations fluviales annuelles et l'érosion côtière, et elles peuvent compromettre encore plus les services des écosystèmes si la construction de barrages, de digues et de canaux d'écoulement des eaux d'inondation entraîne une perte d'habitats. En Argentine et en Équateur, toutefois, les projets de lutte contre les inondations exploitent les propriétés naturelles de stockage et de recharge des forêts et des zones humides essentielles en les intégrant dans des stratégies d'accommodation des inondations fondées sur des zones forestières protégées et des couloirs riverains. Ces stratégies simples et efficaces permettent de protéger à la fois les communautés et le capital naturel.

Trois des problèmes les plus graves auxquels sera confrontée la planète au cours des prochaines décennies seront la perte de biodiversité, le changement climatique et les pénuries d'eau. La perte de biodiversité provoquera une érosion des services des écosystèmes et exacerbera les vulnérabilités face au changement climatique. Le changement climatique engendrera des pénuries d'eau, accroîtra le risque de mauvaises récoltes, causera des infestations parasites, le surpâturage, une dégradation permanente des pâtures et la perte d'animaux d'élevage. Les pénuries d'eau auront un impact sur la productivité agricole, la sécurité alimentaire et la santé des populations. Ces problèmes imposent déjà de lourds coûts économiques et sociaux, et leur impact deviendra probablement encore plus prononcé au fur et à mesure de l'évolution du climat, pour toucher plus particulièrement les communautés vulnérables.

L'évolution des phénomènes climatiques et du régime des pluies devrait avoir de fortes répercussions sur la productivité agricole, en particulier dans les régions arides et semi-arides où les cultures ont un faible rendement. La plupart des scénarios décrits par les modèles climatiques montrent que les terres arides d'Asie occidentale et centrale et d'Afrique du Nord, par exemple, souffriront gravement des sécheresses et des températures élevées qui se matérialiseront au cours des années à venir. Il pourrait s'ensuivre une dégradation des sols et, partant, une expansion agricole. À l'horizon 2050, presque 40 % des terres actuellement consacrées à une agriculture de faible impact pourraient être converties pour faire l'objet d'une agriculture plus intensive, ce qui forcerait les agriculteurs pauvres à mettre en culture des terrains encore plus marginaux. Une étude fait valoir que le changement climatique pourrait provoquer une réduction de 50 % des rendements des cultures pluviales à l'horizon 2020. Selon les modèles des conditions phytoclimatiques, dans les pays tropicaux, un réchauffement même modéré pourrait réduire sensiblement les rendements des céréales parce que de nombreuses cultures ont déjà atteint leur limite de tolérance à la chaleur. Les zones les plus vulnérables au changement climatique — qui se trouvent principalement en Asie

du Sud et en Afrique subsaharienne — sont aussi celles qui comptent le plus grand nombre de ruraux pauvres et de populations rurales tributaires de l'agriculture. De récentes études montrent que, en Inde, l'agriculture, l'élevage, la foresterie informelle et les pêcheries ne constituent que 7,3 % du produit intérieur brut (PIB) national mais que ces activités représentent 57 % du PIB des populations pauvres, qui sont les plus tributaires des ressources naturelles et des services des écosystèmes.

Le changement climatique favorisera probablement la propagation d'espèces invasives, et compromettra encore plus la productivité agricole et la sécurité alimentaire par suite de la prolifération de mauvaises herbes, de parasites et de maladies des plantes et des animaux. L'introduction de nouvelles espèces exotiques adaptables pour répondre à la demande de plus en plus importante de biocombustibles, de mariculture, d'aquaculture et de reboisement présente un problème particulier. Paradoxalement, les raisons mêmes pour lesquelles il serait intéressant d'introduire une espèce dans le cadre de programmes d'aide au développement (croissance rapide, adaptabilité, taux de reproduction élevé, tolérance aux perturbations et à toute une gamme de conditions environnementales) sont souvent celles qui accroissent la probabilité que cette espèce deviendra invasive. Cela est coûteux ; les espèces invasives introduites accidentellement sont notamment l'herbe queue de rat, mauvaise herbe largement présente dans les cultures de céréales en Amérique du Sud et en Amérique centrale, ainsi que toute une gamme de nématodes. Ces espèces peuvent avoir de forts impacts économiques, dont le coût est estimé à 140 milliards de dollars par an rien qu'aux États-Unis.

Le changement climatique devrait avoir de graves conséquences pour les ressources en eau. La fonte des glaciers, l'intensité et la variabilité accrue des chutes de pluie et l'augmentation des températures contribueront à accroître les inondations des terres intérieures, les pénuries d'eau et la dégradation de la qualité de cette dernière. De manière générale, les besoins de ressources en eau douce les plus importants sont ceux de l'agriculture irriguée dans les régions arides et dans les grandes rizières d'Asie. En Asie du Sud, des centaines de millions de personnes sont tributaires de rivières pérennes comme l'Indus, le Gange et le Brahmaputra, qui sont toutes alimentées par l'unique réservoir formé par les 16 000 glaciers de l'Himalaya. La progression actuelle de la fonte des glaciers permet de penser que les débits faibles diminueront sensiblement par suite du changement climatique, tandis que la demande d'eau pour l'agriculture devrait, selon les projections, augmenter de 6 à 10 % pour chaque degré d'augmentation de la température atmosphérique. Il s'ensuit que, même si l'on retient les projections climatiques les plus prudentes, la production nette de céréales des pays d'Asie du Sud devrait baisser de 4 à 10 % d'ici la fin du siècle.

Les eaux municipales ne constituent que moins d'un dixième des eaux consommées par l'être humain, mais l'approvisionnement en eau potable est un besoin essentiel. Actuellement, la moitié de la population mondiale vit dans une agglomération urbaine, et un tiers de cette population urbaine n'a pas accès à de

l'eau potable. Ces milliards de défavorisés ne sont pas répartis de manière uniforme dans le monde : ils sont 700 millions en Asie, 150 millions en Afrique et 120 millions en Amérique latine et dans les Caraïbes. Au cours des dernières années, les autorités nationales et municipales ont entrepris de rechercher des opportunités de compenser ou de réduire une partie des coûts de l'entretien des réseaux d'approvisionnement en eau municipale et, ce qui est peut-être encore plus important, la qualité de l'eau, en gérant les ressources naturelles, en particulier les forêts et les zones humides. La plupart des zones protégées ont été établies pour protéger la biodiversité mais, dans bien des cas, cette protection serait justifiée par les autres services des écosystèmes qu'elles fournissent. De la Chine à l'Équateur, et du Kenya au Mexique, les zones protégées des bassins forestiers protègent l'approvisionnement en eau potable de certaines des plus grandes villes du monde. En Indonésie, le parc national Gunug Gede Pangrango, par exemple, maintient les ressources en eau potable de Jakarta, Bogor et Sukabumi et génère des quantités d'eau, dont la valeur est estimée à 1,5 milliard de dollars par an, à des fins agricoles et pour la consommation humaine, tandis que le parc national de Kerinci-Seblat préserve l'approvisionnement en eau de plus de 3,5 millions de personnes et répond aux besoins en eau de sept millions d'hectares de terres agricoles.

Les projets et les programmes de la Banque appuient déjà la conservation de la biodiversité et la protection des habitats naturels et des services des écosystèmes et, ce faisant, contribuent à promouvoir des stratégies efficaces d'atténuation et d'adaptation. Les projets pilotes qui intègrent la protection des habitats naturels et une infrastructure « verte » dans la gestion des bassins versants, la lutte contre les inondations et la protection des côtes témoignent déjà de l'efficacité par rapport aux coûts de ces démarches écosystémiques.

Le changement climatique met en relief la nécessité de reproduire ces interventions et d'en accroître l'ampleur, notamment pour :

- protéger les écosystèmes terrestres, dulcicoles et marins ainsi que les couloirs écologiques afin de préserver la biodiversité terrestre et aquatique et les services des écosystèmes
- intégrer la protection des habitats naturels dans les stratégies formulées pour réduire la vulnérabilité aux catastrophes naturelles (telles qu'inondations et cyclones)
- intensifier le dialogue avec les pays et élargir la portée des études sectorielles sur l'évaluation des services des écosystèmes et le rôle des écosystèmes naturels, de leurs services et de la biodiversité en tant que base de développement économique
- faire ressortir les liens entre la protection des habitats naturels et la régulation des débits et de la qualité de l'eau pour l'agriculture, la sécurité alimentaire et l'approvisionnement des particuliers et des entreprises
- accroître l'ampleur des investissements consacrés aux zones protégées et aux services des écosystèmes dans le contexte des financements sectoriels, notamment dans l'infrastructure, l'agriculture, le tourisme, l'approvisionnement en eau, la pêche et la foresterie

- promouvoir l'adoption de plus amples mesures pour gérer les espèces invasives, qui sont liées à la dégradation des sols et compromettent la sécurité alimentaire et l'approvisionnement en eau
- faire ressortir les multiples avantages procurés par la protection des forêts et une gestion forestière durable (piégeage du carbone, régulation de la qualité de l'eau, protection contre les risques naturels, réduction de la pauvreté, préservation de la biodiversité)
- promouvoir les investissements dans des écosystèmes naturels à des fins d'atténuation (déboisements évités) et d'adaptation (services des zones humides)
- intégrer les cultures locales et le savoir autochtone dans la gestion de l'agro-biodiversité et de l'eau dans les projets agricoles menés dans le cadre des stratégies d'adaptation
- promouvoir des stratégies de gestion des ressources naturelles plus durables dans le contexte de l'agriculture, de l'utilisation des terres, de la restauration des habitats, de la gestion des forêts et de la pêche
- établir de nouveaux mécanismes de financement et prendre en compte les avantages des écosystèmes dans le cadre des nouveaux fonds d'adaptation et de transformation
- recourir à des évaluations environnementales stratégiques pour promouvoir la protection de la biodiversité et des services des écosystèmes
- assurer le suivi des investissements dans la protection des écosystèmes dans le cadre de projets de financement classiques et établir des rapports sur les bonnes pratiques en vue de leur diffusion et de leur utilisation
- mettre au point de nouveaux instruments pour mesurer les avantages des approches intégrées du changement climatique (service des écosystèmes, préservation de la biodiversité, piégeage du carbone, avantages connexes concernant les moyens de subsistance, et capacité de résistance).

Pour promouvoir la poursuite de l'intégration d'approches écosystémiques dans les ripostes montées pour faire face au changement climatique et dans les stratégies d'adaptation nationales, il sera nécessaire d'avoir un accès beaucoup plus large à des sources de financement, notamment pour tirer profit des opportunités de protéger les écosystèmes naturels dans le cadre des grands projets d'énergie et d'infrastructure. La Banque facilite le développement de mécanismes de financement fondés sur le marché et entreprend de nouvelles activités dans le cadre d'opérations pilotes pour accroître l'envergure du marché du carbone. De nouvelles initiatives et de nouveaux fonds d'investissement tels que le Fonds de partenariat pour la réduction des émissions dues à la déforestation, le Programme d'investissement forestier et le Programme pilote de protection contre les chocs climatiques, offrent des opportunités intéressantes de protéger le capital naturel, de procurer des avantages aux communautés et d'utiliser des technologies vertes d'un bon rendement coût-efficacité pour relever les défis posés par le changement climatique.



C H A P I T R E 1

La Banque mondiale et la préservation de la biodiversité : contribution à l'action menée face au changement climatique

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE EST UN GRAVE PROBLÈME ENVIRONNEMENTAL qui pourrait compromettre les efforts menés pour promouvoir un développement durable. La température mondiale en surface a augmenté en moyenne de 0,6°C (Celsius) au cours des cent dernières années, par suite principalement de l'accumulation de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère (Gitay *et al.* 2002). Cette évolution s'est produite, pour l'essentiel, au cours des 30 à 40 dernières années et son rythme s'accélère. La hausse des températures aura de forts impacts à l'échelle mondiale ainsi qu'aux niveaux locaux et régionaux. Si la réduction des émissions de GES et l'inversion de l'évolution du climat sont d'importants objectifs à long terme, un grand nombre des répercussions du changement climatique sont déjà visibles. C'est pourquoi les autorités nationales, les communautés et d'autres parties de la société civile sont de plus en plus soucieuses d'anticiper les effets du changement climatique, tout en s'efforçant de définir des stratégies pour en atténuer les effets actuels et futurs et s'y adapter.

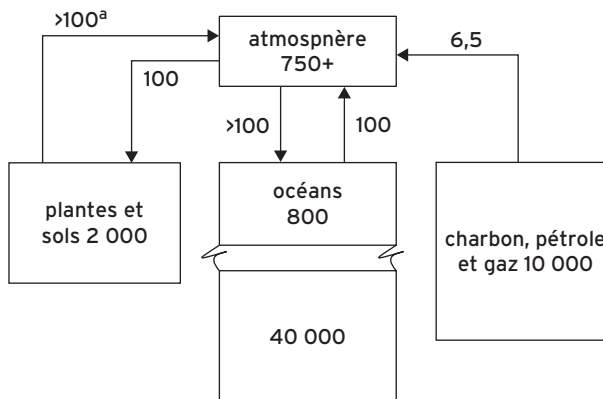
La Banque mondiale a pour mission de réduire la pauvreté et d'appuyer un développement durable. Les actions de protection et d'utilisation durable des habitats naturels et de la biodiversité contribueront à promouvoir la réalisation de ces objectifs en protégeant les services des écosystèmes qui sont essentiels à cette fin. La biodiversité est la base et une composante cruciale de l'agriculture, de la foresterie et des pêcheries. Les ressources biologiques fournissent la matière première nécessaire aux moyens de subsistance, à la survie, à la production de médicaments, au commerce, au tourisme et à l'industrie. La diversité génétique est la clé de nouveaux programmes de reproduction, d'amélioration des cultures et d'accroissement de la production agricole, et de la sécurité

alimentaire. Les forêts, les prairies, les écosystèmes, notamment dulcicoles et marins, fournissent une large gamme de services qui, bien qu'ils ne soient souvent pas pris en compte dans les comptes économiques nationaux, sont essentiels au bien-être de l'être humain, comme la régulation des débits et de la qualité de l'eau, la défense contre les inondations, la pollinisation, la décontamination, le piégeage de carbone, la protection des sols, les cycles des éléments fertilisants et les cycles hydrologiques. Une bonne gestion des écosystèmes procure des avantages innombrables aux sociétés humaines et leur offre des opportunités tout en fournissant un soutien à tous les éléments qui constituent le tissu de la vie. Les services des écosystèmes et la préservation de la biodiversité contribuent à la viabilité de l'environnement, qui est l'un des grands Objectifs de développement pour le Millénaire et l'un des éléments centraux de l'aide de la Banque mondiale.

Les travaux entrepris dans le cadre de l'Évaluation des écosystèmes pour le Millénaire montrent que, au cours des 50 dernières années, les activités humaines ont transformé les écosystèmes plus rapidement et plus profondément qu'à toute autre période comparable de notre histoire. Ces transformations ont contribué à l'obtention de nombreux gains nets sur le plan du développement mais elles le font maintenant, de plus en plus, au détriment de l'environnement et de la société : perte d'habitats, dégradation des sols et amenuisement de l'accès à des ressources naturelles adéquates, l'eau notamment, pour un grand nombre des habitants les plus pauvres de la planète. Il est probable que le changement climatique démultipliera l'impact de cette dégradation de l'environnement.

Les écosystèmes terrestres et océaniques jouent un rôle important dans le cycle global du carbone (voir la figure 1.1). Environ 100 gigatonnes de carbone (GtC) sont absorbées et rejetées chaque année par les écosystèmes terrestres ; 100 gigatonnes de carbone supplémentaires le sont par les écosystèmes marins (Matthews *et al.* 2000).

FIGURE 1.1
Valeurs approchées des stocks (Gigatonnes) et des flux (Gigatonnes par an) de carbone



Source : Woods Hole Institute (<http://www.whrc.org/carbon/index.htm>).

Note : Les chiffres figurant dans les boîtes correspondent aux stocks de carbone. Les chiffres indiqués à côté des flèches représentent les flux de carbone.

a. Le déboisement produit 1-2 GtC par an.

Ces flux naturels sont importants par comparaison aux quelques 6,5 GtC émises chaque année par les combustibles fossiles et les processus industriels et les une à deux GtC produites également chaque année par les activités de déboisement, essentiellement dans les tropiques (Gitay *et al.* 2002). Les habitats naturels stockent le carbone sur une base nette. À l'échelle de la planète, les sols stockent à eux seuls presque 2 000 GtC (Matthews *et al.* 2000). Par ailleurs, les écosystèmes terrestres absorbent une quantité de carbone provenant de l'atmosphère estimée à trois GtC, et les océans 1,7 GtC de plus chaque année. Une gestion bien adaptée des habitats terrestres et aquatiques peut par conséquent contribuer dans une large mesure à réduire les GES.

Impacts du changement climatique sur les écosystèmes et la biodiversité

La fragmentation et la perte d'habitats, la surexploitation, la pollution, l'impact des espèces invasives et, de plus en plus, le changement climatique sont autant de menaces pour les ressources biologiques et les services des écosystèmes dont l'espèce humaine dépend. L'accroissement de la concentration de dioxyde de carbone (CO₂) dans l'atmosphère, la hausse des températures des terres et des océans, l'évolution des régimes de précipitation et l'élévation du niveau de la mer auront un impact aussi bien sur les systèmes naturels que sur le bien-être des être humains. Le réchauffement de la planète et le changement climatique ont déjà des conséquences notables sur les écosystèmes naturels et les espèces (Moritz *et al.* 2008 ; van Zonneveld *et al.* 2009). Les zones humides, les mangroves, les récifs de coraux, les forêts nébuleuses et les écosystèmes arctiques sont particulièrement vulnérables. Le changement climatique devrait également accroître la probabilité de la disparition de certaines espèces et pourrait influencer sur la répartition, le comportement et la reproduction d'autres espèces, les schémas et la fréquence des migrations ainsi que l'intensité des invasions de parasites et des foyers de maladie, autant de facteurs qui pourraient avoir des répercussions sur la production agricole, la sécurité alimentaire et la santé humaine.

Certains des écosystèmes les plus menacés dans le monde sont les habitats de type méditerranéen comme ceux qui se trouvent dans la Région Floristique du Cap (CFR), le Bassin méditerranéen et le sud du Chili. La Région Floristique du Cap constitue le plus petit des six royaumes floraux, et abrite une végétation de type méditerranéen unique appelée « fynbos ». La CFR, qui se trouve en Afrique du Sud, s'étend sur une superficie de 90 000 km² et est le seul royaume floral intégralement situé dans les limites géographiques d'un pays. Elle contient 9 600 espèces de plantes vasculaires, pour la plupart endémiques ; elle a également été identifiée comme l'une des zones de grande biodiversité « les plus sensibles » du monde (voir également l'encadré 1.1). La riche biodiversité de la CFR est gravement menacée par différents facteurs : la conversion des habitats naturels en zones agricoles permanentes et en prairies pour les bovins, les ovins et les autruches ; une gestion inadéquate des risques d'incendie ; un rapide développement des infrastructures non respectueux de l'environnement ; la surexploitation des ressources côtières et des fleurs sauvages ; et l'invasion d'espèces étrangères à la région. Certains habitats importants ont déjà perdu 90 % de leur superficie, et moins de 5 % des terres basses bénéficient d'un régime de préservation. Le changement climatique exacerbera les menaces qui pèsent sur ces écosystèmes et intensifiera les pressions sur les ressources en eau, tout en accroissant le risque d'incendie

ENCADRÉ 1.1

Le suivi de l'impact du changement climatique sur une zone de grande diversité biologique

Le biome du Succulent Karoo, qui s'étend sur 116 000 km² de désert le long de la côte atlantique de l'Afrique du Sud et du sud de la Namibie, abrite la flore succulente la plus riche du monde. Elle est l'une des 34 zones très sensibles, qui sont les plus riches en espèces endémiques et aussi les plus menacées de la planète. À elles toutes, ces zones très sensibles abritent plus de 75 % des mammifères, oiseaux et amphibiens les plus menacés mais la superficie initiale de leurs habitats a déjà diminué de plus de 85 %. Ces zones cruciales pour la biodiversité comptent également des millions d'habitants dont la survie et le bien-être dépendent dans une très large mesure de l'existence d'écosystèmes sains.

Dans cette région transfrontière – qui couvre le Richtersveld, Gariiep River, Ais-Ais et Fish River Canyons – on recense le nombre exceptionnel de 2 700 espèces végétales, dont 560 sont endémiques. Par comparaison à d'autres zones sensibles, le Richtersveld a une végétation relativement intacte malgré les pressions exercées par le surpâturage et les activités d'extraction de diamant. Soucieuse de faire ressortir son importance, l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO) a inscrit le paysage culturel et botanique du Richtersveld sur la liste du Patrimoine mondial.

La région est considérée, dans son ensemble, comme un exemple de zone sensible de grande diversité biologique, menacée de manière visible et imminente par le changement climatique. Selon les projections, des impacts significatifs devraient être apparents d'ici 30 à 50 ans bien que, selon certains botanistes, l'augmentation du taux de mortalité des espèces d'aloès soit déjà un signe manifeste, dans le Richtersveld, du réchauffement de la planète. Les conséquences du changement climatique pour les écosystèmes et les moyens de subsistance sont très graves.

Compte tenu des scénarios de changement climatique et du fait que 75 % des terres sont utilisées selon un mode de gestion communale, un projet financé par le Fonds pour l'environnement mondial (FEM) dans le Richtersveld a adopté une stratégie de préservation à trois niveaux : i) une planification préventive pour intégrer la biodiversité dans les plans de gestion d'utilisation des terres ; 2) l'adoption de mesures a posteriori et l'exécution de plans de gestion environnementale pour l'élevage et les industries extractives ; et 3) l'examen de la mesure dans laquelle la planification et la gestion de l'utilisation des terres permet d'atteindre les objectifs de préservation (en prenant, par exemple, comme indicateur du changement climatique l'évolution de la répartition des *Aloe pilansii*).

En fait, à cause de ses caractéristiques uniques, le Richtersveld est une région tout à fait adaptée à la poursuite de travaux de recherche écologique pour l'étude du changement climatique à l'échelle de la planète. Les chercheurs sud-africains ont entrepris de constituer un réseau de sites de recherche écologique de longue durée, qui servent d'observatoires écologiques de l'évolution des écosystèmes. Dans ce contexte, le Richtersveld forge des partenariats de recherche pour étudier le changement climatique mondial. Une attention particulière sera portée à la conception d'un réseau de zones protégées résistant à la perte d'espèce. Le maintien de la connectivité des zones écologiques et la prévention de la dégradation des habitats sont des lignes de défense cruciales face aux impacts du changement climatique.

et la propagation d'espèces invasives. Il sera essentiel de maintenir la connectivité écologique et de ralentir la dégradation des habitats pour protéger la biodiversité et les services des écosystèmes.

Le changement climatique accélérera probablement le processus d'appauvrissement de la biodiversité mondiale et de la dégradation des écosystèmes dus à une exploitation non viable du capital naturel et aux autres agressions dont est victime l'environnement. La fonte du pergélisol en Mongolie, par exemple, exacerbe les effets de la dégradation des habitats due au surpâturage, et elle a un impact sur les ressources en eau et d'autres services des écosystèmes (voir encadré 1.2). Le réchauffement des eaux côtières, la mort des coraux et les impacts exercés sur les pêcheries côtières par le changement

ENCADRÉ 1.2

Changement climatique et perte de biodiversité dans le parc national mongolien de Hövsgöl

Le parc national de Hövsgöl s'étend autour du lac Hövsgöl, qui se trouve à 1 700 mètres au-dessus du niveau de la mer dans les montagnes du nord de la Mongolie. Les hivers y sont longs et extrêmement rigoureux, les températures tombant en dessous de 40°C. La zone du lac se trouve à la limite sud de la taïga et est formée de pergélisol (couches de sol gelées). La région est habitée par des populations pastorales traditionnelles et leurs animaux. Le pâturage non contrôlé des troupeaux d'ovins, de caprins et de bovins sur les flancs des montagnes qui se trouvent près du lac et la collecte de bois de feu ont entraîné le recul de la lisière de la forêt. Cette perte de couverture forestière expose le sol au soleil. Le pergélisol fond donc plus rapidement que la normale et il se produit une décomposition aérobie source de GES. La température moyenne dans la région a augmenté d'environ 1,4°C au cours des 35 dernières années.

En 2001, l'Académie mongolienne des Sciences a reçu un don du FEM pour une période de cinq ans pour étudier la dynamique de la perte de biodiversité et de la fonte du pergélisol dans le parc national de Hövsgöl. Les travaux menés ont montré que l'épaisseur de la couche active du pergélisol dans la région de Hövsgöl varie en fonction des pressions exercées par le pâturage des animaux. L'élimination de la couverture végétale entraîne un accroissement des températures de surface et du sol en été, ce qui accélère la fonte du pergélisol. Les chercheurs ont abouti à la conclusion que l'impact du changement climatique sur la steppe et sur les forêts est très similaire à l'impact du pastoralisme nomade et de l'abattage des arbres, et qu'il amplifie ce dernier. Pour atténuer ces effets, il faudra que les pasteurs modifient leur stratégie de pâturage pour s'adapter à l'évolution des conditions dans cet environnement difficile et fragile. Les conclusions concernant les pratiques d'utilisation des terres ont été regroupées dans un manuel destiné aux pasteurs, qui comprend des recommandations en vue de la sélection d'aires de pâtures sur une base rotative pour réduire les pressions exercées et améliorer la gestion des parcours. Bien que très peu puisse être fait pour modifier dans l'immédiat le changement climatique, la protection de la couverture végétale par la poursuite de pratiques d'utilisation des terres adaptées pourrait ralentir le rythme auquel fond le pergélisol et contribuer à protéger les ressources en eau, la biodiversité et les écosystèmes naturels en Mongolie. Ces conclusions valent également pour d'autres zones situées dans les zones tempérées des mosaïques de montagnes-forêts-prairies qui s'étendent de l'Europe de l'Est jusqu'à l'est de la Fédération de Russie et au nord de la Chine.

climatique aggravent les répercussions sur les systèmes marins de la surexploitation des pêcheries industrielles et artisanales et de la pollution causée par les déchets des navires et de sources terrestres. Ces dégradations et perturbations des écosystèmes terrestres et aquatiques créent des environnements particuliers qui peuvent être exploités par les espèces invasives qui, à leur tour, aggravent les transformations et la dégradation des écosystèmes.

Impacts sur les communautés humaines et leurs moyens de subsistance

La perte et la dégradation des habitats accroîtront également la vulnérabilité des populations humaines au changement climatique. Par exemple, ce dernier aura un impact sur les caractéristiques physiques et biologiques des zones côtières, et modifiera la structure et le fonctionnement de l'écosystème. Les nations côtières sont donc confrontées à la perspective de perdre non seulement des ressources marines et des pêcheries mais aussi des habitats qui se trouvent en bordure de mer comme les zones humides et les mangroves. Le réchauffement de l'océan provoque le blanchiment des coraux et, lorsque que la température de l'eau reste élevée, leur mort. Près de 30 % des coraux des eaux chaudes des Caraïbes ont disparu depuis le début des années 80, par suite en grande partie de l'accroissement de la fréquence et de l'intensité des périodes d'élévation des températures de la mer. L'augmentation de CO₂ dans l'atmosphère tient également à l'acidification des océans, qui a un impact sur la calcification des plantes et des animaux des récifs, en particulier les coraux, et réduit la capacité des récifs à pousser en hauteur et, donc, à suivre le mouvement à la hausse du niveau de la mer. Le recouvrement par la mer des atolls et la destruction des coraux ont des conséquences

ENCADRÉ 1.3

Incidences régionales anticipées sur les sociétés humaines et leurs moyens de subsistance

Le quatrième rapport d'évaluation du GIEC examine et présente les incidences régionales anticipées. L'ampleur et le moment des impacts dépendra de l'ampleur et de la rapidité du changement climatique.

En *Afrique*, d'ici 2020, 75 à 250 millions de personnes devraient souffrir d'un stress hydrique accentué par les changements climatiques et, dans certains pays, le rendement de l'agriculture pluviale pourrait chuter de 50 %. Vers la fin du siècle, l'élévation anticipée du niveau de la mer affectera les basses terres littorales fortement peuplées. Le coût de l'adaptation pourrait représenter au moins 5 à 10 % du produit intérieur brut (PIB). D'ici 2080, la superficie des terres arides et semi-arides pourrait augmenter de 5 à 8 %.

En *Asie*, les quantités d'eau douce disponibles devraient diminuer d'ici les années 2050 dans le centre, le sud, l'est et le sud-est de la région, en particulier dans les grands bassins fluviaux. Les zones côtières, surtout les régions très peuplées des grands deltas de l'Asie du Sud, de l'Est et du Sud-Est, seront exposées à des risques accrus d'inondation marine et, dans certains grands deltas, d'inondation fluviale. Les changements climatiques devraient amplifier les pressions que l'urbanisation rapide, l'industrialisation et le développement économique exercent sur les ressources

de longue durée pour la protection des zones côtières, l'intégrité des écosystèmes, les services des écosystèmes et la productivité des mers et des pêcheries tropicales.

Le changement climatique, l'élévation du niveau de la mer, et l'accroissement de la fréquence de phénomènes climatiques extrêmes comme les cyclones auront des répercussions sur le développement côtier et dans différents secteurs, notamment, l'approvisionnement en eau, l'énergie, l'agriculture et la santé. Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a procédé à l'évaluation des impacts régionaux probables du changement climatique (voir l'encadré 1.3). Le tableau 1.1 indique les menaces que pourrait poser le climat dans différents pays clients de la Banque, dont beaucoup comptent parmi les nations les plus pauvres du monde. De nombreux pays souffriront même si le niveau de la mer ne monte que d'un mètre, ce qui représente une estimation prudente. Les impacts seront encore plus marqués si l'élévation du niveau de la mer est bien plus considérable (jusqu'à cinq mètres) car, dans ce cas, de vastes régions des Philippines, du Brésil, de la République bolivarienne du Venezuela, du Sénégal et de Fidji seront inondées, de même que les îles ayant un relief très bas et les États côtiers de faible élévation.

Les conséquences du changement climatique en Amérique latine et dans les Caraïbes ont été étudiées relativement en détail (Vergara 2005). Elles comprennent notamment une élévation du niveau de la mer qui pourrait menacer les habitats et les établissements humains côtiers ; un réchauffement de la température à la surface des eaux ; la fonte des glaciers et des chapeaux de neige dans les zones tropicales ; le réchauffement et l'assèchement des landes et d'autres écosystèmes andins en altitude ; l'accroissement de la fréquence des incendies de forêt et l'augmentation des sites touchés ; la propagation de vecteurs de maladies tropicales dans le piémont andin ; et une modification de la productivité agricole et des impacts sur les écosystèmes côtiers et des bassins versants. Ces transformations auront des répercussions

naturelles et l'environnement. La morbidité et la mortalité endémiques dues aux maladies diarrhéiques qui accompagnent principalement les crues et la sécheresse devraient augmenter dans l'est, le sud et le sud-est de l'Asie.

En *Amérique latine*, d'ici le milieu du siècle les forêts tropicales devraient être progressivement remplacées par la savane dans l'est de l'Amazonie sous l'effet de la hausse des températures et du dessèchement des sols qui en résulte. La végétation de type semi-aride aura, de même, tendance à laisser place à une végétation de type aride. La biodiversité sera fortement appauvrie par la disparition de certaines espèces dans de nombreuses régions tropicales de l'Amérique latine. La modification des régimes de précipitations et la disparition des glaciers devraient réduire considérablement les ressources en eau disponibles pour la consommation humaine, l'agriculture et la production d'énergie.

Dans les *petites îles*, l'élévation du niveau de la mer devrait intensifier les inondations, les ondes de tempête, l'érosion et d'autres phénomènes côtiers dangereux. D'ici 2050, les changements climatiques devraient réduire les ressources en eau dans de nombreuses petites îles, par exemple dans les Caraïbes et le Pacifique, à tel point que la demande ne pourra plus être satisfaite pendant les périodes de faible pluviosité. La hausse des températures devrait favoriser l'invasion d'espèces exotiques, notamment aux moyennes et hautes latitudes.

TABLEAU 1.1

Les grands risques climatiques et les pays les plus menacés

Risque	Pays à faible revenu	Pays à revenu intermédiaire	Pays à revenu élevé
Sécheresse	Érythrée, Éthiopie, Inde, Kenya, Malawi, Mauritanie, Mozambique, Niger, Soudan, Tchad, Zimbabwe	République islamique d'Iran	Aucun
Inondation	Bangladesh, Bénin, Cambodge, Inde, Mozambique, Pakistan, RDP lao, Rwanda, Viet Nam	Chine, Sri Lanka, Thaïlande	Aucun
Tempête	Bangladesh, Haïti, Madagascar, Mongolie, Viet Nam	Chine, Fidji, Honduras, Moldova, Philippines, Samoa, Tonga	Aucun
Zones côtières	Bangladesh, Mauritanie, Myanmar, Sénégal, Viet Nam	Chine, Indonésie, Libye, Mexique, République arabe d'Égypte, Tunisie	Tous les États insulaires de faible élévation
Agriculture	Éthiopie, Inde, Malawi, Mali, Niger, Pakistan, Sénégal, Soudan, Zambie, Zimbabwe	Algérie, Maroc	Aucun

considérables sur la richesse de la biodiversité et les services des écosystèmes de la région ainsi que sur la santé et les moyens de subsistance des populations humaines.

Les conséquences biophysiques de l'élévation du niveau de la mer sur les zones côtières varieront très fortement en fonction de la nature du relief et des écosystèmes côtiers. Par exemple, quel que soit le degré d'élévation du niveau de la mer, les inondations dans les pampas de la province de Buenos Aires seront exacerbées par la diminution de l'efficacité du système de drainage naturel. Certaines zones côtières d'Amérique centrale et de la côte atlantique d'Amérique du Sud, comme le delta du Magdalena en Colombie, seront exposées à des risques d'inondation, de même que les vastes deltas sans relief de l'Amazone, de l'Orénoque et du Paraná. Les estuaires comme celui du Río de la Plata souffriront également de plus en plus de l'intrusion d'eau salée, qui posera des problèmes d'alimentation en eau douce. Dans le bassin des Caraïbes, le niveau de la mer pourrait augmenter de trois à huit millimètres par an. Tous ces phénomènes auront des répercussions aussi bien sur les populations humaines que sur les écosystèmes naturels. L'élévation prévue du niveau de la mer compromettra la disponibilité de ressources en eau douce des aquifères qui seront contaminés par l'intrusion d'eau salée dans beaucoup de petites îles et provoquera l'inondation des zones côtières. La situation est extrêmement préoccupante car plus de 50 % des habitants de la plupart des États des Caraïbes habitent à moins de deux km de la côte. Les ressources essentielles aux populations insulaires et côtières — notamment les plages, les zones humides, les ressources en eau douce, les pêcheries, les récifs de coraux et les atolls, ainsi que les habitats des espèces sauvages — sont toutes menacées.

En altitude, le changement climatique a des répercussions sur les écosystèmes montagneux. Le retrait glaciaire se poursuit à un rythme inquiétant dans les Andes. Les mesures récemment effectuées font état d'une réduction catastrophique du volume des glaciers ; ces changements auront probablement de forts impacts sur le débit des eaux vers les vallées andines. Dans les zones montagneuses de moindre altitude, la

régulation des débits des cours d'eau n'est plus assurée, les risques d'incendie instantané augmentent et la composition et les seuils limites des écosystèmes changent sous l'effet de la modification du climat. La hausse des températures crée aussi un risque important d'inondations à répétition en faisant fondre les glaces, et expose les populations et les infrastructures en aval à des dangers imminents. Le réchauffement des températures touche également les écosystèmes des landes en altitude qui sont des réservoirs d'eau et des zones de stockage de carbone. Le changement climatique sera plus prononcé dans les chaînes montagneuses de haute altitude qui se réchaufferont plus rapidement que les terres basses voisines. En raison de leur ampleur, les transformations hydrologiques et écologiques provoqueront la disparition d'une biodiversité unique, ainsi que la perte de nombreux biens et services des écosystèmes de ces montagnes, notamment l'approvisionnement en eau, la régulation des bassins et les possibilités de génération d'hydroélectricité connexes.

Il faut s'attendre à ce que le changement climatique ait un impact sur la disponibilité de ressources en eau, et la demande correspondante, ainsi que sur les débits écologiques. Tous les écosystèmes dulcicoles subiront d'importants effets écologiques dès le milieu du siècle. Aucun écosystème ne sera « épargné » et les caractéristiques essentielles de nombreuses masses d'eau seront probablement profondément altérées, notamment les régimes des cours d'eau, les schémas de stratification thermique et la propension à passer d'un état oligotrophe (milieu très pauvre en substances nutritives) à un état eutrophe (milieu riche en substances nutritives) et inversement. Si la vie aquatique dépend à la fois de la quantité d'eau et de la qualité de cette dernière, les variations des débits sont particulièrement préoccupantes en raison du grand nombre de processus d'écosystèmes qu'elles régissent. De nombreuses régions tropicales, par exemple, sont inondées à la saison humide tandis que le débit des eaux y est très faible, voire nul, pendant la saison sèche. Dans les latitudes tempérées, la fonte des neiges gonfle le débit des cours d'eau au printemps. Toutefois ces schémas « normaux » peuvent masquer une « variabilité normale » des débits écologiques d'une année sur l'autre. En Afrique de l'Est, les variations interannuelles sont généralement de l'ordre de 30 %, ce qui signifie qu'une année très humide peut être suivie par une année très sèche. L'Amazonie n'affiche qu'une faible variabilité d'une année sur l'autre mais, au sud, le Pantanal connaît des variations relativement importantes. Dans la plupart des régions, le changement climatique accroît la variabilité interannuelle — les périodes de sécheresse ou d'inondations sont plus fréquentes, les journées caniculaires plus nombreuses et les précipitations plus fortes — ce qui a d'importantes répercussions sur les débits écologiques, l'agriculture à l'échelon local et les moyens de subsistance des populations humaines (Matthews *et al.* 2009).

Raisons pour lesquelles il est important de préserver les écosystèmes et la biodiversité dans un monde en mutation

Les efforts actuellement déployés pour faire face au changement climatique portent essentiellement sur la réduction des émissions de GES par l'adoption de stratégies axées sur les énergies propres et l'amélioration des infrastructures pour répondre à une demande accrue d'énergie et d'eau et réduire la vulnérabilité des communautés menacées. Ces deux démarches sont nécessaires. Néanmoins, dans de nombreux pays, notamment les plus pauvres, ces mesures peuvent, et doivent être complétées

par des actions privilégiant des approches de l'atténuation et de l'adaptation basées sur les écosystèmes et le capital naturel qui visent à améliorer les efforts de préservation et à assurer une gestion plus durable des ressources et des habitats naturels.

L'amélioration de la gestion des écosystèmes peut accroître la capacité de résistance aux aléas du climat, protéger les puits de carbone et contribuer aux stratégies d'adaptation. Le changement climatique a déjà des effets sur les écosystèmes et les moyens de subsistance, mais un renforcement de la protection et de la gestion des ressources biologiques permettra d'atténuer ces impacts et contribuer à la formulation de solutions tandis que les nations et les communautés s'efforcent de trouver le moyen de s'adapter. Les stratégies basées sur les écosystèmes peuvent apporter des solutions avérées, efficaces au plan des coûts et durables pour faire face au changement climatique, tout en appuyant et complétant les autres stratégies nationales et régionales d'adaptation.

La protection des forêts, des zones humides, des habitats côtiers et d'autres écosystèmes naturels présente des avantages sociaux, économiques et environnementaux, que ce soit directement en assurant une gestion plus durable des ressources biologiques ou, indirectement, en protégeant les services des écosystèmes. Les zones protégées, et les habitats naturels qui s'y trouvent, peuvent préserver les bassins versants et réguler les débits et la qualité de l'eau, prévenir l'érosion des sols, avoir un effet sur les régimes pluviométriques et le climat à l'échelle locale, conserver des ressources renouvelables récoltables, préserver des réservoirs génétiques, et protéger des animaux reproducteurs, des pollinisateurs naturels et des agents de dispersion des graines qui maintiennent les écosystèmes en bonne santé. Les forêts des plaines inondables et les mangroves côtières assurent une protection contre les intempéries et constituent des barrières de sécurité contre des risques naturels tels que les inondations, les cyclones et les tsunamis. Les zones humides naturelles filtrent les polluants et sont des zones d'alevinage pour les pêcheries locales. L'amélioration de la protection et de la gestion de ressources naturelles et d'habitats essentiels profiteront aux communautés autochtones pauvres et marginalisées en maintenant les services des écosystèmes et l'accès à des ressources durant les périodes difficiles, notamment en période de sécheresse ou à la suite d'une catastrophe.

Le Groupe de la Banque mondiale, qui a fourni un appui à 598 projets dans plus de 120 pays au cours des 20 dernières années, est l'une des plus importantes sources de financement des initiatives en faveur de la biodiversité. Son portefeuille de projets axés sur la biodiversité représente des investissements de plus de six milliards de dollars qu'elle a directement financés ou qu'elle a mobilisés dans le cadre de cofinancements (voir le tableau 1.2). Beaucoup de ces projets favorisent déjà la poursuite d'une gestion saine des ressources naturelles, qui pourrait contribuer à l'atténuation et à l'adaptation en maintenant et en rétablissant les écosystèmes naturels, en améliorant la gestion des terres et des ressources en eau et en protégeant d'importantes zones d'habitats naturels à toutes les altitudes. L'amélioration de la protection des forêts, des prairies, des zones humides et d'autres habitats naturels caractérisés par une importante biodiversité présente l'avantage d'offrir des moyens de subsistance et aussi de stocker le carbone.

Les projets de la Banque appuient directement la préservation de la biodiversité et l'utilisation durable de cette dernière dans une large gamme d'habitats naturels, qui vont des récifs coralliens à certaines des montagnes les plus élevées du monde et des forêts de conifères et de mousson dans les tropiques aux savanes, aux prairies, aux terres arides et aux paysages calcaires uniques ainsi qu'aux écosystèmes marins

TABLEAU 1.2

**Montant total des investissements dans la biodiversité, par exercice
et par source de financement**
USD millions

Ex.	Groupe de la Banque mondiale						Co- finance- ment	Finance- ment total pour la biodiversité
	FEM	BIRD	IDA	Fonds fiduc.	Marché carbone	Total		
1988	0,00	3,79	2,86	0,00	0,00	6,65	8,95	15,60
1989	0,00	3,16	3,93	0,00	0,00	7,09	5,21	12,30
1990	0,00	129,26	14,22	0,00	0,00	143,48	91,00	234,48
1991	0,00	97,17	35,48	0,00	0,00	132,65	129,94	262,59
1992	23,20	91,21	125,97	0,00	0,00	240,37	130,17	370,55
1993	29,79	17,13	28,37	0,00	0,00	75,29	43,68	118,97
1994	51,27	27,94	54,01	0,00	0,00	133,21	63,95	197,17
1995	44,06	55,81	34,80	36,66	0,00	171,33	176,06	347,40
1996	74,23	40,89	5,07	0,30	0,00	120,48	70,48	190,96
1997	95,90	39,29	103,78	2,00	0,00	240,97	158,46	399,43
1998	78,27	59,64	122,86	0,20	0,00	260,96	252,68	513,64
1999	45,12	15,87	40,15	3,23	0,00	104,36	101,97	206,34
2000	52,07	49,59	14,05	7,35	0,00	123,05	60,74	183,80
2001	166,75	49,54	29,41	27,90	0,00	273,59	268,68	542,27
2002	164,92	15,10	55,49	5,67	0,00	241,18	205,21	446,39
2003	81,31	33,33	62,29	0,00	0,00	176,92	110,68	287,60
2004	103,46	38,95	66,60	4,42	0,44	213,87	274,97	488,84
2005	118,63	88,64	73,20	14,46	0,00	294,93	154,38	449,31
2006	156,02	78,65	25,39	17,70	19,20	296,96	172,33	469,29
2007	70,61	35,54	27,52	3,02	1,04	137,73	55,78	193,51
2008	48,36	33,38	0,80	1,10	0,00	83,64	178,11	261,75
Total	1 403,95	1 003,86	926,23	124,00	20,68	3 478,72	2 713,45	6 192,18

Source : Banque mondiale 2008a.

Note : FEM = Fonds pour l'environnement mondiale ; BIRD = Banque internationale pour la reconstruction et le développement ; IDA = Association internationale de développement.

et dulcicoles. Un grand nombre de ces écosystèmes se trouvent dans des sites dont l'importance pour la biodiversité est reconnue à l'échelle mondiale : des zones sensibles à méga-diversité, les dernières zones vierges, les 200 écorégions mondiales décrites par le Fonds mondial pour la nature (WWF) et les zones classées « Aires de peuplement avien endémique » et « Aires de peuplement avien important ». De nombreux projets sont poursuivis dans des pays et dans des régions où les communautés sont les plus vulnérables aux impacts du changement climatique. En

encourageant la poursuite d'investissements dans ces sites, la Banque aide ses pays clients à se rapprocher des objectifs 2010 de la Convention sur la diversité biologique et à se préparer aux conséquences du changement climatique.

Une grande partie des financements consacrés par la Banque à la biodiversité vise des zones protégées, mais l'accent est mis dans une mesure croissante sur l'amélioration de la gestion des ressources naturelles et sur la prise en compte systématique des questions de préservation de la biodiversité dans le cadre de la gestion des zones forestières et côtières et des activités agricoles. Outre ces activités « traditionnelles » axées sur les ressources naturelles, la Banque a mis en œuvre, avec de bons résultats, des modalités conçues pour appuyer la protection et l'amélioration de la gestion des habitats naturels dans le cadre de projets d'énergie et d'infrastructure et de prêts à l'appui des politiques de développement. L'institution a également entrepris de créer des fonds d'investissement climatiques novateurs, notamment des fonds qui cibleront des écosystèmes naturels, en particulier les forêts, en tant qu'aires de stockage de carbone.

L'attention portée dans le monde entier au changement climatique et la nécessité de se préparer à ses effets probables au niveau national sont des raisons impératives de protéger le capital naturel et les services des écosystèmes dont de nombreuses communautés sont tributaires. L'accès de la Banque à des capitaux prêtables et à de multiples instruments de financement lui donne la possibilité de promouvoir la contribution, essentielle à un développement durable, d'approches basées sur les écosystèmes pour lutter contre le changement climatique dans le cadre des programmes nationaux. Ces efforts viendraient s'ajouter à l'aide apportée aux pays clients aux fins de la formulation de stratégies d'adaptation ainsi qu'au dialogue sur l'action à mener au sujet de la gouvernance et de l'amélioration de la gestion des ressources naturelles. Les nouveaux fonds d'investissement climatiques financés par plusieurs bailleurs de fonds, qui sont décrits au chapitre cinq, offrent des possibilités très intéressantes de protéger les habitats et les services des écosystèmes tout en s'attaquant aux problèmes posés par le changement climatique.

Cet ouvrage présente un argument convaincant en faveur de l'adoption d'approches basées sur les écosystèmes en tant que troisième grand axe des stratégies nationales formulées pour faire face au changement climatique. Un grand nombre des études de cas présentées dans les encadrés s'appuient sur les leçons tirées de projets de la Banque et des meilleures pratiques suivies dans ce cadre. Le deuxième chapitre examine la contribution des écosystèmes naturels au piégeage et au stockage de carbone. Il présente également des informations et montre comment des actions de préservation efficaces peuvent faciliter une action d'atténuation à faible intensité de technologie et peu coûteuse. Le chapitre trois explique comment l'intégration de la protection des habitats naturels et de la gestion des ressources naturelles dans les plans d'adaptation peut contribuer à promouvoir des stratégies d'un bon rapport coût-efficacité pour réduire la vulnérabilité face au changement climatique. Le quatrième chapitre fait ressortir les liens entre les services des écosystèmes et les moyens de subsistance des populations humaines, l'agriculture et l'eau. Enfin, le dernier chapitre présente les différents instruments de financement qui peuvent être utilisés pour appuyer des approches basées sur les écosystèmes face au changement climatique, notamment les fonds d'investissement climatiques et le marché du carbone au sens large.



C H A P I T R E 2

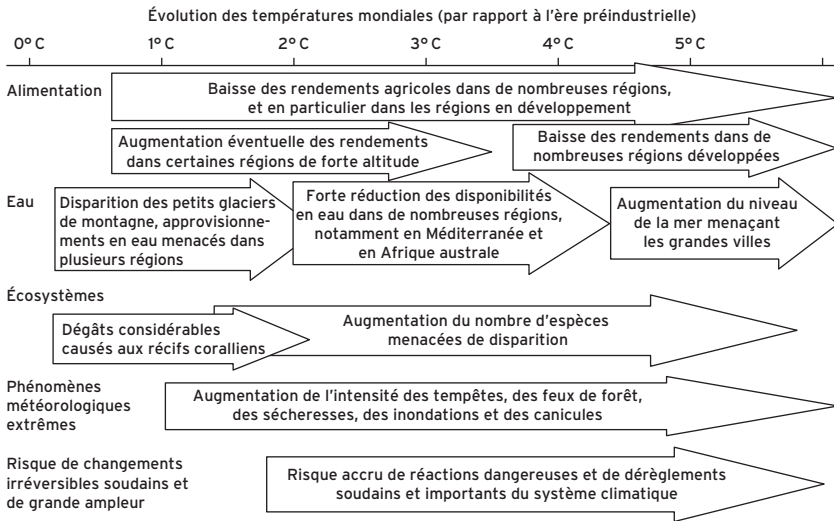
Écosystèmes naturels et atténuation

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE A DÉJÀ DES EFFETS SUR LES SYSTÈMES NATURELS et les phénomènes météorologiques, de même que sur les conditions de vie et les moyens d'existence des populations. Les concentrations actuelles de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère sont de l'ordre de 430 parties par million (ppm) d'équivalent dioxyde de carbone (CO_2e), soit près de deux fois le niveau enregistré avant la révolution industrielle (Stern 2007). Si les émissions se poursuivent au même rythme, les concentrations de GES dans l'atmosphère atteindront 550 ppm à l'horizon 2050 et continueront d'augmenter. Les émissions de combustibles fossiles sont les principales responsables de cette situation, mais l'évolution des modes d'affectation des terres explique aussi dans une très large mesure les concentrations actuelles de GES.

Il est fort probable que l'augmentation de la température moyenne mondiale attribuable à la concentration de GES sera supérieure à 2°C. Comme l'indique la figure 2.1, cette hausse des températures aurait des effets défavorables sur la sécurité alimentaire, les disponibilités en eau, les conditions météorologiques et la diversité des espèces, et serait de surcroît très préjudiciable aux écosystèmes comme les récifs coralliens. En conséquence, les pays doivent impérativement atténuer le changement climatique et ramener les émissions de GES à un niveau permettant aux puits naturels de carbone de compenser la hausse des émissions. Selon le quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC 2007), des niveaux de stabilisation faibles à moyens (450–550 ppm de CO_2e) permettraient d'éviter que les écosystèmes et les moyens de subsistance des populations ne subissent de graves dommages, mais ne sont envisageables qu'au prix d'efforts concertés engagés à l'échelle mondiale. Il est donc primordial d'adopter sans tarder des mesures d'atténuation afin d'atteindre les niveaux d'émission souhaités. La diversité

FIGURE 2.1

Transformations probables des systèmes terrestres en fonction des activités d'atténuation entreprises



Source : Stern 2007.

biologique et les écosystèmes naturels, de par leur vaste capacité de stockage du carbone et de régulation du cycle du carbone, peuvent jouer un rôle essentiel dans ce domaine.

L'atténuation consiste à réduire les émissions de GES résultant de la production d'énergie ou de l'évolution des modes d'affectation des terres, et à renforcer les puits naturels de GES. L'atténuation, par le biais de processus biologiques, des GES présents dans l'atmosphère peut s'effectuer par : a) le piégeage du carbone, en augmentant la capacité de stockage des bassins de carbone (notamment par des actions de boisement, de reboisement et de régénération d'autres habitats naturels) ; b) le maintien des puits de carbone existants (en évitant de déboiser ou en protégeant les zones humides, par exemple) ; c) le maintien en bonne santé des récifs coralliens et le maintien du puits de carbone océanique ; et d) le remplacement des énergies fondées sur l'utilisation des combustibles fossiles par des technologies moins polluantes reposant sur la valorisation de la biomasse. Le potentiel mondial d'atténuation biologique par le biais d'actions de boisement, de reboisement, de déboisement évité et d'amélioration des pratiques agricoles et de la gestion des pâturages et des forêts est estimé à 100 gigatonnes de carbone (GtC) à l'horizon 2050, ce qui représente environ 10 à 20 % des prévisions d'émissions de combustibles fossiles pour la période considérée.

Boisement et reboisement

Aux termes des directives reçues au titre de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) et du Mécanisme pour un développement propre (MDP) du Protocole de Kyoto, les activités de protection des peuplements forestiers et des autres habitats naturels ne peuvent pas bénéficier de crédits carbone.

En conséquence, les mesures d'atténuation axées sur les habitats visent principalement à accroître le piégeage du carbone par le biais de projets de boisement et de reboisement.

La Banque mondiale participe aux efforts de boisement et de reboisement partout dans le monde (voir encadré 2.1). Elle appuie des projets de piégeage du carbone qui sont souvent associés à des activités axées sur le maintien des services écosystémiques et des avantages qui en découlent à l'échelle locale, comme la protection des bassins hydrographiques ou la fourniture de bois de feu et de fourrage. Au titre du Fonds biocarbone, la Banque finance la plantation d'*Acacia senegalensis*, essence robuste originaire du Sahel africain, sur plus de 23 000 hectares de terres communales dégradées du Mali et du Niger. Ce programme de reboisement contribuera à la remise en état des habitats d'espèces autochtones d'insectes, d'animaux et d'oiseaux et devrait

ENCADRÉ 2.1

Reboisement dans le cadre du Fonds biocarbone

Brésil : Reboisement en périphérie des réservoirs hydroélectriques

Le projet prévoit la régénération de forêts naturelles sur environ 5 576 hectares qui s'étendent autour de quatre réservoirs créés dans le cadre de projets hydroélectriques dans l'État de São Paulo. La plantation d'au moins 80 espèces indigènes contribuera à régénérer les zones forestières, à en préserver la dimension récréative et à accroître la valeur des terrains du point de vue touristique. Nombre des sites ciblés sont intégrés à des zones forestières existantes et abritent des habitats riverains. La régénération des zones forestières devrait permettre de piéger 0,67 Mt de CO₂e à l'horizon 2012 et 1,66 Mt de CO₂e d'ici à 2017. Elle favorisera par ailleurs l'accroissement du nombre d'habitats critiques et la création de couloirs naturels d'importance vitale reliant les terres boisées aux zones protégées existantes.

Chine : Gestion du bassin hydrographique de la rivière des Perles

Le projet prévoit le reboisement de 4 000 hectares dans la région autonome de Guangxi Zhuang, qui comprend la moitié du bassin de la rivière des Perles et abrite une riche diversité biologique. Les sites à reboiser sont constitués de formations arbustives, de prairies et de terres sur lesquelles le couvert forestier est inférieur à 30 %. Au total, 75 % des essences plantées seront indigènes, et les essences exotiques regrouperont pour l'essentiel des *eucalyptus*, cultivés en Chine depuis un siècle. Les travaux de régénération des forêts situées sur le cours supérieur et moyen de la rivière des Perles serviront de modèle pour la gestion des bassins hydrographiques. Le carbone piégé par les plantations, à l'instar d'une culture de rente, générera des revenus pour les populations locales. Grâce à ce projet axé sur l'utilisation des terres, le changement d'affectation des terres et la foresterie (UTCRAFT), qui sera le premier du genre en Chine, on pourra aussi déterminer dans quelle mesure les activités de boisement peuvent contribuer à générer des réductions des émissions de GES susceptibles d'être mesurées, suivies et certifiées. Les terres reboisées devraient permettre de piéger environ 0,34 Mt de CO₂e à l'horizon 2012 et quelque 0,46 Mt de CO₂e d'ici à 2017. Elles contribueront par ailleurs à la reconstitution d'un couloir forestier qui reliera les deux réserves naturelles de Mulun et Jiwandashan, dans le district de Huanjiang, et tiendra lieu de corridor naturel, favorisant ainsi le déplacement des animaux.

(suite)

ENCADRÉ 2.1 (suite)

Kenya : Déplacement de la ceinture verte

Le projet a pour objet de reboiser 4 000 hectares de terres publiques et privées dégradées et très fréquentées par les populations locales, dans les bassins hydrographiques de la chaîne des Aberdare et du Mont Kenya. Ces forêts abritent un grand nombre d'espèces animales menacées et forment une zone importante pour la conservation des oiseaux (ZICO) internationalement reconnue. Bien qu'un grand nombre de ces massifs forestiers soient officiellement protégés et intégrés à des réserves naturelles, ils restent menacés par l'abattage illégal et l'agriculture. Les communautés locales associées au projet percevront un revenu et auront accès aux technologies et aux connaissances nécessaires pour reboiser les zones sélectionnées et en assurer la gestion. La plantation d'arbres sur les pentes escarpées dénudées permettra de réduire l'érosion, de protéger les sources d'eau et de réguler l'écoulement des eaux. Les communautés se regrouperont au sein d'associations forestières communautaires chargées d'élaborer des plans de gestion. À plus long terme, l'objectif du projet est de promouvoir l'utilisation durable des forêts replantées à des fins multiples, et notamment pour la production de bois de feu, de charbon de bois, de bois d'œuvre et de plantes médicinales. Le reboisement des terrains situés aux alentours des réserves forestières devrait par ailleurs contribuer à réduire les pressions qui s'exercent sur les forêts naturelles restantes. Dans le même temps, la plantation d'essences indigènes favorisera l'enrichissement de la diversité biologique locale et la préservation des services écosystémiques. Le projet devrait permettre de piéger environ 0,1 Mt de CO₂e à l'horizon 2012 et 0,38 Mt de CO₂e d'ici à 2017.

permettre de piéger environ 0,3 mégatonne (Mt) de CO₂e d'ici à 2017 et 0,8 Mt de CO₂e à l'horizon 2035 au Mali, ainsi que 0,24 Mt de CO₂e d'ici à 2012 et quelque 0,82 Mt CO₂e à l'horizon 2017 au Niger. Le projet apportera une aide considérable aux communautés locales, en favorisant la création d'emplois et l'accroissement des revenus grâce à la vente de gomme arabique de haute qualité (voir encadré 2.2).

L'impact de ces projets de boisement et de reboisement sur la diversité biologique et les services écosystémiques sera fonction des modes d'utilisation des terres, de l'état initial de l'écosystème et des méthodes de gestion appliquées. Le reboisement des terres dégradées peut offrir des avantages considérables du point de vue de la diversité biologique, en particulier si les espèces et les sites sont sélectionnés avec soin, si l'on privilégie la plantation d'espèces indigènes et si les besoins particuliers des espèces sauvages naturelles sont pris en compte. Les plantations et les projets de régénération des forêts naturelles peuvent contribuer à la dispersion des espèces sauvages en favorisant l'expansion des habitats forestiers ou en créant des voies de passage entre des habitats jusqu'alors éparpillés dans un écopaysage fragmenté. Les plantations à essence unique peuvent aussi avoir des effets bénéfiques sur la diversité biologique si elles respectent certains principes comme la préservation des forêts naturelles le long des rives des cours d'eau ou la protection des zones humides naturelles. À l'inverse, les plantations d'essences exotiques à croissance rapide ou d'espèces à potentiel invasif avéré n'offrent guère d'avantages du point de vue de la diversité biologique, mais peuvent présenter un intérêt à court terme, dans la mesure où elles peuvent réduire l'érosion des sols et fournir une source de bois de feu et d'œuvre aisément accessible.

ENCADRÉ 2.2

Renforcement de la résistance par la promotion d'espèces végétales naturelles au Mali

Ces 30 dernières années, la région de Nara, dans le nord du Mali, a été touchée par la baisse des précipitations et du niveau des eaux, la dégradation des sols, l'appauvrissement de la couverture forestière et la modification de la composition des espèces végétales. L'abattage des arbres pour la production de bois de feu et de charbon de bois et l'agriculture itinérante sur brûlis figurent parmi les principales causes du déboisement dans la région. La disparition de la végétation naturelle a réduit la capacité des écosystèmes des zones arides à résister à des sécheresses répétées. Du fait de la dégradation des sols, les populations de la région sont confrontées à la famine et à la pauvreté et n'ont d'autre choix que de migrer. Dans une région déjà touchée par la sécheresse, ces facteurs supplémentaires d'agression environnementale liés au climat vont être très préjudiciables à la sécurité alimentaire des populations et au processus de développement.

La gestion améliorée des ressources naturelles et des espèces végétales indigènes contribue à renforcer la résistance aux effets du changement climatique et favorise l'adoption de modes d'élevage et de pratiques agricoles plus durables. Le Fonds biocarbone finance actuellement un projet de reboisement qui prévoit la plantation, sur une superficie de 6 000 hectares, d'*Acacia senegalensis*. Cette espèce endémique au Sahel, parfaitement adaptée aux conditions écologiques difficiles, a de multiples effets bénéfiques sur l'environnement. Outre la production de gomme, l'acacia favorise la régénération des zones dégradées devenues impropres à l'agriculture. Son système racinaire très vigoureux en fait une espèce idéale pour la fixation des dunes de sable et la lutte contre l'érosion due aux vents et au ruissellement. L'acacia a en outre la capacité de fixer l'azote, contribuant ainsi à améliorer la fertilité des sols. Dans le cadre du projet, des organisations et des agriculteurs de la région de Nara créeront et géreront des pépinières modernes, planteront des arbres, entreprendront les plantations et récolteront de la gomme arabique. Le projet permettra aussi de diversifier les activités agricoles grâce à la culture intercalaire d'arachides et de niébé. Enfin, en favorisant la régénération de peuplements sains d'*Acacia senegalensis*, le projet contribuera à la préservation de la diversité biologique locale et à la production de fourrage pour le bétail.

Le projet devrait permettre de piéger environ 0,3 Mt de CO₂e d'ici à 2017 et 0,8 Mt de CO₂e à l'horizon 2035. Il devrait créer au total quelque 1 700 emplois dans les secteurs de la gestion des plantations et de la production, du transport et de la commercialisation de la gomme arabique. La gestion des pépinières nécessitera à elle seule la création de 200 emplois. Quelque 10 000 familles d'agriculteurs devraient bénéficier des retombées du projet, et pourront notamment créer leurs propres plantations d'acacias (à raison d'environ un hectare par participant). Des centaines d'autres familles d'agriculteurs devraient aussi tirer profit des revenus supplémentaires découlant de la production et de la vente de gomme arabique, de céréales et de fourrage, auxquels viendront s'ajouter les paiements versés en contrepartie de la réduction des émissions (appelés unités de réduction certifiée des émissions, ou URCE).

Les plantations d'essences indigènes favorisent davantage la préservation de la biodiversité que les espèces exotiques. En règle générale, les plantations mixtes contribuent davantage à enrichir la diversité biologique que les plantations à espèce unique, en particulier si elles sont conçues de manière à permettre la colonisation et

l'établissement de communautés végétales de sous-étage. Dans la mesure où l'appauvrissement du carbone du sol se produit sur plusieurs années après la récolte et la replantation — en raison de l'exposition du sol, du lessivage et du ruissellement accru et de la réduction des apports provenant de la litière —, les plantations à longue rotation dans lesquelles la végétation et le carbone du sol peuvent s'accumuler sont plus bénéfiques que les plantations à rotation courte. Si les forêts à rotation courte, de par leur structure plus simple, ne contribuent pas à la richesse des espèces autant que les forêts à plus longue durée de vie, les produits qui en sont tirés peuvent cependant atténuer les pressions qui s'exercent sur les forêts primaires.

Assurer le stockage de carbone en protégeant et en restaurant les écosystèmes naturels

Dans nombre de cas, les zones qui abritent des habitats terrestres à la biodiversité riche et les grands réservoirs de carbone se chevauchent. Dans ces régions d'importance biologique majeure, la création de zones protégées ou le renforcement des régimes de gestion en place devraient pouvoir contribuer à la protection des réservoirs de carbone existants.

Forêts

Les forêts couvrent environ 30 % de la superficie des terres émergées, mais elles stockent environ 50 % du carbone terrestre de la planète (1 150 GtC) dans la biomasse végétale, la litière forestière, les débris ou le sol (Watson *et al.* 2000). La taille relative de ces réservoirs de carbone est fonction des caractéristiques des forêts et des régions dans lesquelles ils se trouvent (voir le tableau 2.1). L'évolution des modes d'affectation des terres, et en particulier l'expansion des peuplements humains, la conversion des

TABLEAU 2.1
Stocks de carbone dans les écosystèmes naturels et les terres cultivables

Biome	Stocks de carbone			
	Superficie ^a	Végétation ^b	Sols ^b	Total ^b
Forêts tropicales	17,6	212	216	428
Forêts tempérées	10,4	59	100	159
Forêts boréales	13,7	88	471	559
Savanes tropicales	22,5	66	264	330
Prairies tempérées	12,5	9	295	304
Déserts et zones semi-désertiques	45,5	8	191	199
Toundra	9,5	6	121	127
Zones humides	3,5	15	225	240
Terres cultivables	16,0	3	128	131
Total	151,2	466	2 011	2 477

Source : Watson *et al.* 2000.

a. 10 millions de kilomètres carrés.

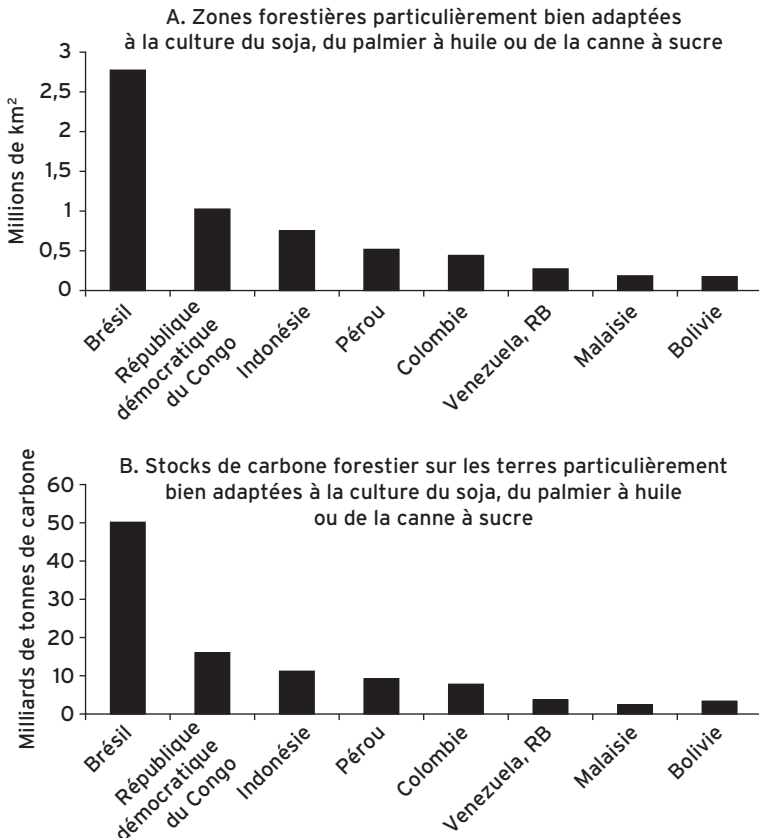
b. Gigatonnes de carbone.

forêts en terres agricoles et les pratiques d'abattage non viables peuvent être lourdes de conséquences pour les forêts et entraîner à la fois la disparition et la fragmentation des habitats naturels. Compte tenu du rythme actuel de déboisement, soit environ 13 millions d'hectares par an, (FAO 2005), les forêts du monde sont aujourd'hui gravement menacées. À mesure que ces forêts disparaissent, les services écosystémiques qu'elles fournissent, notamment en matière de stockage et de piégeage du carbone, disparaissent aussi.

Environ 20 % des émissions de GES résultent d'opérations de déboisement ou d'un changement d'affectation des terres. La situation est particulièrement préoccupante dans les régions tropicales, où se trouvent certains des pays abritant la diversité biologique la plus riche du monde. Dans les régions tropicales, les émissions imputables au déboisement et au défrichage des terres sont beaucoup plus élevées, atteignant parfois 40 % des émissions nationales totales. À l'heure actuelle, le Brésil et l'Indonésie sont à eux seuls à l'origine de près de 54 % de l'ensemble des émissions

FIGURE 2.2

Superficies et stocks de carbone des forêts occupant des terres présentant des caractéristiques encourageant le déboisement dans les zones tropicales



Source : Stickler et al. 2007.

dues à la disparition des forêts (Baumert, Herzog et Pershing 2006). Comme l'indique la figure 2.2, certaines forêts présentant un fort potentiel pour la production de cultures de rente abritent dans le même temps d'importantes réserves de carbone ; ces forêts et les réserves de carbone qu'on y trouve n'en sont que plus vulnérables aux activités de déboisement. Ainsi, la majeure partie des émissions de GES de l'Indonésie sont imputables au déboisement et au défrichement des terres, et notamment au défrichage et à la pratique du brûlis dans les forêts sur tourbières pour la culture du palmier à huile. Si le déboisement se poursuit au même rythme jusqu'en 2012, on estime que les émissions dues aux déboisements en Indonésie équivaldront à près de 40 % des objectifs annuels de réduction des émissions fixées pour les pays visés à l'annexe 1 dans le cadre du Protocole de Kyoto (Santili *et al.* 2005). La réduction du déboisement et la lutte contre la dégradation des zones forestières dans les pays abritant une diversité biologique d'importance mondiale ouvrent incontestablement des perspectives intéressantes en matière d'adaptation au changement climatique, de préservation et de développement (voir encadré 2.3).

Les principales stratégies de préservation des forêts sont axées sur la mise en place et le renforcement de régimes de gestion des forêts protégées et l'adoption de politiques de gestion plus durable des forêts. À titre d'exemple, l'amélioration des systèmes de gestion durable des forêts pourrait permettre de stocker 170 Mt de CO₂e par an d'ici à 2010, soit environ 3 % des émissions mondiales de CO₂ (Watson *et al.* 2000). Nombre des projets de la Banque portant sur l'amélioration de la gestion des forêts et la création de zones protégées contribuent déjà au maintien des stocks de carbone dans ces forêts (voir encadré 2.4). Ainsi, la Fédération de Russie possède environ 22 % des forêts, et 25 % des forêts anciennes du monde, soit au total 770 millions d'hectares, qui constituent l'essentiel des forêts tempérées et boréales des pays clients de la Banque. Ces forêts abritent une diversité biologique menacée et endémique d'importance majeure, et contribuent à la protection des zones à pergélisol, qui sont d'importants puits de carbone. Compte tenu de la vaste superficie du pays et de l'importance du couvert forestier, il faut impérativement établir un juste équilibre entre le développement économique du secteur forestier et les exigences liées à la gestion durable des forêts. Les efforts menés en Russie orientale pour améliorer la gestion des forêts et la lutte contre les feux de forêt favorisent le maintien d'importants stocks de carbone dans les forêts boréales et les tourbières sous-jacentes, tout en contribuant à la protection de la grande biodiversité de la région de Khabarovsk Kraï, et en particulier des populations de tigres.

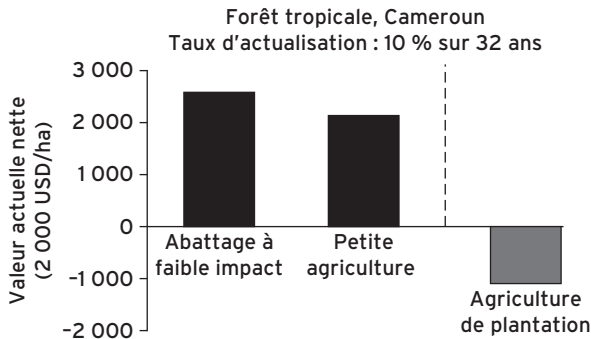
Les initiatives visant à réduire le déboisement et à lutter contre la dégradation des forêts contribuent fortement au maintien à court terme des stocks de carbone dans les forêts sur pied. C'est pourquoi la treizième Conférence des parties à la CCNUCC, tenue à Bali en décembre 2007, a estimé que les nations et les communautés œuvrant à l'amélioration de la protection et de la gestion des forêts devaient être récompensées de leurs efforts. Le débat en cours sur l'intégration des forêts existantes aux dispositifs internationaux d'atténuation des effets du changement climatique ouvre de vastes perspectives, tant en ce qui concerne le climat que la préservation des forêts. En effet, si elle est assimilée à un mécanisme international viable de réduction des émissions, l'initiative de réduction des émissions dues au déboisement et à la dégradation des forêts (REDD) pourrait constituer un nouveau mécanisme de financement à part entière des efforts de protection de la biodiversité, des services écosystémiques et des moyens de subsistance tirés des forêts.

La Banque élabore et teste actuellement de nouveaux mécanismes de financement en vue de l'application à titre pilote des modalités qui doivent régir l'initiative REDD.

ENCADRÉ 2.3

Arguments économiques à l'appui d'une gestion durable des forêts

Les résultats d'une étude comparative des techniques d'abattage à faible impact et des modes d'utilisation des terres plus intensifs, réalisée sur le mont Cameroun, montrent que la conversion des zones forestières pour les besoins de la petite agriculture présente des avantages pour les acteurs privés, tandis que la conversion des zones forestières en plantations de palmiers à huile ou d'hévéas a des conséquences défavorables pour les acteurs privés, une fois les effets des distorsions du marché éliminés. Les avantages sociaux découlant des produits forestiers autres que le bois d'œuvre, des mesures de lutte contre la sédimentation et de la prévention des inondations sont plus importants lorsque les ressources forestières sont exploitées de manière durable, et il en va de même des effets positifs du piégeage du carbone sur l'environnement mondial. Le constat vaut aussi pour tout un ensemble d'autres valeurs d'option, de transmission et d'existence de la biodiversité forestière. Globalement, la valeur économique totale de l'exploitation durable des ressources forestières est supérieure de 18 % à celle de la petite agriculture (2 570 dollars/ha contre 2 110 dollars/ha).

Valeur actuelle nette des différents usages des forêts tropicales du Cameroun

Source : Balmford et al. 2002.

Le projet « carbone » de conservation et de restauration du corridor forestier Ankeniheny-Mantadia-Zahamena repose sur une démarche innovante axée sur la préservation et la régénération des forêts humides de Madagascar. Il vise à promouvoir la régénération naturelle et la reconstitution écologique d'environ 3 020 hectares de terres dégradées situées le long des zones tampons de deux parcs nationaux : la réserve spéciale d'Analamazaotra et le parc national de Mantadia. Le projet encourage l'utilisation durable des ressources forestières dans le but de protéger au total 425 000 hectares de forêts, de manière à réduire les émissions de GES liées au déboisement et la dégradation des forêts. Le volet reboisement du projet devrait permettre de piéger environ 0,12 Mt de CO₂e à l'horizon 2012 et 0,35 Mt de CO₂e à l'horizon 2017 (en conformité avec les dispositions du Protocole de Kyoto), tandis que le déboisement évité pourrait générer jusqu'à quatre Mt de CO₂e d'ici à 2017 (sous forme de réductions d'émissions sortant du cadre du Protocole de Kyoto).

ENCADRÉ 2.4

Carbone et préservation dans les forêts indonésiennes

En décembre 2004, un tsunami a frappé la province d'Aceh, en Indonésie, provoquant une crise humanitaire de grande ampleur, en particulier le long de la côte occidentale. Dans cette étroite bande côtière, les zones d'habitation et les terres agricoles sont directement limitrophes des forêts protégées et de la chaîne de montagnes karstiques du parc national et de l'écosystème de Gunung Leuser au sud, et du complexe forestier d'Ulu Masen au nord. Plus des deux tiers de la province sont couverts de forêts. La zone est d'une exceptionnelle richesse, y compris au regard de la mégadiversité biologique de l'Indonésie, et abrite la plus vaste zone forestière continue (3,3 millions d'hectares) et la plus grande diversité d'espèces de toute l'Asie du Sud-Est, puisqu'on y trouve aussi bien des tigres que des éléphants, des rhinocéros et des ourangoutans. Les forêts d'Aceh fournissent de surcroît des services écosystémiques très précieux et indispensables au relèvement de la province, notamment en matière d'approvisionnement en eau, de prévention des inondations, d'atténuation de l'érosion et de régulation du climat.

Au cours des activités de relèvement, des inquiétudes se sont exprimées quant aux moyens de se procurer les énormes quantités de bois d'œuvre nécessaires aux opérations de reconstruction sans mettre en péril les forêts de la région. En août 2005, un accord de paix très attendu est intervenu entre le Gouvernement indonésien et le Mouvement de libération d'Aceh et a levé les derniers obstacles aux activités d'exploitation forestière à grande échelle. Deux ONG environnementales, la Fondation internationale Leuser et Flora and Fauna International, qui travaillent depuis longtemps dans la région d'Aceh, ont préparé une demande de financement au titre du Fonds multidonateurs pour Aceh et Niah, en vue de la mise en œuvre du Projet de préservation des forêts et de l'environnement d'Aceh (AFEP), afin de garantir la protection des forêts de la région.

L'AFEP vise un double objectif : a) protéger les services environnementaux fournis par les écosystèmes côtiers et terrestres d'Aceh pendant les opérations de

Les fonds provenant de la vente de crédits carbone sur le marché volontaire servent à financer la création de moyens de subsistance durables dans la région, et notamment la création de vergers et de plantations produisant du bois de feu, l'objectif étant d'accroître les revenus des agriculteurs et de réduire les pressions qui s'exercent sur les forêts naturelles.

Zones humides

Les écosystèmes naturels ne présentent pas toute la même valeur du point de vue de la préservation de la diversité biologique et ne remplissent pas les mêmes fonctions en matière de piégeage du carbone et de services écosystémiques. Certains types de zones humides — notamment les forêts marécageuses, les mangroves, les tourbières, les fondrières et les marécages — sont d'importants puits ou sites de stockage de carbone. Ces écosystèmes peuvent stocker dans et sous la terre des quantités importantes de carbone, selon les caractéristiques hydrologiques des sites considérés et la nature de la végétation qui y pousse. Les conditions anaérobies qui règnent dans les sols inondés des zones humides ralentissent les processus de décomposition et contribuent au stockage à long terme du carbone dans les sols et à la formation de tourbe riche en carbone. Du fait de la lenteur du processus de décomposition, qui peut prendre des milliers d'années, les tourbières ainsi formées peuvent atteindre jusqu'à 20 mètres

reconstruction et au-delà ; b) intégrer les considérations environnementales au processus de reconstruction. Le projet AFEP contribue à la collecte d'informations précises et actualisées sur l'état des forêts de la province et au renforcement des capacités de l'administration provinciale chargée de la préservation des forêts. Il appuie l'élaboration d'un modèle de gestion communautaire durable des forêts et favorise l'intégration des questions relatives à la préservation des forêts aux politiques d'aménagement du territoire, grâce à l'élaboration d'outils de planification spatiale à l'échelle de la province, des districts et des sous-districts. Le suivi de l'état des forêts s'effectue à l'aide de trois méthodes complémentaires : la télédétection, la reconnaissance aérienne et l'envoi sur le terrain d'équipes de suivi intervenant auprès des communautés. Le gouverneur de la province d'Aceh, Irwandi Yusuf, a promulgué un moratoire sur l'abattage, de sorte que de nouveaux programmes et politiques puissent être formulés et mis en œuvre. Le projet, qui repose sur une approche de la reconstruction post-catastrophe et post-conflit privilégiant l'adaptabilité, bénéficie du soutien des populations locales, et en particulier des responsables religieux, qui ont intégré dans leurs sermons des messages sur la protection de l'environnement et la préservation des forêts.

Le projet aide aussi les autorités de la province à élaborer et à promouvoir un projet d'assistance au titre de l'initiative REDD. En février 2008, le plan d'un projet pilote REDD concernant la région d'Ulu Masen a obtenu la certification REDD pour les normes relatives au climat, aux communautés et à la biodiversité. Le projet devrait permettre de prévenir 100 millions de tonnes d'émissions de GES au cours des 30 prochaines années, en réduisant massivement le déboisement dans la zone forestière d'Ulu Masen (à raison de 85 %). Il devrait par ailleurs générer chaque année 3,3 millions de crédits carbone. Les ressources ainsi dégagées contribueront au financement de projets de préservation des forêts et d'actions de développement en faveur des communautés villageoises locales, qui comptent parmi les communautés les plus pauvres d'Indonésie.

de profondeur et représentent environ 25 % des stocks terrestres de carbone du monde et une quantité de carbone estimée à 550 GtC (Parish *et al.* 2008). Les tourbières font office de puits de carbone et piègent des quantités de carbone estimées à 0,3 tonne par hectare et par an, même si l'on tient compte des émissions de méthane (Pena 2009). De plus, toutes les tourbières, notamment celles situées dans les zones boréales et dans l'Arctique, sont des refuges pour certaines des espèces les plus rares du monde d'animaux et de plantes dépendant des zones humides.

Ces dernières décennies, le drainage et la conversion des zones humides à des fins agricoles ont entraîné la disparition massive d'habitats humides et transformé les tourbières, qui constituaient jusqu'alors des puits de carbone, en sources d'émissions de carbone. La modification du profil hydrologique des zones humides et la réduction de la saturation en eau des sols exposent ces derniers à l'air libre, entraînant l'effondrement des couches de tourbe et l'oxydation du carbone du sol, qui se transforme alors en dioxyde de carbone. On estime que trois milliards de tonnes de carbone, soit environ 10 % de l'ensemble des émissions notifiées, sont ainsi produites chaque année (Parish *et al.* 2008). Les deux tiers de ces émissions sont concentrés en Asie du Sud-Est, où le défrichage des forêts marécageuses, peu à peu remplacées par des plantations de palmiers à huile et des exploitations agricoles, menace ces habitats uniques au monde. Paradoxalement, les forêts marécageuses d'Indonésie sont défrichées pour laisser place à des palmiers à huile qui servent à la production de biocarburants.

Pour lutter contre cette tendance, Wetlands International travaille, en collaboration avec les autorités provinciales et le ministère indonésien de la Préservation, à la création d'un nouveau parc national dans la province de Sumatra du Sud. Le parc national de Sembilang et le parc adjacent de Berbak, premier site Ramsar d'Indonésie, abritent quelques-unes des dernières forêts de faible altitude les plus importantes de Sumatra, notamment de vastes forêts de tourbières et les mangroves les plus étendues d'Indonésie occidentale. Toutes ces zones, qui sont d'importants puits de carbone, sont aussi des refuges pour certains grands mammifères (tigres, rhinocéros de Sumatra, tapirs) et oiseaux migrateurs, et accueillent par ailleurs des populations d'espèces très rares de cigognes en période de reproduction. Les vastes marécages des mangroves côtières sont aussi d'importants sites de ponte et d'alevinage pour les espèces marines côtières, qui constituent un des principaux moyens de subsistance des communautés locales. Les activités de préservation, menées au titre d'un projet du Fonds pour l'environnement mondial (FEM), contribuent à la préservation de la diversité biologique de ces régions et des avantages sociaux qu'elles présentent, de même qu'à la protection d'un site de stockage du carbone d'importance majeure.

Les zones humides côtières, et notamment les mangroves, contribuent aussi au piégeage et au stockage du carbone (voir encadré 2.5). Les mangroves peuvent stocker jusqu'à 45 tC par hectare (Bouillon *et al.* 2008) et piègent 1,5 tC supplémentaire par hectare et par an (Ong 1993). Ces quantités de carbone sont comparables à celles piégées par d'autres forêts tropicales et sont peut-être sous-estimées, compte tenu du manque d'informations concernant le rôle des racelles dans le processus de piégeage du carbone. Outre le piégeage du carbone, les zones humides côtières assurent une multitude d'autres services écosystémiques, parmi lesquels la protection des zones côtières, la protection contre les épisodes météorologiques extrêmes, le piégeage des sédiments et l'apport de nutriments indispensables aux ressources halieutiques côtières, auxquelles elles offrent aussi des aires d'alevinage. Ainsi, une étude du récif mésoaméricain a montré qu'il y a 25 fois plus de poissons sur les récifs situés à proximité

ENCADRÉ 2.5

Restauration des zones humides de Nariva et contreparties des émissions de carbone à Trinité-et-Tobago

La zone protégée de Nariva (7 000 hectares) est une des plus importantes zones protégées de Trinité-et-Tobago et fait également partie des sites Ramsar. Elle est constituée d'une mosaïque de communautés végétales composées notamment de forêts ombrophiles tropicales, de forêts de palmiers, de mangroves et de savanes herbeuses. Ces écosystèmes sont aujourd'hui menacés par les changements hydrologiques résultant de la construction d'un nouveau réservoir en amont, et par les conséquences du défrichage des forêts auquel les riziculteurs se sont livrés en toute illégalité pendant plus de dix ans (1985-1996).

La Banque mondiale finance un projet de régénération des zones humides de Nariva qui offre une occasion unique de concilier, dans le cadre d'une même intervention, les objectifs d'atténuation des GES et les besoins liés à l'adaptation au changement climatique. Le projet favorisera le piégeage du carbone grâce au reboisement et au rétablissement du régime naturel de drainage de l'écosystème des zones humides de Nariva. Les zones humides ainsi régénérées seront mieux à même de remplir leur rôle de barrières naturelles de protection des zones de l'intérieur, ce qui constituera une mesure d'adaptation à l'intensification attendue de la variabilité du climat.

de mangroves que dans les zones où les mangroves ont été rasées. Cela étant, la forte pression démographique qui s'exerce sur les zones côtières a conduit à la conversion de vastes zones de mangroves à d'autres usages (aménagement d'infrastructures côtières, aquaculture, riziculture, production de sel, entre autres). Le potentiel de piégeage de carbone perdu chaque année en raison du rythme actuel de destruction des mangroves s'élève au total à près de 225 000 tonnes. Outre le fait qu'ils ne peuvent plus exercer leur rôle de puits de carbone, les sols perturbés des mangroves libèrent chaque année plus de 11 millions de tonnes de carbone.

Prairies

Les prairies, savanes comprises, qui s'étendent sur tous les continents, à l'exception de l'Antarctique, contiennent environ 34 % du stock mondial de carbone terrestre, dont la plus grosse partie est stockée dans le sol. Les modifications de la végétation des prairies causées par le surpâturage, la conversion des terres à des fins agricoles, la désertification, les incendies, la fragmentation des terres et l'introduction d'espèces allogènes ne sont pas sans incidence sur la capacité des prairies à stocker le carbone, au point que les prairies peuvent, dans certains cas, devenir des sources émissives de dioxyde de carbone (CO₂). À titre d'exemple, les prairies peuvent perdre de 20 à 50 % de leur contenu en carbone organique lorsqu'elles sont mises en culture ou subissent l'effet de l'érosion et de la dégradation des sols. De plus, la combustion de la biomasse, en particulier dans les savanes tropicales, contribue pour plus de 40 % aux émissions mondiales brutes de dioxyde de carbone (Matthews *et al.* 2000).

La perte de la capacité de stockage du carbone des prairies s'accompagne de la disparition d'espèces d'oiseaux et d'herbivores dépendant des prairies, ce qui conduit à un appauvrissement de la diversité biologique. Les prairies constituent le principal type d'habitat dans environ 23 des 217 zones d'endémisme aviaire répertoriées dans le monde. Aux États-Unis, les données démographiques recueillies sur une période de près de 30 ans mettent en évidence le recul constant des effectifs des espèces

Les activités de boisement et de reboisement entreprises sur 1 200 hectares de zones humides devraient permettre de générer d'ici à 2017 des crédits carbone équivalents à quelque 193 000 tonnes de CO₂e, qui seront achetés au titre du Fonds biocarbone. Cet investissement permettra de financer les travaux de régénération, qui donneront lieu aux activités suivantes :

- Le rétablissement du régime hydrologique naturel contribuera au rétablissement des fonctions écologiques des zones humides de Nariva, et notamment à la gestion active de l'écopaysage, ce qui garantira la survie de la forêt existante et des zones reboisées.
- Entre 1 000 et 1 500 hectares seront replantés d'espèces terrestres et aquatiques indigènes. Il faudra éventuellement recourir à un traitement mécanique chimique pour lutter contre les espèces envahissantes, afin de favoriser l'établissement dans les zones replantées de communautés végétales plus naturelles.
- Un programme de gestion des feux de forêt sera mis en place pour protéger la végétation des zones régénérées.
- Un plan de suivi sera mis en œuvre afin de mesurer l'impact des activités de reboisement et d'assurer le suivi de la diversité biologique, et en particulier des espèces les plus importantes.

dépendant des prairies. De même, d'autres études montrent que les populations d'herbivores d'Afrique se sont stabilisées dans l'écosystème protégé du Serengeti mais que la densité des populations d'herbivores dans les zones situées à l'extérieur du périmètre protégé a reculé en raison de la conversion des terres, qui a conduit à la disparition et à la dégradation des habitats des prairies.

La gestion améliorée de la production dans les prairies (grâce notamment à la gestion des pâturages, à la création de prairies protégées et de zones de réserve, à l'amélioration de la productivité et à la gestion des feux de prairie) peut contribuer à améliorer le stockage du carbone dans les sols et la végétation, tout en renforçant les autres services écosystémiques (voir encadré 2.6). En Amérique centrale, les projets sylvopastoraux ont également mis en évidence les avantages économiques et écologiques qui peuvent découler de l'accroissement du couvert forestier dans les zones de pâturage.

ENCADRÉ 2.6

Protection des prairies aux fins du piégeage du carbone : le cas de la Chine

Compte tenu de leur superficie très étendue, les prairies de Chine, qui sont réparties sur l'ensemble du territoire national, pourraient avoir des effets importants sur le climat de la région et sur les cycles mondiaux du carbone. Le projet de développement pastoral dans les provinces du Gansu et du Xinjiang vise à améliorer l'environnement de la planète grâce à la régénération de la diversité biologique et à l'augmentation de la productivité des ressources des prairies dans les écorégions d'importance mondiale de Tien Shan, Altai Shan et Qilian Shan. Les effets positifs du projet sur l'environnement mondial découleront de la mise en œuvre de plans de gestion participative des prairies, qui permettront de repousser et de raccourcir les périodes de pacage de printemps et d'été dans les prairies d'altitude. La réduction de la pression de pâturage favorisera un accroissement de la diversité des espèces et de la productivité de la biomasse, et l'amélioration des conditions de pacage des ongulés sauvages et des troupeaux de moutons et autres animaux d'élevage conduits par les éleveurs locaux.

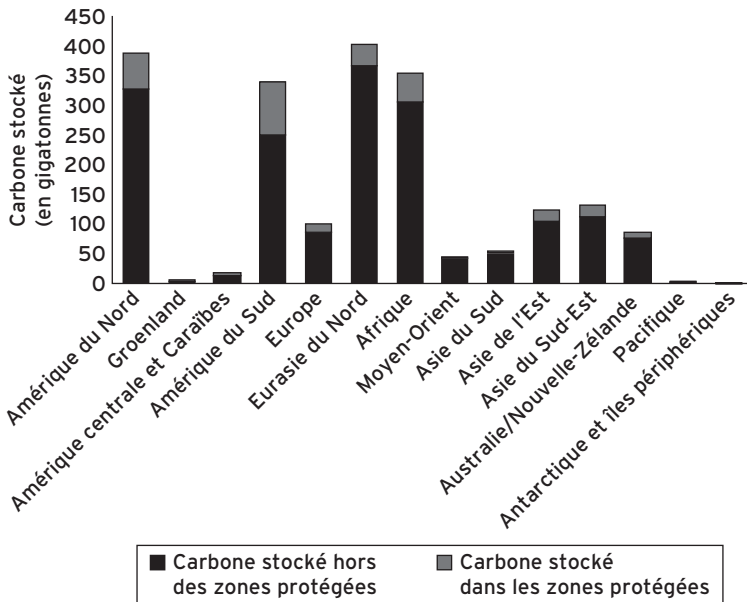
La réduction de l'intensité de pâturage offrira aussi des avantages considérables en matière de réduction des émissions de carbone. L'amélioration des pratiques de gestion des pâturages favorise en effet l'accroissement de la quantité de carbone qui pénètre dans le sol sous la forme de résidus végétaux, le ralentissement du processus de décomposition du carbone du sol et la réduction de l'érosion des sols due au surpâturage. Le projet a aussi pour objectif de promouvoir une gestion plus intensive des pâturages de plaine fondée sur l'utilisation d'engrais inorganiques et organiques, et la production d'aliments pour bétail, afin de réduire les pressions qui s'exercent sur les pâturages de montagne. Les pratiques améliorées préconisées dans le cadre du projet, comme la rotation des pâturages, ont notamment pour objet d'amener les populations locales à réguler elles-mêmes l'intensité et la fréquence de pâturage. Les avantages économiques liés au piégeage du carbone ont été estimés sur la base d'un coût virtuel de CO₂ de 20 dollars par tC et par an (pour un taux d'actualisation de 12 % sur 20 ans), soit l'équivalent de 5,50 dollars par tC. On a estimé que l'adoption de pratiques de gestion améliorée des pâturages permettrait de réaliser un gain en carbone de l'ordre de trois à 15 tC par an, en fonction du degré de dégradation des pâturages. Au bout de trois ans, l'accroissement des stocks de carbone attribuable à la réduction de la pression de pâturage et à l'amélioration de la gestion des pâturages devrait atteindre jusqu'à 50 tC par hectare.

Ces systèmes agroforestiers peuvent aussi contribuer au piégeage du carbone et à l'amélioration des moyens de subsistance, et favoriser dans le même temps l'établissement de liens fonctionnels entre les forêts morcelées et d'autres habitats critiques, dans le cadre d'une stratégie globale de gestion des écopaysages axée sur la préservation de la diversité biologique.

Établir des zones protégées : un choix pragmatique pour protéger les puits de carbone et les services des écosystèmes

Les zones protégées sont la pierre angulaire des efforts de préservation de la diversité biologique et offrent un grand intérêt de par leur capacité à amortir les impacts du changement climatique. Elles ouvrent aussi des perspectives très prometteuses en matière de réduction des émissions imputables à la dégradation des habitats et au déboisement, puisqu'elles sont le plus souvent clairement délimitées et font l'objet de restrictions juridiques précises régissant l'utilisation des terres qu'elles abritent. Nombre d'aires protégées englobent des zones contenant d'importants stocks de carbone. À l'échelle mondiale, les écosystèmes situés à l'intérieur des zones terrestres protégées stockent plus de 312 GtC, soit 15 % du stock terrestre de carbone (Campbell *et al.* 2008), mais le degré de protection de ces stocks de carbone varie d'une région à l'autre, comme l'indique la figure 2.3.

FIGURE 2.3
Quantités de carbone stockées dans les zones protégées, par région



Source : Campbell *et al.* 2008.

La création de zones protégées ne peut suffire à elle seule à garantir la protection des écosystèmes naturels qu'elles abritent. Si de nombreuses études montrent que le déboisement est généralement moins important à l'intérieur des zones protégées que sur les terres non protégées avoisinantes, force est de constater que les régimes de gestion des zones protégées sont très souvent insuffisants ou inefficaces, si bien que les limites des périmètres protégés ne sont pas toujours respectées. Ainsi, entre 2000 et 2005, plus d'1,7 million d'hectares ont été défrichés à l'intérieur de zones protégées dans les seules régions tropicales humides, ce qui représente un recul de 0,81 % du couvert forestier (Kapos *et al.* 2008). À l'échelle mondiale, l'appauvrissement du couvert forestier est globalement moins sensible dans les zones protégées gérées de manière plus rigoureuse (catégories I et II de gestion des aires protégées de l'Union mondiale pour la nature — UICN) des forêts tropicales humides (0,53 % seulement) que dans le reste du réseau de zones protégées. Selon les estimations relatives au déboisement, le recul du couvert forestier dans les périmètres protégés aurait généré des émissions de CO₂e de 990 Mt entre 2000 et 2005, soit environ 3 % des émissions totales dues au déboisement en zone tropicale. Le niveau réel des émissions est fonction de l'utilisation faite des zones déboisées, qui peuvent être converties en terres agricoles, en pâturages ou en plantations de palmiers à huile, par exemple. Le volume total estimé des pertes de carbone imputables au déboisement dans les zones protégées au cours de la période 2000–2005 était particulièrement élevé dans les néotropiques, en raison de la forte teneur des sols en carbone et de l'intensité des opérations de déboisement en Amazonie brésilienne.

Les zones protégées peuvent incontestablement jouer un rôle majeur dans le maintien des stocks de carbone et la préservation de la diversité biologique, en particulier si elles font l'objet de mesures de protection et de gestion efficaces. Une part importante des financements que la Banque mondiale et le FEM consacrent à la préservation de la biodiversité a servi à la création d'un réseau durable de zones protégées, et en particulier de nouveaux parcs naturels, au renforcement des réseaux de périmètres protégés existants et à la promotion de modèles innovants de gestion et de financement des zones protégées. Les projets financés portent sur : la planification des actions de préservation et la création de nouvelles zones protégées et de couloirs biologiques (Brésil, Amérique centrale, Géorgie, Ghana, entre autres exemples) ; l'amélioration de la gestion des parcs qui n'existent que sur le papier et des zones protégées (Bolivie, Équateur, Inde, Madagascar, Ouganda, Pakistan, Russie) ; la lutte contre les plantes exotiques envahissantes (Afrique du Sud, Maurice et Seychelles) ; la protection et la régénération des zones humides et d'autres habitats naturels (Bulgarie, Croatie et Indonésie) ; la gestion communautaire des zones protégées, terrestres et marines, des réserves indigènes, des bosquets sacrés et des zones tribales protégées (Colombie, Équateur, Ghana, Indonésie, Papouasie-Nouvelle-Guinée, Pérou et Samoa) ; et le financement durable des zones protégées et des activités de préservation (Bhoutan, Madagascar, Pérou et Tanzanie). De vastes habitats naturels sont protégés au titre de projets transfrontières de préservation mis en œuvre dans des régions comme l'Asie centrale et la Mésoamérique, ou grâce à la création de nouvelles zones protégées bien planifiées, intégrées à toute une mosaïque de systèmes de gestion améliorée implantés dans les vastes étendues forestières encore vierges du Brésil et de Russie.

Pour optimiser les interventions de la Banque mondiale en faveur de la préservation de la biodiversité et des zones protégées dans les pays abritant une grande diversité biologique, il faudrait consacrer des fonds carbone additionnels en priorité aux zones riches en biodiversité qui possèdent par ailleurs des stocks importants de carbone (voir encadré 2.7). Au Viet Nam, par exemple, 58 % des régions qui abritent une grande

ENCADRÉ 2.7

Programme des zones protégées de la région amazonienne : des réservoirs de carbone et de biodiversité

Le Programme de création de zones protégées en Amazonie (ARPA), lancé à l'initiative du Gouvernement brésilien, a pour objet de contribuer à la préservation de la diversité biologique de l'Amazonie brésilienne, une des dernières et des plus grandes zones encore vierges de la planète, qui abrite par ailleurs d'importants stocks de carbone. Dans le cadre de ce programme, le Brésil a créé depuis 2000 plusieurs zones protégées couvrant au total une superficie de 22,28 millions d'hectares, soit plus que l'objectif de 18 millions d'hectares fixé pour la première phase. Avec le concours du Gouvernement brésilien, et grâce aux financements supplémentaires obtenus du FEM, de la Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) et du Fonds mondial pour la nature (WWF), l'ARPA a renforcé la gestion des zones protégées existantes sur 8,65 millions d'hectares supplémentaires. Avec ses 30,93 millions d'hectares de forêts riches en diversité biologique regroupant toute une mosaïque de zones protégées au niveau des États, et de réserves provinciales privées et indigènes, l'ARPA est le programme de création de zones protégées le plus important du monde. Les activités envisagées pour l'avenir sont encore plus ambitieuses : il est notamment prévu de créer un réseau bien géré de parcs naturels et d'autres zones protégées, notamment des réserves d'extraction et des réserves indigènes, sur une superficie totale supérieure à celle du réseau de parcs nationaux des États-Unis.

Si l'ARPA a été mis en œuvre à l'origine pour protéger la riche diversité biologique du bassin de l'Amazone, le réseau de zones protégées dont il a permis la création contribue aussi aux efforts déployés au Brésil et à l'échelle mondiale pour lutter contre le changement climatique, par le biais d'initiatives visant à éviter le déboisement. Les stocks de carbone que contiennent les réserves de l'ARPA sont estimés à 4,5 milliards de tC, et les réductions des émissions qui pourraient découler du programme à 1,8 milliard de tC, comme le confirme l'étude de Stern sur l'économie du changement climatique (Stern 2007).

Le programme a permis de mettre en évidence l'intérêt que présentent les partenariats public-privé et d'autres modèles institutionnels, tant du point de vue de la mise en œuvre du programme dans son ensemble que de la gestion de sites forestiers précis. Les financements dont bénéficie le programme sont décaissés par le biais d'une ONG brésilienne, le Fonds brésilien pour la biodiversité (FUNBIO), ce qui permet au programme de fonctionner de manière plus efficace et avec toute la souplesse requise, en privilégiant des démarches innovantes. Les fonds obtenus sont versés sur des comptes coadministrés par les responsables de terrain chargés de la gestion des zones protégées, et servent au paiement de services à petite échelle et des achats. Un nouveau fonds fiduciaire doté d'un capital de 20 millions de dollars a été créé en vue du financement des coûts récurrents liés à la gestion de ces zones protégées.

Le modèle novateur sur lequel repose le programme ARPA a permis d'intégrer les considérations relatives à la préservation de la biodiversité aux politiques d'aménagement du territoire et de gestion des terres des États concernés, et d'autres États du Brésil ont décidé de suivre cet exemple. Nombre d'entre eux s'emploient à présent à mobiliser des fonds supplémentaires à l'appui de la gestion de zones protégées fédérales ou locales créées récemment. De plus, l'ARPA a réussi à obtenir le soutien du secteur privé brésilien et de bailleurs de fonds européens, qui fournissent désormais une part importante du financement nécessaire au fonctionnement des zones protégées. Le programme est mis en œuvre en collaboration avec le WWF et nombre d'autres ONG, dans le cadre d'une initiative mondiale concertée visant à préserver la diversité biologique amazonienne. Les modalités institutionnelles novatrices régissant le fonctionnement du programme sont actuellement transposées et étendues dans le cadre d'autres projets et programmes de grande ampleur. À la fin de 2007, FUNBIO a conclu avec l'État de Rio de Janeiro un accord prévoyant la mise en place d'un fonds local d'indemnisation environnementale et le lancement d'un programme visant à soutenir le réseau de zones protégées de l'État, à partir des enseignements tirés de l'ARPA.

diversité biologique recoupe des zones contenant d'importants stocks de carbone. Or, les périmètres protégés ne couvrent que 30 % seulement de ces terres riches en biodiversité. De même, en Papouasie-Nouvelle-Guinée, 17 % seulement des zones qui abritent une grande diversité biologique et d'importantes réserves de carbone sont situées à l'intérieur des aires protégées (Kapos *et al.* 2008). Les nouvelles stratégies de protection axées à la fois sur les services écosystémiques et la préservation de la biodiversité pourraient porter une plus grande attention et consacrer davantage de ressources aux régions dans lesquelles les mesures de protection sont susceptibles de présenter des avantages, tant en matière de préservation de la biodiversité que de piégeage du carbone.

Le rôle de réservoir de carbone des systèmes côtiers et marins

Les océans sont d'importants réservoirs de carbone, puisqu'ils contiennent environ 50 fois plus de carbone que l'atmosphère (Falkowski *et al.* 2000). Ils absorbent efficacement le carbone atmosphérique grâce à un ensemble de processus naturels comme la photosynthèse du plancton, le mélange du CO₂ atmosphérique avec l'eau de mer, la formation de carbonates et de bicarbonates, la conversion du carbone inorganique en particules de matières organiques et l'enfouissement des particules riches en carbone dans les profondeurs marines. Tous ces processus sont essentiels au maintien de la vie marine à tous les niveaux de la chaîne trophique.

La tendance actuelle à l'augmentation des températures atmosphériques mondiales et à l'acidification de l'eau de mer réduit la capacité globale des océans à absorber davantage de CO₂. Si rien n'est fait pour enrayer ce phénomène, il pourrait entraîner une modification du pH dans les profondeurs marines, ce qui pourrait perturber les processus essentiels à l'enfouissement des particules de carbone (voir encadré 2.8). De même, les interactions complexes entre les températures de l'eau et l'acidité des océans dans les écosystèmes marins sont à l'origine de la diminution des taux de calcification des organismes à coquille, et mettent en péril la survie des récifs coralliens. Ces derniers couvrent moins d'1 % de la surface de la planète, mais abritent 25 % de la diversité biologique marine. D'ici à la fin du siècle, les niveaux actuels d'émissions

ENCADRÉ 2.8

Contribution fondamentale des océans au changement climatique

- Les océans sont les principaux moyens de protection dont dispose la planète pour amortir les effets du changement climatique, et supporteront vraisemblablement le plus gros des impacts de ce changement.
- Les océans ont absorbé environ 25 % du CO₂ émis par l'homme entre 2000 et 2007.
- Les océans absorbent plus de 85 % du rayonnement solaire, rendant ainsi les températures atmosphériques supportables pour les espèces terrestres.
- Les océans fournissent 85 % de la vapeur d'eau rejetée dans l'atmosphère. Les nuages qui en résultent sont essentiels à la régulation du climat, sur terre comme en mer.
- La santé des océans influe directement sur la capacité des océans à absorber le carbone.

de dioxyde de carbone pourraient provoquer la plus forte acidification du pH des océans depuis 20 millions d'années, ce qui aurait des effets défavorables sur la chimie de l'eau des océans, (en milieu côtier comme en haute mer), la vie marine et les réseaux alimentaires, de même que sur le rôle de réservoir de carbone que jouent les océans.

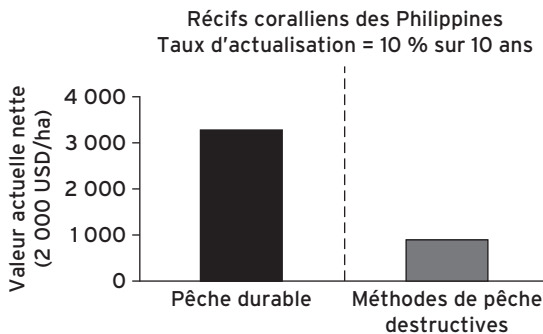
Les récifs coralliens peuvent être une source nette de CO₂ atmosphérique, le processus de calcification entraînant la production de CO₂. Cela étant, c'est le degré de santé de l'écosystème qui détermine ce qu'il advient du CO₂ libre. Dans les récifs sains, le CO₂ libre peut être absorbé et recyclé à l'intérieur même du système récifal. Cependant, l'apport de carbone d'origine terrestre, l'acidité de l'eau de mer et la teneur élevée de l'eau en nutriments peuvent entraîner une augmentation des rejets nets de CO₂ dans l'atmosphère. Les efforts déployés pour réduire les apports en nutriments dans les zones côtières contribuent à la régulation de l'acidité des océans et des températures de l'eau, à l'amélioration de la qualité de l'eau de mer et au maintien en bonne santé des récifs coralliens, des espèces de poissons autochtones, des planctons et des populations d'oiseaux de mer, tout en contribuant au maintien des réservoirs de carbone (voir encadré 2.9). D'autres systèmes côtiers comme les mangroves et les herbiers marins peuvent aussi stocker et piéger le carbone en grandes quantités.

ENCADRÉ 2.9

Arguments économiques en faveur de la protection des récifs de coraux

La synthèse des études économiques sur l'exploitation des récifs coralliens des Philippines montre qu'en dépit des avantages importants qu'elles présentent dans le cours terme, les méthodes de pêche destructives offrent globalement moins d'avantages que la pêche durable. En outre, les pratiques de pêche non viables réduisent les avantages sociaux qui découlent de la pêche. Leur valeur économique totale est de 870 dollars par hectare. À titre comparatif, la valeur économique globale d'un récif corallien constituant à la fois un site d'intérêt touristique, une barrière naturelle de protection des zones côtières et un lieu de pêche est de 3 300 dollars par hectare.

Valeur actuelle nette des récifs coralliens des Philippines



Source : Balmford et al. 2002.

ENCADRÉ 2.10

Déclaration de Manado sur les océans

Le 14 mai 2009, les représentants de 76 pays, réunis en Indonésie à l'occasion de la Conférence mondiale sur les océans, ont officiellement adopté la Déclaration de Manado, dans laquelle ils appellent à la prise en compte des océans et des zones côtières dans les futures négociations sur le changement climatique, notamment dans le cadre de la Conférence des parties à la CCNUCC (Copenhague, décembre 2009). La Déclaration souligne la nécessité de : a) mettre à la disposition des pays en développement des ressources financières et des mesures incitatives pour les aider à protéger les océans et les mers ; b) mettre au point des technologies renouvelables de valorisation des océans ; et c) financer des recherches plus approfondies sur les effets du changement climatique sur les océans et le rôle des grandes masses d'eau dans la lutte contre les effets néfastes du changement climatique.

La Déclaration de Manado met l'accent sur les besoins suivants :

- élaboration de stratégies nationales de gestion durable des écosystèmes côtiers et marins, en particulier des mangroves, zones humides, herbiers marins, estuaires et récifs coralliens, qui sont autant de zones tampons protectrices et productives fournissant de précieux biens et services écosystémiques et présentant un fort potentiel en matière d'atténuation des effets néfastes du changement climatique ;
- coopération en matière de recherche scientifique sur le milieu marin et les systèmes intégrés d'observation des océans ;
- éducation et sensibilisation du public afin d'améliorer la compréhension des interactions entre les océans et le changement climatique et du rôle des écosystèmes marins et côtiers dans la réduction des effets du changement climatique ;
- adoption de mesures de nature à réduire les sources de pollution marine et à assurer la gestion intégrée et la régénération des écosystèmes côtiers.

L'adoption de la Déclaration de Manado sur les océans, en mai 2009, a contribué à inscrire les questions relatives aux environnements côtiers et marins à l'ordre du jour du débat sur le changement climatique. Ces questions seront sans doute au cœur des futures négociations sur le changement climatique (voir encadré 2.10).

Investir dans des énergies de substitution

L'énergie hydraulique et les autres sources d'énergies renouvelables comme l'énergie éolienne ou marémotrice présentent un fort potentiel d'atténuation du changement climatique, dans la mesure où elles permettent de réduire les émissions de GES liées à la production d'énergie. Cela étant, les grands projets hydroélectriques peuvent aussi avoir un coût environnemental et social élevé, puisqu'ils entraînent des changements des modes d'utilisation des terres, des perturbations des voies migratoires et des déplacements de population. Ils peuvent aussi perturber les flux écologiques, et amoindrir la capacité d'un écosystème dulcicole à s'adapter aux variations climatiques. On peut cependant réduire au minimum les impacts sur les écosystèmes de certains projets hydroélectriques, en fonction de facteurs tels que la nature et l'état initial des écosystèmes avant les travaux d'aménagement hydraulique, la nature et la fonction de l'ouvrage hydraulique (gestion du régime d'écoulement des eaux, par exemple) ou

ENCADRÉ 2.11

Nakai Nam Theun : préservation de la forêt pour protéger un investissement dans l'hydroélectricité en RDP lao

Le projet hydroélectrique de Nam Theun 2, dans le centre de la République démocratique populaire lao, va entraîner la submersion d'une partie du plateau de Nakai, sur une superficie de 450 km² abritant notamment des habitats forestiers semi-naturels très étendus. Pour limiter l'impact du projet, le pays a obtenu de la Banque mondiale un prêt en faveur de l'environnement qui lui permettra de disposer de moyens sans précédent pour appuyer les actions de préservation menées dans la zone protégée nationale de Nakai Nam Theun, adjacente au site d'implantation du projet. Avec une superficie de près de 4 000 km² (couloirs compris), Nakai Nam Theun est la plus vaste zone protégée du pays. Elle abrite 403 espèces d'oiseaux et un grand nombre de mammifères, parmi lesquels des éléphants, des *saola* (*Pseudoryx nghetinhensis*), espèce rare, et plusieurs espèces de grands mammifères, dont certaines n'ont été découvertes que dans les années 90. La zone protégée est située sur la Chaîne Annamitique, l'épine dorsale de l'Indochine, région de fort endémisme caractérisée par une riche biodiversité. Nakai Nam Theun s'étend depuis les forêts sempervirantes humides qui longent la frontière vietnamienne jusqu'aux formations de calcaire karstique du centre de la République démocratique populaire lao, où une nouvelle famille de rongeurs a été découverte et décrite pour la première fois en 2005. Cette biodiversité est associée à une extraordinaire diversité ethnolinguistique. Les communautés qui vivent à l'intérieur et aux abords immédiats de la zone protégée se répartissent en 28 groupes linguistiques et parlent des langues dans lesquelles il est possible de désigner plus de produits forestiers que dans toute autre région du pays.

La zone protégée sera gérée, conformément à un modèle intégré de préservation et de développement, par un nouvel organisme de protection de l'environnement créé durant la préparation du projet. La réglementation relative au zonage de l'utilisation des ressources sera élaborée en détail dans le cadre d'accords conclus avec les villages. Certaines zones feront l'objet d'un accès contrôlé, d'autres seront intégrées à des aires protégées intégrales. Des équipes de préservation composées de villageois constitueront la structure de base du dispositif de gestion des ressources naturelles et du suivi de la diversité biologique et de l'application de la réglementation. Des moyens de subsistance de substitution seront proposés aux populations locales afin d'atténuer les conséquences des restrictions applicables à l'utilisation des ressources dans les principales zones protégées. Le projet prévoit aussi l'autonomisation des communautés locales grâce à l'octroi de droits fonciers reconnus, au renforcement des capacités, à la reconnaissance des savoirs autochtones et à la répartition équitable des avantages découlant du projet, de sorte que les groupes les plus vulnérables et les plus dépendants des forêts ne soient pas laissés-pour-compte.

Les initiatives de préservation de la biodiversité engagées auparavant en RDP lao s'étaient heurtées au manque de personnel et de financement à long terme. Le nouveau modèle de gestion financière et administrative de la zone protégée de Nakai Nam Theun est sans doute l'aspect innovant le plus prometteur du projet. Il dispose notamment que le promoteur du projet versera un million de dollars par an, pendant toute la période de concession, d'une durée de 30 ans, aux fins de la protection de la zone protégée, puisque cette dernière couvre environ 95 % du bassin hydrographique alimentant la centrale hydroélectrique de Nam Theun 2.

(suite)

ENCADRÉ 2.11 (suite)

Le Gouvernement lao souhaite maintenant appliquer le même modèle financier dans le cadre d'autres projets axés sur la valorisation des vastes ressources hydriques du pays, afin de mobiliser les moyens nécessaires à la réduction de la pauvreté tout en préservant la biodiversité essentielle à la survie de nombreux ménages ruraux. Le financement de Nakai Nam Theun sera cent fois supérieur au budget total alloué actuellement par l'État à l'ensemble du réseau national de zones protégées. C'est pourquoi la Banque a entrepris de constituer un autre fonds en faveur d'autres zones protégées locales, afin de répondre à la demande de financements modestes, à un niveau compatible avec les capacités locales existantes. Les revenus tirés de l'exploitation des ressources naturelles permettront également de disposer de financements durables à l'appui de ce fonds. Grâce aux financements directs qu'elle fournit et à la promotion de modèles intégrés de développement, la Banque mondiale contribue au financement à long terme des actions de préservation de la biodiversité en République démocratique populaire lao.

encore de paramètres comme la profondeur, l'emplacement et la longueur du réservoir. En règle générale, les barrages hydroélectriques au fil de l'eau et les barrages de petite taille ont un impact sur la diversité biologique plus faible que les ouvrages hydrauliques plus importants, mais il convient de tenir compte des effets cumulés de nombreuses petites unités de production hydroélectrique. Les projets doivent être conçus et planifiés avec soin afin de protéger les écosystèmes naturels à l'intérieur et à proximité des nouvelles installations hydroélectriques, de manière à préserver la diversité biologique tout en renforçant l'efficacité et la productivité des investissements dans l'infrastructure. À titre d'exemple, la protection des forêts naturelles du bassin hydrographique alimentant le barrage de Nam Theun 2, en République démocratique populaire lao, a contribué de manière déterminante à réduire le ruissellement et la sédimentation dans le réservoir, favorisant ainsi l'accroissement de la durée de vie des installations de production hydroélectrique (voir encadré 2.11).

Le nombre de barrages et autres ouvrages hydrauliques est appelé à augmenter à l'avenir, compte tenu de l'augmentation des besoins en énergie de substitution et en eau d'irrigation due au réchauffement climatique. Pour préserver les capacités d'atténuation et d'adaptation des écosystèmes dulcicoles, la planification des infrastructures doit tenir compte des flux écologiques. Ainsi, en réalisant une évaluation approfondie des flux écologiques dès l'étape de la préparation des projets, les promoteurs de projets hydroélectriques éviteront d'avoir à supporter des coûts financiers, sociaux, et politiques, importants, et leur image aux yeux du public n'en sera que meilleure. À titre d'exemple, la Charte des eaux du fleuve Sénégal, signée par les Gouvernements de la Guinée, du Mali, de la Mauritanie et du Sénégal, souligne la nécessité de préserver l'écoulement des eaux dans la plaine inondable située sur le cours moyen du fleuve, et garantit le maintien des activités agricoles et halieutiques. De même, au Lesotho, le Projet hydraulique des hauts plateaux tient compte des liens entre, d'une part, l'appauvrissement des ressources imputable à la diminution du débit des cours d'eau et, d'autre part, les moyens de subsistance des populations locales et les impacts sociaux, en aval, des ouvrages hydrauliques. Les enseignements importants qui se dégagent du projet mettent notamment en évidence la nécessité de :

TABEAU 2.2
Espèces invasives connues adaptées à la production de biocombustibles

Espèce	Nom commun	Région d'origine	Régions dans lesquelles elles ont un caractère invasif
<i>Artocarpus communis</i> , <i>A. altilis</i>	Arbre à pain	Asie du Sud-Est, îles du Pacifique	Îles de la Ligne, Fidji, Kiribati
<i>Arundo donax</i>	Canne de Provence	Eurasie	Afrique du Sud, Australie, Caraïbes, États-Unis, Europe méridionale, Hawaï, Mexique, Nouvelle-Zélande, Thaïlande
<i>Azadirachta indica</i>	Margousier	Bangladesh, Inde, Myanmar, Sri Lanka,	Afrique de l'Ouest, Australie, Fidji, Maurice
<i>Brassica napus</i>	Colza	Eurasie	Australie, Équateur, Fidji, Hawaï, Nouvelle-Calédonie
<i>Camelina sativa</i>	Caméline	Asie du Sud-Ouest et Europe de l'Est	Australie, Amérique centrale, Amérique du Nord, Amérique du Sud, Europe occidentale, Japon
<i>Elaeis guineensis</i>	Palmier à huile d'Afrique	Afrique de l'Ouest, Madagascar	Brsil, États fédérés de Micronésie, Floride,
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Février épineux	Amérique du Nord-Est	Afrique du Sud, centre de l'Argentine, Australie, États-Unis, Nouvelle-Zélande
<i>Jatropha curcas</i>	Jatropha, pourghère	Amérique tropicale	Afrique du Sud, Australie, États-Unis, îles du Pacifique, Porto Rico
<i>Maclura pomifera</i>	Oranger des Osages	Centre des États-Unis	Afrique du Sud, Australie, États-Unis, Europe
<i>Morus alba</i>	Mûrier blanc	Asie	Brsil, Équateur, États-Unis
<i>Olea europaea</i>	Olivier	Europe méditerranéenne	Australie, Hawaï, Nouvelle-Zélande
<i>Phalaris arundinacea</i>	Alpiste roseau	Amérique du Nord, Asie, Europe	Afrique du Sud, Australie, Chili, États-Unis, Nouvelle-Zélande et la plupart des pays tempérés

(suite)

TABEAU 2.2
Espèces invasives connues adaptées à la production de biocombustibles (suite)

Espèce	Nom commun	Région d'origine	Régions dans lesquelles elles ont un caractère invasif
<i>Prosopis</i> spp.	Mesquite	Amérique du Nord	Australie, Afrique australe, Afrique de l'Est (Djibouti, Érythrée, Éthiopie, Soudan), Inde
<i>Ricinus communis</i>	Ricin	Afrique de l'Est	Afrique du Sud, Australie, Brésil, îles du Pacifique, États-Unis, Europe occidentale, Mexique, Nouvelle-Zélande
<i>Sorghum halepense</i>	Sorgho d'Alep	De la Méditerranée à l'Inde	Australie, Amérique centrale, Amérique du Sud, États-Unis îles du Pacifique, Indonésie Thaïlande
<i>Ziziphus mauritiana</i>	Pomme surette, jujubier	Chine, Inde	Afghanistan, Afrique, Australie, Chine, Malaisie, certains archipels océaniques, région Caraïbes

Source : GISP 2008.

- bien faire la différence entre les impacts sociaux en aval et en amont des ouvrages ;
- tenir compte de la différence entre le nombre de personnes touchées en aval et en amont des barrages (approximativement 39 000 et 4 000, respectivement, au Lesotho) ;
- élaborer une méthode permettant de recenser de manière systématique les populations touchées (ou « à risque ») en aval des barrages ;
- définir les impacts socioéconomiques, en aval, des modifications apportées aux débits des cours d'eau ;
- définir des méthodes permettant de prendre en compte et d'atténuer les impacts sociaux liés aux fortes modifications du régime d'écoulement des eaux, et les limites de ces méthodes.

Les biocombustibles en tant qu'énergie renouvelable

Les nouvelles initiatives engagées dans le domaine du changement climatique posent autant de problèmes qu'elles ouvrent des perspectives en matière de préservation de la diversité biologique. À titre d'exemple, les biocombustibles et les bioénergies peuvent se substituer aux combustibles fossiles et constituent aussi une source de revenus potentiels pour les petits exploitants agricoles qui produisent les cultures entrant dans leur fabrication. Aux États-Unis et dans l'Union européenne, les politiques qui rendent obligatoires la réalisation d'objectifs spécifiques en matière de production de biocombustibles en réponse aux besoins nationaux en combustible favorisent le développement du secteur des biocombustibles. Dans le même temps, la production de biocombustibles, si elle n'est pas planifiée avec soin, pourrait entraîner la disparition d'habitats naturels, du fait du défrichage pratiqué pour faire place aux plantations de biocombustibles ou à de nouvelles terres agricoles en remplacement des terres cultivables converties. De plus, nombre des espèces végétales dont on encourage la production pour la fabrication de biocombustibles présentent un risque invasif avéré dans certains des pays dans lesquelles elles ont déjà été introduites (voir tableau 2.2). À l'heure actuelle, rares sont les programmes de promotion de biocombustibles qui sont économiquement viables en l'absence de subventions. À l'inverse, nombre d'entre eux ont un coût social et environnemental potentiel ; ils peuvent notamment contribuer à accentuer la concurrence qui s'exerce sur les ressources en terres et en eau, et peuvent même être une cause de déboisement. Si les plantations de biocombustibles aménagées sur des terres agricoles dégradées ou abandonnées peuvent avoir des effets bénéfiques, l'expansion des biocombustibles dans les zones tropicales est aussi un facteur de défrichage et de disparition des écosystèmes naturels, avec toutes les conséquences que cela comporte en matière d'appauvrissement de la diversité biologique. Ainsi, le défrichage des forêts de tourbières pour la production de palmiers à huile en Indonésie serait, selon certaines estimations, une des principales sources des émissions de GES de l'Indonésie, qui se classait en 2006 au troisième rang des plus gros émetteurs de GES du monde.

Des projets pilotes de production de biocombustibles d'ampleur variable sont déjà en cours d'exécution ou de planification, notamment en Asie, en Afrique et en Amérique du Sud. Ils ont pour objet de créer de petites plantations d'espèces de biocombustibles comme le *Jatropha curcas*, afin de favoriser la création d'emplois, la réduction de la pauvreté et la régénération des terres dégradées. Le *Jatropha curcas* est une espèce arbustive à croissance rapide résistante à la sécheresse et originaire du sud du Mexique et d'Amérique centrale, qui a été introduite dans de nombreux pays tropicaux et subtropicaux. Il fait partie de la famille des euphorbes et tolère bien les sols marginaux

arides pauvres en nutriments, bien qu'il soit relativement sensible au gel. Cette plante au goût particulier, impropre à la consommation animale, est largement utilisée dans les communautés rurales d'Afrique pour aménager des haies ou des clôtures vivantes autour des champs. Une fois parvenus à maturité, les arbustes produisent chaque année près de quatre kilos de graines dont la teneur en huile est de l'ordre de 30 à 40 %. La Banque évalue actuellement les avantages socioéconomiques que pourrait présenter la promotion du *Jatropha* pour la production de biocombustibles au Kenya. L'intérêt des biocombustibles tient notamment au fait qu'ils peuvent être cultivés sur des terres dégradées, et en particulier sur des terres précédemment déboisées et converties en parcelles agricoles, comme c'est le cas au Brésil.

Cela étant, un nombre croissant de données attestent que les biocombustibles ne sont pas une solution miraculeuse. De nombreux experts, parmi lesquels des économistes et des spécialistes de l'environnement et des sciences sociales, ont démontré, preuves à l'appui, que : a) en l'absence de subventions, certains biocombustibles ne constituent pas une solution de rechange économiquement viable aux combustibles fossiles ; b) les biocombustibles ne permettent pas nécessairement d'obtenir des réductions importantes des émissions de GES ; c) la production de biocombustibles d'origine végétale peut être lourde de conséquences pour la diversité biologique ; d) les retombées sociales de l'expansion des biocombustibles d'origine végétale peuvent avoir un impact considérable sur les populations les plus pauvres des pays en développement, en réduisant l'accessibilité physique et économique des produits alimentaires (voir encadré 2.12). Forte de ces constats, la Banque mondiale, en collaboration avec le Fonds mondial pour la nature, a élaboré le prototype d'une fiche de performance sur la durabilité des biocombustibles qui permet de déterminer où, quand et dans quelles conditions la production de biocombustibles peut être considérée comme durable, tant au plan environnemental que social. Cette fiche permettra aux utilisateurs d'attribuer une note à un biocombustible potentiel en se référant à une série de critères visant à évaluer la viabilité environnementale attendue du biocombustible considéré et du mode de production correspondant.

ENCADRÉ 2.12

Biocombustibles : y a-t-il surproduction ?

Face au prix record des hydrocarbures et au nombre limité de carburants de substitution disponibles pour les véhicules de transport, plusieurs pays appuient avec vigueur la production de biocombustibles liquides issus de l'agriculture. On utilise le plus souvent le maïs ou la canne à sucre pour produire de l'éthanol, et diverse cultures oléagineuse pour la production de biodiesel. Il convient cependant d'évaluer avec soin les effets économiques, environnementaux et sociaux des biocombustibles avant d'étendre les programmes publics d'aide à leur production à grande échelle. Ces effets sont fonction des matières de base et de la méthode de production utilisées, mais aussi des changements apportés aux modes d'affectation des terres.

La production mondiale d'éthanol-carburant était de 40 milliards de litres en 2006, et était imputable à près de 90 % au Brésil et aux États-Unis. La même année, 6,5 milliards de litres de biodiesel ont été produits, dont 75 % dans l'Union européenne. Selon certaines estimations, la part des biocombustibles dans le transport mondial pourrait être multipliée par cinq d'ici à 2020 sous l'effet des politiques actuelles de promotion de ces carburants, pour passer à 6 % contre à peine plus d'1 % à l'heure actuelle.

Les biocombustibles sont-ils économiquement viables, et quel impact ont-ils sur les prix des denrées alimentaires ? Les pouvoirs publics soutiennent fortement le secteur des biocombustibles afin qu'ils puissent concurrencer l'essence et le diesel classique. Cette aide se présente sous la forme d'incitations à la consommation (réduction des taxes sur les biocombustibles) et à la production (incitations fiscales, garanties de prêt, subventions directes) ou de prescriptions rendant obligatoires l'utilisation des biocombustibles.

L'augmentation des prix des produits agricoles résultant de la demande de biocombustibles est aujourd'hui au cœur du débat relatif aux conflits potentiels entre production alimentaire et carburant. La hausse des prix des produits alimentaires de base peut entraîner une dégradation considérable des conditions de vie des individus les plus pauvres, qui sont pour la plupart acheteurs nets de produits de base. Dans le même temps, nombre d'autres producteurs pauvres, vendeurs nets de produits de base, profitent de cette hausse des prix. À titre d'exemple, la production de biocombustibles a entraîné un accroissement du prix des matières de base entrant dans leur fabrication.

Les avantages et les risques non commerciaux liés aux biocombustibles varient en fonction du contexte. Les avantages environnementaux et sociaux potentiels des biocombustibles sont toujours cités après les avantages liés à la sécurité énergétique, qui sont l'argument le plus fréquemment invoqué à l'appui des financements publics et des mesures incitatives en faveur des programmes de promotion des biocombustibles. Pourtant, ces avantages ne sont pas dépourvus de risques.

Avantages environnementaux potentiels. Les avantages environnementaux des biocombustibles doivent être évalués au cas par cas, dans la mesure où ils sont fonction du volume des émissions de GES imputables à la production des matières de base, de la méthode de production des biocombustibles et du mode de transport utilisé pour amener les biocombustibles jusqu'aux marchés. Les changements dans les modes d'utilisation des terres, et notamment l'abattage des forêts ou le drainage des tourbières pour la production de matières de base comme le palmier

(suite)

à huile, peuvent réduire à néant pour plusieurs décennies les avantages liés à la réduction des émissions de GES. De même, l'avancée de l'agriculture, qui découle de la nécessité de remplacer les zones de production vivrière converties en plantations de biocombustibles, peut annuler les avantages qu'offrent les réductions de GES et causer des dommages irréversibles aux espèces sauvages et aux espaces naturels.

Avantages pour les petits producteurs. Les biocombustibles peuvent présenter des avantages pour les petits exploitants agricoles dans la mesure où ils contribuent à créer des emplois et à accroître les revenus en milieu rural. Toutefois, ces avantages sont appelés à rester limités, compte tenu des technologies actuelles. La production d'éthanol exige des économies d'échelle et une intégration verticale relativement importantes, du fait de la complexité du processus de production en distillerie. De même, la production à petite échelle de biodiesel pourrait satisfaire la demande énergétique locale, mais la hausse des prix des denrées alimentaires et des matières de base risquent fort de réduire à néant tous les avantages tirés à la baisse du coût de l'énergie.

Source : Banque mondiale 2008b.



C H A P I T R E 3

Un programme d'adaptation écosystémique : Réduction des vulnérabilités

DEPUIS LA NUIT DES TEMPS, les sociétés humaines ont été amenées à gérer les impacts de phénomènes météorologiques et de conditions climatiques indésirables. Il n'en reste pas moins que le monde change aujourd'hui à une telle vitesse que des mesures supplémentaires devront être prises pour réduire les effets néfastes du changement climatique à court et à long termes. La vulnérabilité au changement climatique peut de plus être exacerbée par d'autres perturbations, dont la perte d'habitats et de ressources naturelles, la réduction des services écosystémiques et la dégradation des sols.

L'adaptation occupe une place de plus en plus importante dans le programme d'action en faveur du développement, notamment dans les pays en développement les plus menacés par le changement climatique. Elle repose essentiellement sur la protection et la restauration des écosystèmes et des habitats, des ressources naturelles et des services qu'ils fournissent. Les nombreux avantages associés aux biens et services résultant de la biodiversité et de la bonne santé des écosystèmes sont dans l'ensemble méconnus et ignorés dans la comptabilité de la nature. Le renforcement de la protection et de la gestion des écosystèmes naturels et une gestion plus durable des ressources naturelles et des cultures peuvent jouer un rôle critique dans les stratégies d'adaptation. Les approches écosystémiques peuvent contribuer aux stratégies d'adaptation en :

- Préservant et restaurant les écosystèmes naturels et les biens et services associés
- Protégeant et développant les services écosystémiques essentiels, tels que les débits hydriques et la qualité de l'eau
- Préservant les barrières côtières et les mécanismes naturels de lutte contre les inondations et la pollution

- Réduisant la dégradation des sols et de l'eau en luttant activement contre la propagation d'espèces allogènes envahissantes
- Gérant les habitats contenant des aires d'alevinage, d'alimentation et de reproduction pour les ressources halieutiques, la faune sauvage et les autres espèces dont dépendent les populations humaines
- Fournissant des réservoirs pour les parents sauvages d'espèces cultivées pour augmenter la diversité et la résistance génétique.

L'adaptation écosystémique complète les autres ripostes au changement climatique de deux manières. D'abord, parce que les écosystèmes naturels sont résistants et fournissent toute une gamme de produits et de services écosystémiques, notamment les ressources naturelles comme l'eau, le bois et les ressources halieutiques essentielles à la subsistance des populations. Ensuite, parce que les écosystèmes naturels offrent une protection établie et peu onéreuse contre certaines menaces découlant du changement climatique. Par exemple, les zones humides, les mangroves, les parcs ostréicoles, les cordons littoraux et les dunes protègent les côtes des tempêtes et des inondations. Ces approches écosystémiques peuvent compléter ou remplacer des investissements plus onéreux dans des infrastructures conçues pour protéger les établissements côtiers.

Préservation de la biodiversité dans le contexte du changement climatique

La biologie de la conservation confirme le besoin de protéger d'importants habitats et de maintenir la connectivité paysagère entre les habitats naturels à toutes les altitudes. De nombreuses espèces menacées et charismatiques ne survivront pas sans la protection adéquate de vastes paysages connectés. C'est notamment le cas des espèces migratoires aux vastes aires de répartition, telles que les éléphants, les grands herbivores et de nombreux oiseaux, et des grands carnivores au sommet de la chaîne alimentaire. Les couloirs d'habitats naturels situés dans des zones d'activité économique transformées ou les reliquats d'habitats reliant des aires protégées permettent le déplacement des espèces et la préservation de populations viables. Le maintien de la connectivité entre les habitats naturels à toutes les altitudes est essentiel à l'adaptation des espèces végétales et animales au changement climatique (voir encadré 3.1).

En Colombie, un projet du Fonds pour l'environnement mondial (FEM) comprend un volet spécifique visant à renforcer les couloirs écologiques à travers les forêts de brouillard et les habitats fortement dégradés du páramo dans la chaîne andine. Plus de 70 % des 41 millions de Colombiens résident sur les hauts plateaux andins où ils ont transformé les habitats en zones de culture et de pâturage. Le projet a désigné de nouvelles zones de conservation grâce à la création de réserves privées et travaille avec les agriculteurs pour les sensibiliser au besoin de créer des couloirs biologiques.

De nombreux projets de la Banque contribuent à la conservation de la biodiversité sur de vastes paysages grâce à l'amélioration de la gestion des terres pouvant avoir des utilisations fort diverses. Le soutien de la Banque aux projets sur les couloirs biologiques assure la protection de grands paysages et de couloirs biologiques, en promouvant la connectivité dans la région transfrontière Maloti-Drakensberg au Lesotho et en Afrique du Sud ; d'immenses réserves s'étendant des montagnes à la mer dans la région du Cap ; des couloirs dans la région Vilcabamba-Amboro en République bolivarienne du Venezuela, en Colombie, en Équateur, au Pérou, en Bolivie et en Argentine

ENCADRÉ 3.1

Des couloirs biologiques dans un monde en mutation

Le *Couloir biologique méso-américain* est un couloir naturel de forêt pluviale, de savane de pins, de forêts d'altitude et de zones humides côtières s'étendant du Mexique à la Colombie. Dans ce couloir, la Banque apporte son soutien aux interventions nationales au Guatemala, au Honduras, au Mexique, au Nicaragua et à Panama pour préserver les forêts atlantiques de l'Amérique centrale. Au Nicaragua, par exemple, le FEM a pris en charge les surcoûts associés aux aires protégées et à l'utilisation conservacioniste des terres dans le cadre d'un projet intégré de développement et de conservation. La gestion a été renforcée dans trois importantes aires protégées de la côte des Caraïbes : dans la réserve naturelle de Cerro Silva (339 400 hectares), la réserve naturelle de Wawashan (231 500 hectares) et la réserve naturelle de Cayos Miskitos, qui protège les aires de nidification de cinq espèces de tortues marines (sur les sept recensées dans le monde). Dans ce couloir, les communautés autochtones ont reçu une assistance pour avoir accès aux terres autochtones et développer des modes de vie reposant sur une gestion durable des habitats et des ressources naturelles. De récentes études ont indiqué que les forêts du couloir biologique méso-américain représentent d'importantes aires de stockage du carbone.

La *Forêt atlantique du Brésil* est l'un des écosystèmes les plus menacés d'Amérique latine, où seulement 7 % des habitats d'origine subsistent dans quelques zones isolées. Le taux d'endémisme y est extraordinairement élevé. La Banque, dans le cadre du Programme pilote pour la conservation de la forêt ombrophile brésilienne et avec le soutien des donateurs du GB, s'attache à améliorer la connectivité entre ces zones grâce à un projet sur les couloirs écologiques, rassemblant États, municipalités, ONG et établissements universitaires. De même, dans le système Chaco Andin fortement menacé en Équateur, un projet financé par la Banque a permis de renforcer les couloirs biologiques grâce au financement de réserves privées et de modèles de conservation novateurs.

Le *Fonds du Partenariat pour la préservation des écosystèmes vitaux* (CEPF) appuie les activités menées par la société civile pour s'attaquer aux menaces pesant sur la biodiversité de divers paysages aux multiples utilisations, des aires protégées aux sites à haute valeur de conservation dans des zones d'activité économique. Un profil écosystémique critique recense les priorités de chaque zone sensible. Une grande partie de ces activités fortement prioritaires visent d'importants couloirs biologiques qui chevauchent des zones à forte concentration de carbone. Le CEPF a financé des activités dans la Sierra Madre aux Philippines, le parc Barisan Selatan à Sumatra, les principaux couloirs forestiers de Madagascar, les forêts de la Guinée occidentale et de l'arc oriental en Afrique, les couloirs montagneux du Caucase et de l'Himalaya oriental et les couloirs Choco-Manabi et Vilcabamba-Amboro des Andes tropicales. Une nouvelle phase de financement visera d'importants paysages biologiques en Indochine, dont le couloir du Mékong, et les forêts tropicales extrêmement diverses des Ghats occidentaux en Inde.

septentrionale ; et un réseau de couloirs au Bhoutan. Les efforts de conservation transfrontière menés dans l'ouest du Tien Shan en Asie centrale encourageant la collaboration et la coopération internationales à travers les frontières, réduisent la perturbation des fragiles prairies de montagne et contribuent à la conservation d'espèces aux vastes aires de répartition. Un nouveau projet de développement de l'écosystème de Tien Shan consolidera encore la protection des forêts de genévriers et de noyers et d'autres importants habitats de montagne. Ce projet concerne la République kirghize et le Kazakhstan et est financé par le FEM et le Fonds biocarbone en considération de l'important rôle que jouent les écosystèmes de montagne dans la régulation des services écosystémiques et la fixation du carbone.

Maintien et restauration des écosystèmes naturels

Quel que soit l'écosystème, les communautés fonctionnellement diverses seront vraisemblablement plus résistantes au changement et à la variabilité climatiques que les communautés biologiquement pauvres. La conservation des habitats et les aires protégées jouent un rôle important et efficace au plan des coûts pour protéger les ressources biologiques et réduire la vulnérabilité au changement climatique. La Banque reconnaît l'important rôle que l'amélioration de la protection des forêts naturelles peut jouer pour protéger les investissements en matière de développement. Le parc national Domoga-Bone en Indonésie a ainsi été créé pour protéger un important projet d'irrigation dans la province nord de Sulawesi. De même, une nouvelle aire de conservation en République démocratique populaire lao protège les forêts entourant le barrage de Nam Theun 2 et ses bassins versants (voir encadré 2.11), réduisant la sédimentation dans les réservoirs et étendant la durée de vie de la centrale hydroélectrique. Des aires protégées des littoraux de la Croatie, du Bangladesh, de l'Indonésie, du Honduras et de la Lituanie protègent des forêts, des marais, des plaines alluviales et des mangroves, qui sont importants pour les ceintures d'abris et la lutte contre les inondations. Le rôle des habitats naturels dans la fourniture de services tels que la protection du littoral et les aires d'alevinage pour les pêcheries est de plus en plus reconnu comme essentiel aux économies côtières de ces pays et aux moyens d'existence des communautés qui en dépendent.

L'amélioration de la gestion des habitats naturels et la réduction des menaces, telles que la conversion des habitats, la surexploitation, la pollution et les invasions d'espèces allogènes, contribuent à renforcer la santé et la résistance des écosystèmes. Par exemple, la réduction des pressions liées à la pollution côtière, à la surexploitation et aux pratiques de pêche destructrices améliore la santé des récifs coralliens ainsi que leur résistance à l'élévation de la température et au blanchiment. De même, la lutte contre la fragmentation des habitats grâce à la protection ou à la mise en place de couloirs biologiques entre les aires protégées améliore la résistance des forêts. Plus généralement, des mosaïques d'aires terrestres, dulçaquatiques et marines polyvalentes, interconnectées à des réserves protégées, sont mieux à même de répondre aux besoins de conservation et de subsistance dans une période de changement climatique que des habitats fragmentés. De telles approches écosystémiques représentent des solutions peu coûteuses, éprouvées et à faible intensité technologique propres à répondre aux effets néfastes attendus du changement climatique.

Les zones humides comptent parmi les écosystèmes les plus menacés de la planète mais assurent de nombreuses fonctions écosystémiques essentielles. Les zones humides

d'altitude et les rivières et lacs d'eau douce constituent d'indispensables zones de recharge des eaux et d'importantes sources d'eau pour l'irrigation et les usages domestiques et industriels. Les zones humides continentales et côtières en aval constituent également des pêcheries productives dont dépendent de nombreuses communautés pauvres du monde. Les zones humides jouent également le rôle de filtres et améliorent la qualité de l'eau en éliminant les polluants. En Bulgarie, la Banque travaille avec le Fonds mondial pour la nature (WWF) et d'autres partenaires pour restaurer les zones humides naturelles riveraines du Danube pour filtrer et éliminer les polluants et fournir un habitat aux espèces locales de faune sauvage (voir encadré 3.2).

Alors que le changement climatique exacerbe les effets des pressions sur l'environnement, la valeur d'un grand nombre de biens et de services gratuits fournis par les habitats naturels ne pourra qu'augmenter. La protection des zones humides naturelles et, de plus en plus, la restauration de leurs habitats deviendront une stratégie d'adaptation importante (voir encadré 3.3).

Réduction des vulnérabilités

Les écosystèmes naturels peuvent également réduire la vulnérabilité à des risques naturels et à des phénomènes climatiques extrêmes. La protection des forêts et d'autres écosystèmes naturels présente des avantages sociaux, économiques et environnementaux, que ce soit directement en assurant une gestion plus durable des ressources biologiques ou, indirectement, en protégeant les services écosystémiques. Les habitats de montagne offrent par exemple de nombreux avantages en matière d'écosystèmes, de conservation des sols et de bassins versants. Ils représentent souvent des centres d'endémisme, des refuges du Pléistocène et des populations sources pour reconstituer des habitats de faible altitude. Les écosystèmes de montagne influencent les régimes pluviométriques et le climat aux niveaux local et régional et contribuent à limiter le réchauffement planétaire grâce à la fixation et au stockage du carbone dans des sols et la biomasse végétale. Les zones humides sont les reins de la nature et fournissent des services écosystémiques indispensables qui règlent la charge en éléments nutritifs et la qualité de l'eau.

Depuis une dizaine d'années, un nombre croissant de projets de la Banque établissent des liens explicites entre l'utilisation durable des écosystèmes naturels, la conservation de la biodiversité, le piégeage du carbone, et les avantages que présentent pour les bassins versants la lutte contre l'érosion, des sources d'eau propre et la protection contre les inondations. Les projets sur les bassins versants menés par la Banque au Moyen-Orient intègrent des forêts naturelles et des bois endémiques riverains dans le cadre de la gestion de la végétation de microbassins en association avec les communautés locales du bassin versant de Lakhdar au Maroc, des oueds de la République du Yémen du Nord et du bassin oriental de l'Anatolie en Turquie. En Chine, le rôle des forêts de montagne est de plus en plus reconnu dans l'approvisionnement en eau propre, la régulation des débits et la lutte contre les inondations. Le Projet de protection des forêts chinoises est axé sur les forêts de montagne et de bassins versants d'altitude et reclasse les forêts en tenant compte de leurs fonctions de protection des bassins versants et de la biodiversité et en recherchant des modes de gestion plus durables.

La Banque a joué un rôle de chef de file en matière de rémunération des services écosystémiques. Au Mexique, les projets de la Banque ont contribué à la mise en

ENCADRÉ 3.2

Restauration des zones humides du Bas Danube

La conversion des plaines alluviales à des fins agricoles et de développement s'est soldée par l'installation de digues sur 95 % du Haut Danube, 75 % du Bas Danube et 28 % des plaines deltaïques. Ces aménagements ont augmenté le risque d'inondation et de pollution de la région, qui devrait encore augmenter avec le changement climatique.

En 2000, le Fonds mondial pour la nature a obtenu l'accord des chefs d'État de la Bulgarie, de la Roumanie, du Moldova et de l'Ukraine en vue de la restauration de 2 236 kilomètres carrés de plaines alluviales et de la création d'un couloir vert de 9 000 km autour du Bas Danube. Ce couloir devrait atténuer les inondations, restaurer la biodiversité et améliorer la qualité de l'eau ainsi que les moyens d'existence des populations locales. En 2008, 469 kilomètres carrés de plaines alluviales, soit 14,4 % de la zone considérée, ont été restaurés ou étaient en cours de restauration. En Roumanie, les polders de Babina et Cernovca ont à nouveau été submergés tandis qu'en Ukraine, le polder de Tataru a été inondé pour relier le lac Katlabuh au fleuve. La restauration des polders pilotes a contribué à la diversification des activités de subsistance (pêche, tourisme, récolte de roseaux et élevage dans des pâturages saisonniers), qui produisent un revenu annuel moyen de 40 euros (56 dollars) par hectare. Dans les polders de Babina et Cernovca, les pêcheries ainsi restaurées ont créé entre 20 et 25 emplois.

Les activités de restauration du lac Katlabuh ont permis d'améliorer la qualité de l'eau de 10 000 résidents locaux. La valeur des services écosystémiques, tels que les plaines alluviales restaurées pour la pêche, la sylviculture, les aliments pour animaux, la rétention des éléments nutritifs et les activités de loisirs, est estimée à 500 euros (698 dollars) par hectare et par an soit environ 85,6 millions d'euros (119 millions de dollars) par an pour la zone restaurée. Le nombre d'espèces d'oiseaux résidentes se reproduisant dans cette zone est passé de 34 à 72. Suite à son adhésion à l'Union européenne, la Roumanie a décidé de protéger 5 757 kilomètres carrés supplémentaires dans le cadre du réseau Natura 2000. Le coût de la restauration des 37 sites constituant le couloir vert du bas Danube est estimé à 183 millions d'euros (299 millions de dollars) tandis que les revenus susceptibles d'en découler s'élèvent à 85,6 millions d'euros (120 millions de dollars) par an. Avant la restauration, l'inondation de 2005 avait provoqué 396 millions d'euros de dégâts, ce qui prouve l'efficacité au plan des coûts des approches écosystémiques.

Source : WWF 2008.

place de systèmes de rémunération des services écosystémiques afin de réduire les opérations d'abattage dans la réserve du papillon monarque pour protéger un habitat important pour ce papillon. Avec le soutien du Fonds mexicain pour la conservation de la nature, un fonds de dotation a été mis en place pour la réserve El Triunfo dans la Sierra Madre du Chiapas, pour financer des activités de protection des services écosystémiques de la région, notamment en matière de production d'eau. En Équateur, un projet de gestion intégrée des bassins versants en cours de préparation comprend

ENCADRÉ 3.3

Rétablissement de la résistance des écosystèmes des zones humides

Le Golfe du Mexique abrite un des écosystèmes les plus riches, les plus étendus et les plus productifs de la planète : des zones humides côtières couvrant une superficie de plus de 14 000 kilomètres carrés. Le littoral comprend 27 grands réseaux d'estuaires, de baies et de lagons côtiers qui servent d'abris et d'aires d'alimentation et de reproduction à de nombreuses et importantes espèces de poissons de mer et de rivière. Les marais côtiers de Campeche et Tabasco abritent par ailleurs 45 des 111 espèces de plantes aquatiques endémiques du Mexique. Ces zones humides côtières jouent un rôle important dans le cycle de l'eau.

Mais les effets du changement climatique se font déjà ressentir sur ces écosystèmes. L'élévation du niveau de la mer dans le Golfe du Mexique entraîne une invasion d'eau salée. Les modifications anticipées du régime des précipitations dans le nord du Mexique modifieront les systèmes de drainage naturel ainsi que le bilan hydrique naturel de ces zones humides côtières. Des marais et mangroves dégradés seront moins susceptibles de résister aux phénomènes météorologiques extrêmes. Le nombre d'ouragans de forte intensité ayant frappé les terres du Golfe du Mexique a augmenté de plus de 40 % par rapport aux années 1960. Ces tempêtes entraînent souvent d'importantes perturbations ainsi que des pertes matérielles et humaines. Les conséquences écologiques et économiques sont stupéfiantes.

La Banque prépare actuellement un projet abondant ces problèmes grâce à une meilleure gestion des zones humides et des ressources en eau. Ce projet testera plusieurs mesures :

- Restauration des zones humides, en tenant compte de la dynamique sableuse et des conditions hydrologiques (les activités initiales comprendront l'enlèvement de sol ou de sédiments sableux entravant l'écoulement de l'eau et l'entretien des cours d'eau contribuant à la restauration des zones humides)
- Intégration des mesures d'adaptation au changement climatique dans les programmes de gestion des ressources
- Restauration des écosystèmes de mangroves grâce à la création d'aires closes permanentes et saisonnières ainsi qu'à la réduction et à la prévention de la modification de l'utilisation des terres, en promouvant une meilleure gestion de l'eau et en réintroduisant de nouvelles espèces indigènes de mangroves dans les zones dégradées par les activités économiques
- Maintien de l'approvisionnement en eau pour les secteurs de production
- Élaboration de mécanismes de promotion de méthodes durables d'exploitation des sols préservant l'intégrité fonctionnelle des écosystèmes des zones humides de la région.

un volet spécifique portant sur la rémunération des services écologiques fournis par les forêts andines. Parallèlement, le Costa Rica lance un deuxième projet Banque-FEM devant faire fond sur l'expérience et le succès des projets d'écomarchés pour promouvoir la conservation de la biodiversité et les systèmes de rémunération des services écosystémiques sur les terres privées (voir encadré 3.4).

ENCADRÉ 3.4

Un écomarché au Costa Rica

Le programme de rémunération des services écologiques mis en place au Costa Rica est une initiative novatrice et concluante menée pour encourager les propriétaires terriens privés à entretenir et protéger leurs forêts. Depuis son lancement en 1997, ce programme a été appliqué à près de 500 000 hectares de forêts privées.

Il bénéficie depuis 2001 d'un financement dans le cadre du projet d'écomarchés de la Banque et du FEM. Plus de 130 000 hectares d'aires de biodiversité hautement prioritaires de la partie costaricienne du couloir biologique méso-américain ont été inclus dans ce programme. À cela s'ajoutent 70 000 hectares de terres privées se trouvant dans d'autres aires de conservation hautement prioritaires, afin d'assurer la réalisation des objectifs de conservation et de gestion durable. Alors qu'en 2000, seulement 22 propriétaires de sexe féminin participaient au programme, ce nombre était passé à 474 en 2005. Au cours de la même période, la superficie des terres communautaires autochtones participant au programme a été multipliée par huit, passant de 2 850 hectares en 2000 à 25 125 hectares en 2005.

Le programme de rémunération des services écologiques a essentiellement été financé par le versement de 3,5 % de la taxe sur les carburants au Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO). Il a également bénéficié d'un important cofinancement de donateurs bilatéraux, dont l'Allemagne, la Norvège et le Japon. Le projet d'écomarchés a certes fourni des fonds supplémentaires pour le développement du programme mais a également recentré ce dernier sur la conservation de la biodiversité mondiale et régionale ainsi que sur les objectifs sociaux nationaux. Les avantages nationaux comprennent l'entretien des forêts privées dans d'importants couloirs biologiques ; la conservation locale de la diversité biologique ; la participation accrue des propriétaires de sexe féminin et des communautés autochtones au programme de rémunération des services écologiques ; la rémunération directe d'un nombre croissant de petits propriétaires ruraux ; et, surtout, la reconnaissance par le public de l'intérêt de préserver les forêts et leurs services écologiques.

Le succès du projet d'écomarchés tient à la collaboration d'une institution énergétique (FONAFIFO), capable de gérer efficacement un système complexe de rémunération des services écologiques ; au robuste cadre juridique et au vaste soutien politique dont a bénéficié le programme auprès de trois administrations successives ; et au soutien, dans tout le pays, de la société civile, en particulier des petits et moyens propriétaires ainsi que des organisations locales et régionales (ONG, coopératives, etc.). Le programme de rémunération des services écologiques et le projet d'écomarchés ont suscité un vif intérêt sur la scène internationale et plusieurs initiatives de transposition. Le FONAFIFO a accueilli des délégations officielles de nombreux pays désirant étudier le programme. Le projet a contribué à l'amélioration de la conservation en reliant des aires protégées géographiquement isolées grâce à des terrains privés où la biodiversité est juridiquement protégée par des contrats de rémunération des services écologiques.

Le savoir autochtone au service de l'adaptation au changement climatique

Les peuples autochtones peuvent jouer un rôle de premier plan dans l'atténuation et l'adaptation au changement climatique. Il n'est pas rare que les territoires de peuples autochtones soient mieux conservés que les terres agricoles adjacentes, notamment au Brésil, en Colombie et au Nicaragua. Comme le montrent clairement les cartes satellitaires, la partie de l'Amazonie couverte par des terres autochtones représente une des plus grandes réserves de forêt tropicale intacte. Ces groupes autochtones sont bien placés pour participer aux divers systèmes privés et publics de crédits carbone liés à la réduction des émissions dues au déboisement. Un programme sur le changement climatique faisant pleinement participer les peuples autochtones présente bien plus d'avantages qu'un programme ne faisant intervenir que le gouvernement ou le secteur privé. Les peuples autochtones sont particulièrement vulnérables aux effets indésirables du changement climatique mais sont également une source de savoir et de stratégies d'adaptation. Les territoires ancestraux peuvent ainsi fournir d'excellents exemples de paysages conçus pour résister aux effets indésirables du changement climatique. Au cours des millénaires, les peuples autochtones ont cultivé des variétés génétiques de plantes médicinales et utiles ainsi que des espèces animales ayant une plus grande plage de résistance à la variabilité climatique et écologique. Ils ont également développé des stratégies agricoles et de gestion de l'eau pour s'adapter au changement climatique (voir encadré 3.5).

Depuis 20 ans, 109 projets de la Banque ont fourni ou continuent de fournir une assistance aux programmes et besoins des peuples autochtones. Certains de ces projets ont contribué à la conservation des forêts tropicales et au reboisement en évitant directement le déboisement tandis que d'autres procuraient des avantages directs découlant du paiement de crédits carbone. Les activités suivantes visant le changement climatique et des objectifs autochtones sont fréquemment prévues dans ces projets : a) création de réserves autochtones et cogestion des aires protégées, b) délivrance de titres fonciers et démarcation des terres autochtones, c) plans de vie autochtones, d) plans de gestion et de zonage des communautés autochtones, e) cartographie et conservation des communautés autochtones, f) moyens de subsistance communautaires durables, et g) renforcement des capacités et formation.

Adaptation dans les zones côtières

Les zones humides côtières jouent le rôle de barrières naturelles, protégeant les populations côtières des tempêtes et autres risques naturels et réduisant le risque de catastrophe. Les mangroves et autres zones humides côtières sont particulièrement vulnérables au changement climatique et à l'élévation du niveau de la mer. Qui plus est, la perte de mangroves augmente la vulnérabilité des communautés des zones côtières aux phénomènes extrêmes tels que les ouragans, les cyclones et les tsunamis. Les zones intérieures protégées par des mangroves en bonne santé ont généralement moins souffert des phénomènes météorologiques extrêmes, tels que le cyclone Nargis, qui a frappé le Myanmar méridional en 2008, et le tsunami qui a ravagé l'Asie du Sud-Est en 2004, que les communautés plus exposées. Mis à part leur rôle protecteur, les mangroves constituent d'importantes aires d'alevinage pour les poissons, les crevettes et d'autres invertébrés marins, qui sont essentiels à la subsistance des

ENCADRÉ 3.5

Mesures prises pour faire face au changement climatique dans la Réserve nationale Salinas et Aguada Blanca au Pérou

Le FEM appuie la gestion participative d'aires protégées au Pérou depuis 2005, notamment dans la réserve nationale Salinas et Aguada Blanca. Située au nord de la ville d'Arequipa, entre 3 600 et 6 000 mètres d'altitude, cette réserve abrite des camélidés sauvages, tels que la vigogne et le guanaco, ainsi que de nombreux oiseaux migrateurs et résidents qui se reproduisent le long des lacs, barrages et rivières de montagne. Créée en 1979 pour préserver les espèces menacées de faune et de flore de la région, elle a récemment été agrandie et couvre aujourd'hui 366 936 hectares. La réserve abrite les volcans de Misti, Chachani et Pichu Pichu ainsi que le beau lagon de Salinas, qui constitue un habitat idéal pour les flamants.

La réserve protège la principale source d'eau approvisionnant la ville d'Arequipa ainsi que plusieurs petites villes. Les écosystèmes naturels sont menacés par le déboisement réalisé par les 8 000 habitants des 14 communautés locales vivant dans la réserve, dont un grand nombre élève des camélidés. Les ressources en eau sont de plus en plus rares en raison de la fonte des glaciers et de la baisse des précipitations, qui peuvent être attribuées au changement climatique. Le projet du FEM a appuyé des sous-projets pour aider les communautés locales à s'adapter au changement climatique, y compris des activités de conservation et de gestion des ressources en eau qui ont contribué à la conservation de la biodiversité. Le projet encourage les cultures en terrasses pour collecter de l'eau pendant la saison des pluies ainsi que des mesures visant à améliorer l'infiltration et la conservation de l'eau. Il a réintroduit des technologies élaborées et utilisées par les populations autochtones avant la conquête espagnole, y compris des fossés d'infiltration, des petits barrages, des petits lacs et de simples canaux. Après plusieurs années de mise en œuvre, les ressources en eau disponibles ont augmenté, notamment en été, et la végétation a gagné du terrain dans certaines parties de la réserve.

populations locales. La restauration des mangroves dégradées du delta du Mékong au Viet Nam a par exemple amélioré la gestion des forêts côtières, en protégeant d'importantes aires d'élevage pour les pêcheries locales, ainsi que la sécurité alimentaire (voir encadré 3.6).

L'élévation du niveau de la mer entraîne d'importantes modifications des écosystèmes et une perte des ressources marines. La construction de digues et d'autres aménagements et infrastructures côtiers peut entraîner une dégradation excessive des habitats naturels et augmenter la pression sur les ressources côtières. Les petits États insulaires sont particulièrement vulnérables au changement climatique. C'est pourquoi l'un des premiers projets de la Banque en matière d'adaptation s'est concentré sur les petits États insulaires du Pacifique (Kiribati) et des Caraïbes. Le projet Planification pour l'adaptation aux changements climatiques dans les Caraïbes (CPACC) est une activité régionale axée sur la vulnérabilité aux impacts du changement climatique des nations insulaires des Caraïbes. Les impacts économiques potentiels du changement climatique sur les pays de la Communauté des Caraïbes (CARICOM)

ENCADRÉ 3.6

Investir dans les mangroves

La destruction des mangroves a un fort impact économique sur les pêcheries et les communautés de pêcheurs locales. Le maintien ou le rétablissement des mangroves peut, toutefois, réduire la vulnérabilité des zones côtières à l'élévation du niveau de la mer et à des phénomènes météorologiques extrêmes, tout en contribuant à la sécurité alimentaire. Souvent ces approches écosystémiques sont très efficaces au plan des coûts.

Restaurer et protéger les mangroves peut amoindrir la vulnérabilité de diverses manières :

- Les forêts de palétuviers ont, en tant que défenses côtières, une valeur économique estimée à 300 000 dollars au kilomètre en Malaisie (Convention de Ramsar sur les zones humides, 2005).
- Depuis 1994, les communautés plantent et protègent les forêts de palétuviers au Viet Nam pour atténuer les effets des tempêtes. Un investissement initial de 1,1 million de dollars a permis d'économiser le coût d'entretien d'une digue côtière, estimé à 7,3 millions de dollars par an, et a sensiblement réduit les pertes humaines et matérielles causées par le typhon Wukong en 2000 par rapport à celles enregistrées dans d'autres régions (FICR 2002).
- La diminution des superficies couvertes par les mangroves a, selon les estimations, accru le coût des dégâts causés par les tempêtes sur les côtes thaïlandaises de 585 000 dollars au kilomètre carré (en dollars de 1996) selon les données pour la période 1979-1996, et de 187 898 dollars au kilomètre carré sur la base des données de 1996-2004 (Stolton, Dudley, et Randall 2008).
- Selon des études récemment effectuées dans le Golfe du Mexique, les espèces de poisson et de crabe associées aux mangroves constituent 32 % des produits des pêches artisanales dans la région ; les zones de mangroves peuvent être évaluées à 37 500 dollars l'hectare par an (Aburto-Oropeza *et al.* 2008).
- À Surat Thani (Thaïlande), la somme de tous les biens et services quantifiés provenant des mangroves intactes (60 400 dollars) dépasse d'environ 70 % la valeur des élevages aquacoles de crevettes (Balmford *et al.* 2002).

se situent entre 1,4 et neuf milliards de dollars en l'absence de mesures d'adaptation. La plus grande catégorie d'impacts concerne la perte de terres, de logements, d'autres bâtiments et d'infrastructures due à l'élévation du niveau de la mer. Les impacts sur l'agriculture sont également potentiellement importants pour les pays du CARICOM. Selon Vergara (2005), la majorité des autres impacts est liée à la baisse du tourisme, due à l'élévation des températures et à la perte de plages, de récifs coralliens et d'autres écosystèmes (15-20 %), et aux pertes en vies humaines et dommages matériels dus à l'intensité croissante des ouragans et des tempêtes tropicales (7-11 %).

Le CPACC a fourni des informations sur le blanchiment des coraux dû à l'exposition à de hautes températures et étudié ses conséquences écologiques et économiques pour les pays des Caraïbes grâce à des stations de surveillance situées aux Bahamas, au Belize et en Jamaïque. Les données du projet confirment la détérioration des récifs

coralliens des Caraïbes et le besoin de créer des aires marines protégées. Le projet Récifs coralliens : Renforcement des capacités et recherches ciblées fournit les bases scientifiques nécessaires à la gestion des récifs coralliens et des pêcheries pour s'attaquer aux menaces découlant du réchauffement planétaire (voir encadré 3.7). Des groupes de travail régionaux ont été mis en place pour surveiller les récifs coralliens, étudier les impacts du changement climatique et concevoir des mesures de gestion appropriées.

ENCADRÉ 3.7

Faire face aux impacts du changement climatique sur les écosystèmes océaniques et les communautés des zones côtières

L'Année internationale des récifs coralliens (2008) a donné lieu à une campagne mondiale de sensibilisation sur la valeur et l'importance des récifs coralliens et le besoin de les protéger. Les menaces pesant sur ces récifs comprennent notamment le changement climatique, qui entraîne une dégradation généralisée des coraux. Un phénomène climatique sans précédent a frappé les océans en 1998, lorsqu'un important épisode d'oscillation australe El Niño a entraîné une élévation anormale des températures de surface des océans touchant plus de 16 % des récifs coralliens de la planète. Ce phénomène a souligné le besoin urgent de protéger les ressources naturelles et de préparer les populations côtières à s'adapter au changement climatique. Parallèlement, la croissance démographique des zones côtières tropicales exerce une pression énorme qui dégrade et menace les récifs coralliens et les ressources associées.

Le programme Récifs coralliens : Renforcement des capacités et recherches ciblées est un partenariat actif de recherche et de renforcement des capacités ayant pour objet d'améliorer les connaissances scientifiques nécessaires pour renforcer la gestion et les mesures de protection des récifs coralliens. Ce programme comble des lacunes importantes dans des domaines de recherche ciblée tels que le blanchiment des coraux, la connectivité, les maladies et la restauration des coraux, la télédétection et la modélisation, et le soutien à la prise de décision. Ce partenariat a été formé pour renforcer les capacités nationales de recherche axées sur la gestion et pour utiliser ces informations pour améliorer la gestion des récifs coralliens et le bien-être des communautés humaines qui en dépendent. Le programme travaille avec les parties intéressées et les gouvernements locaux par le biais de ses centres régionaux d'excellence pour attirer l'attention sur les risques croissants d'origine locale et mondiale pesant sur les récifs coralliens et sur les incidences économiques et sociales pour les dizaines de millions de personnes qui en dépendent pour leur subsistance, leur sécurité alimentaire et la protection de leurs côtes.

Alors que les responsables internationaux recherchent des formules et des moyens efficaces par rapport aux coûts de réduire les émissions de CO₂ à des niveaux nettement inférieurs à ceux de 1990 au cours des 50 prochaines années, ce programme aide les responsables de l'aménagement des ressources marines locales à protéger les récifs coralliens et gagner du temps. Plusieurs interventions s'attaquent aux menaces immédiates pesant sur les écosystèmes récifaux et étudient les moyens d'augmenter leur résistance à l'évolution des conditions océaniques.

Les poissons constituent la principale source de protéines de près d'un milliard de personnes et représentent une part importante de l'alimentation de nombreuses autres. L'augmentation de la demande alimentaire a entraîné l'exploitation de la moitié des ressources halieutiques sauvages et la surexploitation d'un quart d'entre elles. Abstraction faite des effets directs de la surpêche, les populations de poissons sont menacées par l'augmentation des températures océaniques, la réduction des débits hydriques, l'évolution de la salinité, la modification saisonnière du débit des cours d'eau, la perte d'habitat et la réduction de la qualité de l'eau. La surpêche modifie la structure de la chaîne alimentaire ; les méduses ont ainsi remplacé les poissons en tant que planctonivore dominant dans certaines eaux entourant le Royaume-Uni et l'on s'inquiète de ce que ces évolutions soient difficiles à inverser puisque les méduses mangent les œufs des poissons avec lesquels elles sont en concurrence. Il devient de plus en plus manifeste que la diversité des espèces est importante pour les pêcheries maritimes, que ce soit à court terme, pour augmenter la productivité, ou à long terme, pour augmenter la résistance.

Aires marines protégées

À l'instar des aires terrestres protégées, les aires marines protégées ont pour objet de conserver la biodiversité à long terme mais aussi de préserver les ressources marines et côtières et les pêcheries tout en fournissant des espaces de loisirs, de tourisme et de recherche. À l'échelle mondiale, près de 5 000 aires marines protégées couvrent environ 2,2 millions de kilomètres carrés de l'environnement marin (Laffoley 2008). Lorsqu'elles sont bien conçues et gérées, ces aires peuvent procurer de nombreux avantages écologiques et socioéconomiques tout en atténuant les effets de l'augmentation des émissions de carbone.

Le programme de travail sur les aires protégées de la Convention sur la diversité biologique (CDB) a souligné le besoin d'étendre leur réseau mondial afin de protéger 10 % des habitats marins d'ici 2012. Un tel réseau, notamment lorsqu'il relie des sources et des aires de piégeage, peut contribuer à maintenir la santé des écosystèmes marins et à atténuer les flux de carbone. Tous les habitats marins sont sous-représentés dans les aires marines protégées, mais il est particulièrement important de veiller à ce que la protection soit étendue aux zones de haute mer ainsi qu'aux réserves côtières. La haute mer au-delà des juridictions nationales couvre près de 50 % de la surface terrestre mais représente 90 % de la biomasse de la planète (Corrigan et Kershaw 2008). Les écosystèmes de haute mer assurent des fonctions et services précieux, notamment la fixation et le stockage du carbone, et fournissent des possibilités de recherche scientifique, d'exploration et de tourisme.

Les activités de gestion marine menées par la Banque ont déterminé que les aires marines protégées fournissent de nombreux avantages en matière de conservation marine, de stocks halieutiques et de fixation du carbone :

- Augmentation de la densité, de la biomasse, de la taille des spécimens et de la diversité de tous les groupes fonctionnels de poissons dans les communautés allant des récifs coralliens tropicaux aux forêts tempérées de varech
- Augmentation de 20 à 30 % de la diversité et de la taille moyenne des poissons dans les aires marines protégées par rapport aux aires non protégées

- Conservation des populations de poissons et de leurs habitats, de sorte à améliorer le puits de carbone marin
- Réduction du besoin de structures de protection aménagées par l'homme, qui ne fournissent aucun service écosystémique ni ne fixent le carbone.

La Banque a investi dans de multiples projets de conservation marine et de gestion des ressources. Les programmes tels que le projet sur la barrière récifale méso-américaine et le projet de réhabilitation et de gestion des récifs de coraux (COREMAP) en Indonésie ont reconnu les liens importants entre les sources et les puits de carbone et contribuent à protéger des récifs coralliens comptant parmi les plus riches du monde grâce à une protection renforcée et une participation accrue de la communauté à la gestion des ressources (voir encadré 3.8). De la même manière, le projet de conservation et de gestion de la côte namibienne entend intégrer la conservation de la biodiversité dans les politiques et programmes sectoriels en offrant des mesures d'incitation aux parties prenantes. Ailleurs, des projets en Amérique centrale, en Tanzanie et au Viet Nam se sont concentrés sur l'intégration de la gestion du littoral à une protection accrue des mangroves, des zones humides côtières et des récifs avancés dont dépendent les pêcheries locales et le secteur touristique en plein essor.

À ces activités de la Banque en matière de gestion des zones côtières et marines s'ajoutent de nouveaux partenariats avec d'autres donateurs et de grandes organisations non gouvernementales (ONG). L'initiative Triangle corallien menée dans la région Indo-Pacifique entend par exemple trouver un équilibre entre la protection du littoral

ENCADRÉ 3.8

COREMAP : Projet de réhabilitation et de gestion des récifs de coraux en Indonésie

L'archipel indonésien est caractérisé par une extrême diversité corallienne et marine et abrite des écosystèmes coralliens comptant parmi les plus riches en espèces de la planète. Les pêcheries associées représentent une source importante d'alimentation et de revenus pour environ 67 500 villages côtiers mais les pêcheries coralliennes ont été de plus en plus menacées et surexploitées ces dix dernières années. En 1988, le Gouvernement indonésien a lancé un programme multidonateurs de réhabilitation et de gestion des récifs coralliens comprenant trois phases et s'étendant sur une période de 15 ans. La Banque mondiale en est l'un des principaux donateurs et a financé des activités visant l'amélioration des écosystèmes coralliens sur plusieurs sites pilotes, dont l'aire marine protégée de Taka Bone Rate, le troisième plus grand atoll du monde. D'autres activités pilotes menées dans les îles Padeido, Papua et Nusa Tenggara ont appuyé la gestion communautaire des récifs coralliens.

La première phase du COREMAP a mis en évidence un certain nombre de problèmes auxquels sont confrontés les récifs coralliens et les communautés qui en dépendent. Une grande partie des écosystèmes coralliens de l'Indonésie, et de la pêche artisanale qui en dépend, a atteint un niveau et un mode d'exploitation tels que la protection des habitats essentiels et la réduction des activités de pêche représentent la seule possibilité d'augmenter la production future et les revenus locaux. Les données empiriques disponibles indiquent de plus en plus clairement que

et la conservation de la biodiversité en améliorant la gestion des stocks halieutiques et les moyens de subsistance locaux (voir encadré 3.9). Ces projets entretiennent la santé des océans en promouvant la protection et la gestion durable d'écosystèmes abritant une riche biodiversité.

Investissements dans les écosystèmes par opposition aux infrastructures

L'adaptation au changement climatique pourrait entraîner une augmentation des investissements dans les barrages et réservoirs afin de mieux réguler la variabilité croissante des précipitations et des eaux de ruissellement. Les investissements dans les ouvrages hydrauliques, notamment les barrages pour le stockage, la lutte contre les inondations ou la régulation du débit, peuvent être essentiels en matière de développement économique, de production hydroélectrique, de sécurité alimentaire et d'irrigation, d'approvisionnement en eau des villes et de l'industrie et d'atténuation des inondations et des sécheresses. Toujours est-il que les aménagements classiques peuvent avoir un impact négatif sur la nature, surtout lorsqu'ils entraînent une perte d'habitat, sont mal planifiés, conçus ou exploités ou perturbent les écosystèmes et les communautés situés en aval à cause de leurs impacts sur le volume, le régime et la qualité de l'écoulement (Hirji et Davis 2009). En Argentine et en Équateur, toutefois,

les réserves marines peuvent reconstituer les stocks halieutiques épuisés en l'espace de quelques années si elles sont gérées en collaboration avec les utilisateurs des ressources dans le cadre d'une vaste aire marine protégée à usages multiples. Pour la deuxième phase de COREMAP, le Gouvernement indonésien a réorienté sa politique en faveur de la promotion de la conservation marine et des aires marines protégées pour permettre la gestion durable des écosystèmes coralliens et de la pêche artisanale.

Cette phase contribuera à la création de réserves marines dans le cadre d'un processus de planification mené avec les communautés dans le but de restaurer les récifs coralliens et les pêcheries associées. Ce programme de six ans et de 80 millions de dollars est mis en œuvre dans 12 districts côtiers, qui comptent 1 500 villages et plus de 500 000 résidents. Ces efforts reposeront essentiellement sur la création de réserves marines cogérées, dont un grand nombre se trouvera dans des parcs nationaux et des aires marines protégées d'intérêt mondial. Le Gouvernement indonésien s'est engagé à ce que 30 % de la superficie totale des récifs coralliens de chaque district participant au programme soient désignés en tant que réserves marines cogérées et protégées d'ici 2030. Ce programme comprend notamment un réseau d'apprentissage faisant le lien entre les principaux sites marins et les efforts de conservation menés dans l'archipel, pour échanger les leçons et les connaissances tirées de cette expérience. Ce programme ambitieux fait de l'Indonésie un leader mondial en matière de conservation du milieu marin et des récifs coralliens. Ces leçons seront intégrées dans les efforts de renforcement des capacités menés dans le cadre de l'initiative Triangle corallien pour préparer les collectivités locales à gérer les récifs coralliens et les écosystèmes associés.

ENCADRÉ 3.9

L'Initiative pour les récifs de coraux, la pêche et la sécurité alimentaire dans le Triangle corallien

La région du Triangle corallien de l'océan Indo-Pacifique est une zone sensible pour les espèces marines et couvre les zones économiques de l'Indonésie, de la Papouasie-Nouvelle-Guinée, de la Malaisie, des Philippines, du Timor-Leste et des îles Salomon. Les pratiques de pêche destructrices et la surexploitation des ressources halieutiques côtières et marines pour le marché local et l'exportation entraînent une perte des ressources marines qui nuit au bien-être des populations côtières, qui dépendent fortement de la mer et de ses ressources. La perte de ressources marines pourrait toucher plus de 200 millions de personnes. C'est dans ce contexte que les gouvernements des six pays ont lancé l'initiative Triangle corallien.

Il s'agit d'une initiative multidonateurs axée sur l'engagement politique à haut niveau et la gestion active par les gouvernements du Triangle corallien avec l'appui du secteur privé et des partenaires de la société civile. Elle entend préserver les ressources biologiques marines et côtières de la région en vue de la croissance et de la prospérité durables des générations actuelles et futures.

Le principal objectif de l'initiative est de promouvoir la gestion écosystémique intégrée des aires océaniques et côtières aux niveaux régional et national grâce à une planification coordonnée faisant fond sur les leçons tirées de la gestion de grands écosystèmes marins et d'aires marines protégées et de la gestion communautaire. Dans le cadre de cette initiative, deux grandes aires marines protégées seront créées dans la mer de Sulu, en Indonésie, et dans la baie de Kimbe, dans la mer de Bismarck, en Papouasie-Nouvelle-Guinée. Un réseau de petites aires marines protégées associera la protection marine reposant sur des bases scientifiques et des mesures communautaires correspondant aux besoins socioéconomiques des populations locales. Les leçons retenues lors de la conception et de la mise en œuvre du réseau de sites protégés seront applicables aux autres grands écosystèmes marins et seront utiles aux communautés locales grâce à une meilleure conservation des récifs coralliens et à des pêcheries plus durables.

les projets de lutte contre les inondations exploitent les propriétés naturelles de stockage et de recharge des forêts et des zones humides essentielles en les intégrant dans des stratégies d'accommodation des inondations fondées sur des zones forestières protégées et des couloirs riverains (voir encadré 3.10).

La protection accrue des réseaux de grottes et des forêts naturelles peut préserver d'importants aquifères et approvisionnements en eau douce. Par exemple, la valeur de la plaine d'inondation de Luznice en République tchèque — l'une des dernières plaines alluviales dont le régime hydrologique n'a pas été perturbé — est quantifiée à 27 068 dollars par hectare, en raison d'un éventail de services écosystémiques, dont la lutte contre les inondations, la capacité de rétention hydrique et la fixation du carbone. De même, la valeur des forêts dans la prévention des avalanches est estimée à environ 100 dollars par hectare et par an dans les zones non bâties des Alpes suisses

ENCADRÉ 3.10

La protection des forêts naturelles au service de la lutte contre les inondations

L'irrégularité des régimes pluviométriques caractérisant l'Argentine est cause d'inondations et de sécheresse. Tous les scénarios sur le changement climatique prédisent l'amplification de ces cycles. À l'heure actuelle, environ un quart du pays est régulièrement inondé. C'est notamment le cas dans le nord du pays, qui compte trois grands fleuves – le Paraná, le Paraguay et l'Uruguay – et de vastes plaines de faible altitude. Les sept provinces de cette région (Entre Ríos, Formosa, Chaco, Corrientes, Misiones, Buenos Aires et Santa Fe) forment près de 30 % du pays et abritent plus de la moitié de la population argentine.

Les inondations sont les principales forces régulant les écosystèmes entourant ces rivières, la quasi-totalité des phénomènes écologiques des plaines alluviales étant liée à l'ampleur et à la régularité des inondations. Les habitats typiques comprennent les prairies de la Pampa, la savane de la Mésopotamie, les forêts de Paraná, les estuaires et forêts du Chaco et les îles et le delta du fleuve Paraná. Les estuaires et forêts du Chaco abritent la plus grande diversité de faune après les forêts du Paraná, dans la province de Misiones. Globalement, 60 % des oiseaux de l'Argentine et plus de 50 % de ses amphibiens, reptiles et mammifères vivent dans les plaines alluviales.

Un programme anti-inondation a fourni au cours de la première de ses deux phases une protection peu onéreuse aux zones économiques et écologiques les plus importantes et a élaboré une stratégie pour gérer ces inondations cycliques. Cette phase comprenait notamment l'élaboration et l'application de stratégies de prévention des inondations, l'entretien des ouvrages de protection, des systèmes d'alerte précoce, des directives environnementales pour les zones sujettes aux inondations et des plans d'intervention d'urgence. De vastes étendues de forêts naturelles ont été protégées dans le cadre de ce programme. L'intégration des habitats naturels dans la prévention des inondations a permis de remplacer à faible coût d'ouvrages infrastructures tout en offrant l'avantage de renforcer la biodiversité. Alors que le changement climatique augmente le risque de phénomènes météorologiques extrêmes et d'inondations, l'expérience argentine offre de précieux enseignements sur la manière d'utiliser les habitats naturels pour réduire la vulnérabilité des communautés situées en aval.

et à plus de 170 000 dollars par hectare et par an dans les zones bâties (ProAct Network 2008). Ailleurs, l'amélioration de la gestion des écosystèmes peut réduire la vulnérabilité et offrir une protection contre les catastrophes naturelles (voir tableau 3.1).

La Banque a une précieuse expérience dans l'intégration de la protection des écosystèmes naturels et de l'amélioration de leur gestion dans des projets d'infrastructure dans le cadre du développement durable. Ces projets ne se limitent pas à des mesures d'atténuation des impacts sur l'environnement et incluent les forêts naturelles dans les mesures d'atténuation des inondations, d'irrigation et de protection du littoral (voir tableau 3.2).

TABLEAU 3.1

Approches écosystémiques contribuant à la protection contre les catastrophes naturelles

Risque naturel	Types de protection écologique	Exemples
Inondation	Une couverture végétale dense dans les parties supérieures des bassins versants augmente l'infiltration des précipitations et réduit l'écoulement de surface, en réduisant le débit maximal sauf lorsque les sols sont totalement saturés. La végétation offre également une protection contre l'érosion, en réduisant la perte de sol et le transport de boues et de pierres, qui augmente considérablement le pouvoir destructeur des eaux de crue.	L'ouragan Jeanne a frappé plusieurs îles des Caraïbes, mais le nombre des décès dus aux inondations a dépassé les 3 000 en Haïti alors qu'il s'est limité à quelques dizaines dans tous les autres pays, en partie à cause de la forte dégradation des bassins versants d'Haïti. Les pertes économiques ont été comparables pendant la saison 2008 des ouragans bien que les pertes humaines aient été nettement inférieures.
	Une végétation dense protège les berges et les terrains et structures adjacents de l'érosion par les eaux de crues.	Une étude réalisée au parc national de Mantadia à Madagascar a conclu que la conversion des forêts primaires en zones de culture sur brûlis peut augmenter d'un facteur de 4,5 les écoulements en cas de tempête.
	Les zones humides et les sols des plaines alluviales absorbent l'eau et réduisent le débit maximal en aval.	Les communautés ont planté des bambous pour protéger les remblais des inondations annuelles en Assam. La canalisation et le drainage de la plaine alluviale du Mississippi ont réduit de 80 % sa capacité de stockage en cas d'inondation et ont été liés à la subsidence de vastes zones et à la gravité de l'impact de l'ouragan Katrina.
Tsunami, onde de tempête	Les récifs coralliens et les dunes de sable (dont le maintien en zone côtière dépend en règle générale des communautés végétales associées) constituent une barrière physique contre les vagues et les courants.	La modélisation réalisée pour les Seychelles suggère que l'énergie houlomotrice a doublé en partie du fait de la modification de la structure (due au blanchiment) et de la composition en espèces des récifs coralliens. Dans les Caraïbes, plus de 15 000 kilomètres de côtes pourraient subir une réduction de 10 à 20 % de la protection contre les vagues et les tempêtes d'ici 2050 suite à la dégradation des récifs coralliens.
	Les prés salés et les lagons peuvent détourner et contenir les eaux de crue.	Le réaménagement de prés salés fait partie des mesures de protection du littoral au Royaume-Uni.

(suite)

TABLEAU 3.1

Approches écosystémiques contribuant à la protection contre les catastrophes naturelles*(suite)*

Risque naturel	Types de protection écologique	Exemples
	Les mangroves et autres forêts côtières peuvent absorber l'énergie houlomotrice et piéger les débris flottants tout en réduisant le pouvoir destructeur des vagues.	Au Sri Lanka, les données concernant les dégâts occasionnés par le tsunami qui a ravagé l'Asie en 2004 indiquent que deux personnes ont péri dans un village protégé par une mangrove et une dense végétation broussailleuse tandis que 6 000 personnes ont péri dans un village dépourvu de végétation. Au Japon, où de bonnes données historiques existent, le rôle des forêts dans la réduction des dégâts provoqués par les tsunamis a été démontré.
Glissement de terrain	Une végétation dense et aux racines profondes contribue à consolider le sol et réduit le glissement des couches superficielles.	Le programme chinois « Grain for Green » interdit l'exploitation forestière et la culture des versants raides ainsi que le déboisement aux fins agricoles dans les montagnes du sud-ouest du pays. En échange, les communautés locales reçoivent des céréales et des subventions et bénéficient d'une résistance accrue aux inondations.
Avalanche	Les forêts forment un obstacle physique contre les avalanches et fixent la couverture neigeuse de sorte à éviter les glissements.	Le reboisement a été utilisé en Suisse en tant que mesure de protection contre les avalanches pour compléter et, dans certains cas, remplacer les ouvrages construits par l'homme.

Source : Banque mondiale (à paraître).

TABLEAU 3.2

Examen des impacts des projets d'infrastructure et des mesures de compensation pouvant être prises pour protéger les pièges de carbone et les services des écosystèmes

Secteur	Impacts sur l'environnement	Mesures d'atténuation et de conservation
Énergie hydroélectrique	Inondation des habitats naturels à proximité des réservoirs ; déplacement d'espèces de faune et de flore sauvage ; perte de biodiversité ; détérioration de la qualité de l'eau ; accumulation de végétation avant le remplissage des réservoirs ; modifications hydrologiques en amont et en aval ; modification des communautés halieutiques et des autres espèces aquatiques ; invasion de végétation aquatique et des vecteurs pathogènes associés ; sédimentation des réservoirs ; création de carrières et de fouilles ; construction de nombreux barrages sur un même fleuve ; déplacement des populations ; modification des caractéristiques hydrodynamiques	Création d'aires protégées compensatoires ; conservation des espèces sur et hors site ; minimisation des habitats inondés ; lutte contre la pollution des eaux et suppression de la végétation ; gestion des rejets dans l'eau ; maintien d'un écoulement minimum (écologique) tout au long de l'année ; construction de passages pour les poissons et d'écluseries ; application de la réglementation de la pêche ; élimination physique des engorgements ; lutte biologique et mécanique contre les organismes nuisibles ; rabattement du niveau d'eau des réservoirs ; gestion des bassins versants ; techniques de gestion des sédiments ; traitement des paysages ; évaluation environnementale des impacts cumulatifs
Énergie (canalisations), transports (routes), télécommunications (couloirs d'accès)	Obstacles à la dispersion des espèces ; perte, fragmentation et simplification des habitats ; propagation des maladies arboricoles ; infestation d'insectes ; introduction d'espèces envahissantes ; intrusions humaines et d'animaux domestiques ; ruissellement, érosion et glissements de terrain ; déclenchement d'incendies et modification de la fréquence des feux naturels ; modification de l'utilisation des sols ; détérioration des zones humides et des cours d'eau ; altération de la qualité de l'eau ; modification des modes de vie des peuples autochtones et des communautés locales	Création de couloirs naturels entre les habitats ; minimisation de l'emprise des projets ; création d'aires protégées compensatoires ; plans de gestion ; utilisation d'espèces végétales indigènes pour éviter ou réduire les intrusions indésirables ; minimisation des routes d'accès et de la largeur de l'emprise des canalisations ; minimisation des lisières de forêt ; exécution de plans de gestion et d'entretien pour tous les axes ; revégétation le long de tous les axes ; entretien de l'emprise ; amélioration de la gestion de l'utilisation des terres ; élaboration et exécution de plans d'occupation des sols ; programmes d'éducation et de sensibilisation à l'environnement
Eau et assainissement/ protection contre les inondations	Érosion côtière en aval des digues de protection des rivières ; élimination des polluants par le dragage des sédiments ; pollution des sources d'eau ; détérioration des zones humides ; perte de la connectivité entre les rivières, les zones humides et les zones riveraines ; déplacement ou perte d'espèces de faune et de flore sauvage ; création de zones humides artificielles ; invasion de plantes aquatiques adventives et de vecteurs pathogènes ; détérioration de la qualité de l'eau due au rejet des eaux usées dans les masses d'eau ; empiètement ; modification de l'utilisation des terres ; inondations de tempête dans des enclaves protégées par des digues	Gestion de l'utilisation des sols ; zonage ; réalisation de contrôles anti-pollution ; suivi de la qualité de l'eau ; élaboration et mise en place de programmes d'éducation et de sensibilisation à l'environnement ; mise en œuvre d'un plan de gestion des zones humides ; entretien des couloirs naturels, canaux et zones inondées ; lutte mécanique contre les espèces adventives aquatiques ; lutte biologique contre les vecteurs pathogènes ; sélection des sites et conception technique appropriées ; mise en place d'obstacles physiques ; adoption de critères de conception visant à décourager l'empiètement sur les habitats naturels

Source : Quintero 2007.



C H A P I T R E 4

Préservation de la biodiversité, sécurité alimentaire, des ressources en eau et des moyens de subsistance : de nouvelles questions se posent

LA BANQUE MONDIALE A RECONNU IL Y A PLUSIEURS ANNÉES DÉJÀ que le changement climatique menace les objectifs de développement et de réduction de la pauvreté. La perte de biodiversité, le changement climatique et les pénuries d'eau comptent parmi les plus grands problèmes que la planète devra gérer au cours des prochaines décennies. Ces trois problèmes sont intimement liés à la productivité agricole et à la sécurité alimentaire. Les impacts sur l'agriculture et l'approvisionnement en eau risquent le plus de peser sur les moyens de subsistance des pauvres et d'entraver la croissance économique des pays les moins avancés, notamment en Afrique. De récentes études montrent que l'agriculture, l'élevage, la foresterie informelle et les pêcheries ne constituent que 7,3% du produit intérieur brut (PIB) de l'Inde mais que ces activités représentent 57% du PIB des populations pauvres, qui sont les plus tributaires des ressources naturelles et des services écosystémiques (Sukhdev 2008). Dans de nombreuses régions pauvres où la faim est un problème chronique, la réalisation de l'Objectif de développement pour le Millénaire concernant la réduction de la pauvreté passera par l'exploitation des services écosystémiques et la réhabilitation des terres dégradées et des ressources naturelles essentielles pour développer la productivité agricole et assurer la sécurité alimentaire.

Agriculture et biodiversité

L'agriculture est l'une des plus grandes menaces pesant sur les écosystèmes naturels à l'échelle mondiale. Le changement climatique, la baisse des précipitations, la dégradation des sols et l'augmentation des pressions démographiques sur les terres et les moyens

de subsistance contribueront sans aucun doute à l'expansion de l'agriculture. Celle-ci entraînera une perte et une fragmentation accrue des habitats, le drainage de zones humides ainsi que des impacts sur les écosystèmes dulçaquatiques et marins liés à la sédimentation et à la pollution. L'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire a confirmé que l'agriculture représente la principale influence terrestre sur les écosystèmes et que, sans modification importante des pratiques agricoles actuelles et de la gestion des paysages agricoles, la frontière agricole gagnera du terrain et de nombreux habitats biologiques importants seront perdus. À l'horizon 2050, près de 40 % des terres actuellement consacrées à une agriculture de faible impact pourraient être converties pour faire l'objet d'une agriculture plus intensive, ce qui forcerait les agriculteurs pauvres à mettre en culture des terrains encore plus marginaux et entraînerait une perte accrue de biodiversité et de services écosystémiques (Sukhdev 2008).

Bien que certains habitats naturels aient été convertis avec succès en terres agricoles productives et durables (tels que les forêts tempérées de l'Europe converties en terres agricoles fertiles), d'autres écosystèmes ont des sols beaucoup moins fertiles et ne peuvent pas soutenir une agriculture à long terme. Le défrichage des forêts tropicales sur des sols pauvres en nutriments fournit ainsi de nouvelles terres pouvant être cultivées à court terme mais dont la productivité décline au bout de quelques années, forçant les agriculteurs à défricher de nouvelles forêts. L'emprise de l'agriculture sur ces régions est donc susceptible d'accélérer la dégradation et l'abandon des terres.

Si l'agriculture représente la plus grande menace pesant sur la biodiversité, elle dépend également fortement de la biodiversité des sols, de l'agrobiodiversité (variétés culturales) et des services et avantages écosystémiques fournis par les habitats naturels. Collectivement, l'agriculture bénéficie des services écosystémiques suivants :

- Régulation du débit hydrique pour les exploitations agricoles situées en aval
- Cycle des nutriments, tel que la décomposition des matières organiques
- Séquestration et conversion des nutriments, par exemple dans les bactéries fixatrices d'azote
- Régulation des matières organiques des sols et de leur rétention hydrique
- Régulation des espèces nuisibles et des maladies
- Entretien de la fertilité des sols et du biote
- Pollinisation par les abeilles et les autres espèces de faune et de flore sauvages.

La compréhension de la contribution des services écosystémiques à la productivité agricole et l'intégration de la protection des habitats naturels dans la planification de l'agriculture peuvent contribuer à une production soutenue, même sous des conditions climatiques incertaines (voir encadré 4.1).

Impacts du changement climatique sur l'agriculture

L'évolution des phénomènes climatiques et des régimes pluviométriques devrait avoir de fortes répercussions sur la productivité agricole, en particulier dans les régions arides et semi-arides. Une étude fait valoir que le changement climatique pourrait provoquer une réduction de 50 % des rendements des cultures pluviales à l'horizon 2020. La plupart des scénarios décrits par les modèles climatiques montrent que les terres arides d'Asie occidentale et centrale et d'Afrique du Nord, par exemple, souffriront gravement des sécheresses et des températures élevées qui

ENCADRÉ 4.1

**Insectes et jus d'orange :
le paiement de services des écosystèmes au Costa Rica**

Au Costa Rica, la société Del Oro, un gros producteur de jus d'agrumes, fait figure de précurseur en matière d'équilibre entre agriculture et nature. Sa collaboration avec le Gouvernement costaricien en vue de la conservation des forêts tropicales du parc national de Guanacaste garantit la production de services écosystémiques essentiels aux plantations.

L'aire de conservation de Guanacaste (ACG) abrite divers habitats de forêts tropicales dont une ceinture de forêts de transition entre les forêts sèches du Guanacaste et les forêts pluviales des Caraïbes. Environ 1 200 hectares de forêts de transition sèches-pluviales forment une large péninsule s'étendant jusque dans les plantations de Del Oro et jouxtant les forêts de l'ACG, à la limite sud des terres de Del Oro. Del Oro reconnaît que l'ACG fournit des services écosystémiques essentiels aux plantations d'agrumes et à l'industrie des jus associée, sous la forme de pollinisation et de lutte contre les organismes nuisibles. Del Oro rémunère ces services dans le cadre d'un accord conclu avec le ministère de l'Énergie et de l'Environnement en août 1998. Ces services écosystémiques sont les suivants :

- Les agents de lutte biologique, essentiellement guêpes et mouches parasitaires, importants pour la lutte intégrée contre les ravageurs ont été évalués à un dollar par hectare et par an pour les 1 685 hectares de plantations d'orange de Del Oro jouxtant l'ACG, soit 1 685 dollars par an.
- L'eau du bassin supérieur du Rfo Mena, dans l'ACG, irrigue les plantations de Del Oro et a été évaluée à cinq dollars par hectare et par an pour ses 1 169 hectares, soit 5 885 dollars par an.
- La biodégradation des peaux d'orange de Del Oro sur les terres de l'ACG a été évaluée à 11,93 dollars par benne de camion, pour un minimum de 1 000 bennes par an, soit un total de 11 930 dollars par an.

L'accord prévoit par ailleurs un éventuel programme de fixation du carbone dans ces 1 200 hectares d'espaces naturels et stipule que les crédits d'émission de carbone seront répartis à parts égales entre Del Oro et l'ACG. Par ce contrat, la plantation s'engage à appliquer de bonnes pratiques agricoles conformes aux normes et réglementations du Costa Rica et de l'Office de contrôle des médicaments et des produits alimentaires des États-Unis (U.S. Food and Drug Administration). Cet accord fournit un modèle intéressant, montrant que la reconnaissance des services écosystémiques peut jouer un rôle important en matière de conservation et d'adaptation.

Source : Janzen 1999.

se matérialiseront au cours des années à venir. Les sécheresses et crues soudaines sont devenues plus fréquentes dans ces régions ces dernières années. Ces terres agricoles non irriguées sont les plus vulnérables aux impacts du changement climatique.

Selon les modèles des conditions phytoclimatiques, dans les pays tropicaux, un réchauffement même modéré pourrait réduire sensiblement les rendements des céréales (1 °C pour le blé et le maïs et 2 °C pour le riz) parce que de nombreuses

cultures ont déjà atteint leur limite de tolérance à la chaleur. Pour les augmentations de température supérieures à 3 °C, des pertes de rendement sont anticipées partout et devraient être particulièrement importantes dans les régions tropicales (Banque mondiale 2008b). Les zones les plus vulnérables au changement climatique — qui se trouvent principalement en Asie du Sud et en Afrique subsaharienne — sont aussi celles qui comptent le plus grand nombre de ruraux pauvres et de populations rurales tributaires de l'agriculture. Le réchauffement de la planète et l'imprévisibilité croissante des régimes pluviométriques auront un impact important sur les terres arides et semi-arides, où les cultures ont un faible rendement. Le changement climatique engendrera des pénuries d'eau, accroîtra le risque de mauvaises récoltes, causera des infestations parasitaires, le surpâturage, une dégradation permanente des pâtures et la perte d'animaux d'élevage. Ces impacts imposent déjà de lourds coûts économiques et sociaux et compromettent la sécurité alimentaire, et pourraient s'accroître à mesure que la terre se réchauffe. Dans ce contexte, le changement climatique constitue un important problème de développement et les approches écosystémiques un aspect essentiel de la solution (voir encadré 4.2).

La riposte de la Banque aux menaces pesant sur l'agriculture du fait du changement climatique est axée sur l'atténuation et l'adaptation et vise quatre objectifs stratégiques :

- Suivre les impacts du changement climatique sur les cultures, les forêts, l'élevage et les pêches (adaptation)
- Fournir des stratégies de gestion des risques aux agriculteurs et bailleurs de fonds pour se prémunir contre les impacts du changement climatique (adaptation)
- Éviter les pertes agricoles et animales dues à l'évolution des facteurs climatiques et à la pression accrue des espèces nuisibles grâce à de meilleures techniques de gestion et des variétés culturales et des espèces tolérantes (adaptation)
- Améliorer la gestion des terres et des ressources pour maintenir une production durable (atténuation).

La Banque gère un portefeuille croissant de projets agricoles. Rares sont ceux qui visent explicitement la conservation de la biodiversité ou les services écosystémiques bien qu'un grand nombre d'entre eux promeuvent des pratiques agricoles plus durables, telles que la rotation des cultures, la minimisation du labourage et des mesures de conservation des sols, qui sont plus écologiques tout en améliorant les rendements. Ces dix dernières années, la Banque a élaboré une série de projets pilotes de conservation qui visent l'agriculture dans les aires protégées et autour d'elles ou dans des paysages plus vastes, présentant un intérêt en matière de conservation. Ces projets ont généralement pour but de modifier les pratiques de production pour améliorer la biodiversité (telles que la promotion du café d'ombre) ou de remplacer de mauvaises pratiques agricoles par d'autres activités rémunératrices. Certains promeuvent des politiques plus respectueuses des écosystèmes dans le secteur agricole, telles que la lutte intégrée contre les ravageurs en Indonésie pour réduire la dépendance à l'égard des pesticides.

Face au changement climatique, la Banque encourage une agriculture plus durable, pour éviter le surpâturage et la dégradation des sols, ainsi que de nouveaux régimes d'agroforesterie et la culture d'espèces différentes. De nombreuses activités portent également sur la conservation de l'agrobiodiversité dans les génothèques et les pratiques agricoles traditionnelles, qui préservent la diversité des variétés et des cultures à des fins de sécurité alimentaire (voir encadré 4.3).

ENCADRÉ 4.2

Des réservoirs d'eau pour l'irrigation dans l'Andhra Pradesh (Inde)

Le bassin hydrographique du Godavari, qui abrite 63 millions de personnes, reçoit l'essentiel de ses précipitations pendant la mousson, entre juin et octobre, et le stockage de l'eau y est donc d'une importance capitale. La pauvreté, les faibles réserves d'eau, la sécheresse, le coût des semences et des produits chimiques agricoles et les conditions de financement iniques imposées par les fournisseurs mettent en péril la vie de nombreux agriculteurs et ont entraîné une vague de suicides parmi ces populations. Le changement climatique accentue l'instabilité des régimes pluviométriques et exacerbe les pressions sur ces agriculteurs.

Les vieux barrages de terre (d'une superficie de un à dix hectares) qui servaient autrefois de réservoirs se sont détériorés du fait de leur mauvaise gestion et du détournement des eaux fluviales. La perte des eaux de surface a entraîné la surexploitation des eaux souterraines, compromettant ainsi encore davantage la sécurité des approvisionnements. Pour répondre à la demande croissante d'eau d'irrigation, le Gouvernement de l'Andhra Pradesh a proposé de construire un barrage de quatre milliards de dollars sur le Bas Godavari, qui entraînerait le déplacement de 250 000 personnes et inonderait d'importants habitats, dont 60 000 hectares de forêts.

Un projet pilote du Fonds mondial pour la nature (WWF) élaboré en 2004 en association avec une ONG locale et les villages concernés a évalué les coûts et les avantages liés à la restauration des vieux réservoirs. Entre 2005 et 2006, dans le sous-bassin de Sali Vagu, un affluent du Godavari, 12 réservoirs d'une superficie totale de 11 hectares et desservant 42 000 personnes ont été restaurés et dessablés pour capter et stocker les eaux de la mousson. Cette intervention, d'un coût de 103 000 dollars, a été réalisée grâce à un financement de 28 000 dollars de WWF et à une contribution en espèces et en labeur des agriculteurs s'élevant à 75 000 dollars. L'augmentation des réserves d'eau et de l'alimentation de la nappe phréatique s'est traduite par une réduction du pompage des eaux souterraines. Le niveau de la nappe est remonté, réactivant des puits secs d'une valeur moyenne de 2 330 dollars chacun. Neuf cents hectares supplémentaires ont pu être irrigués et les sédiments riches en nutriments ont été épandus sur plus de 602 hectares. Les rendements agricoles ont considérablement augmenté, entraînant une hausse de la production totale estimée à 5,8 millions de roupies (69 600 dollars) par an. L'irrigation de nouvelles terres a réduit le besoin d'électricité pour pomper la nappe phréatique et les salaires versés pour dessabler les réservoirs sont venus compléter les revenus des agriculteurs. L'utilisation de certains bassins pour la production halieutique a en outre produit un bénéfice net supplémentaire de 160 000 roupies (3 700 dollars). Le projet a également créé des habitats artificiels pour les oiseaux migrateurs et aquatiques.

Le projet pilote a démontré le potentiel de la restauration des réservoirs pour répondre à la demande sans cesse croissante d'eau, plutôt que de construire de grands ouvrages hydrauliques. Dans le bassin hydrographique du Maner, 6 234 réservoirs couvrant 588 kilomètres carrés pourraient être dessablés pour un coût estimé à 25,5 milliards de roupies (635 millions de dollars). Ces réservoirs pourraient stocker 1,9 milliard de mètres cubes d'eau supplémentaires (contre une consommation actuelle estimée à deux milliards de mètres cubes par an) pour un coût de 0,32 dollars par mètre cube. Cette eau pourrait par ailleurs être stockée en divers points du bassin et donc être accessible à un plus grand nombre de personnes. À titre de comparaison, le barrage de Polavaram proposé par le gouvernement pour un coût de quatre milliards de dollars pourrait stocker 2,1 milliards de mètres cubes d'eau d'irrigation pour un coût de 1,88 dollar par mètre cube.

Source : WWF 2008.

ENCADRÉ 4.3

Adaptation au changement climatique : exploitation de l'agrobiodiversité dans les hautes terres non irriguées de la République du Yémen

Les communautés des hauts plateaux de la République du Yémen conservent d'anciennes variétés culturales et des connaissances traditionnelles liées à l'utilisation de ces ressources d'agrobiodiversité. Ces connaissances et pratiques ont évolué au cours de plus de 2 000 ans pour augmenter la productivité agricole dans des régions où les précipitations sont faibles. La construction et la gestion de terrasses ont par exemple contribué à une utilisation plus rationnelle de l'eau et à une minimisation de la dégradation des sols. La majorité des espèces naturelles et des variétés culturales locales a été sélectionnée pour répondre aux besoins locaux et est capable de s'adapter aux conditions environnementales et climatiques défavorables. La République du Yémen est un important centre primaire et secondaire de diversité pour les céréales et ces cultures représentent donc d'importantes ressources génétiques. Cette agrobiodiversité locale est toutefois menacée par des phénomènes mondiaux, nationaux et locaux, tels que la dégradation des sols, le changement climatique, la mondialisation, des facteurs locaux anthropiques et la perte de savoir traditionnel.

Un projet en cours de préparation, qui doit être financé par le FEM à hauteur de quatre millions de dollars, a pour objectif d'améliorer les stratégies d'adaptation des cultivateurs qui dépendent de l'agriculture non irriguée dans les hauts plateaux du Yémen. Ce projet est axé sur la conservation et l'utilisation de la biodiversité importante

Gestion durable des terres

La dégradation des sols réduit la diversité biologique et de nombreux biens et services écosystémiques dont dépendent les sociétés humaines. Près de 75 % des populations pauvres de l'Afrique vivent en zone rurale et leur subsistance dépend essentiellement de l'utilisation efficace de terres, de ressources en eau et de nutriments de plus en plus rares. La dégradation des sols marginalise les efforts menés pour garantir la sécurité alimentaire à long terme, la productivité rurale et le développement. Le changement climatique pourrait augmenter les pressions sur les écosystèmes fragiles. La désertification de certaines régions entraîne déjà d'importantes migrations, ainsi qu'une instabilité et de violents conflits autour de ressources insuffisantes.

Principal bailleur de fonds des mesures de lutte contre la dégradation des sols et la désertification, la Banque continue d'investir dans des activités promouvant des pratiques de gestion des terres appropriées et durables, protégeant la biodiversité et les écosystèmes. Les investissements régionaux et nationaux prévus dans le cadre de TerrAfrica devraient améliorer les pratiques d'utilisation des terres et la fixation du carbone tout en encourageant une gestion des terres plus durable et en protégeant la biodiversité. La Banque appuie les efforts de plusieurs pays d'Afrique subsaharienne, dont le Burundi, l'Éthiopie, Madagascar, la Mauritanie et le Sénégal, pour intégrer la gestion durable des terres dans les stratégies de lutte contre la pauvreté et investir dans des mesures de lutte contre la dégradation des sols. De nouveaux marchés du

pour l'agriculture (en particulier les espèces naturelles et leurs parents sauvages) et le savoir traditionnel local associé. Le financement du projet du FEM viendra compléter un prêt consenti dans le cadre du projet Agriculture non irriguée et bétail. Comme les femmes accomplissent la majorité des travaux agricoles en République du Yémen, le projet fera une place très importante à celles-ci. Il comprendra quatre volets :

- *Agrobiodiversité et évaluation du savoir local.* Documentation du savoir des agriculteurs sur les caractéristiques (adaptatives) des espèces naturelles locales et de leurs parents sauvages en ce qui concerne les paramètres environnementaux afin d'élaborer des profils de vulnérabilité pour les cultures.
- *Évaluation de la modélisation climatique.* Développement d'une capacité prévisionnelle locale initiale des régimes climatiques, des changements climatiques et des scénarios à long terme en matière de changement climatique pour ces zones non irriguées.
- *Amélioration des mécanismes d'adaptation.* Recensement d'un ensemble de mécanismes d'adaptation (conservation in situ, amélioration des cultures en terrasses et des pratiques de conservation du sol et de l'eau, choix des cultures et des assolements, etc.) conçus et exécutés pour améliorer la résistance des agriculteurs à la variabilité climatique et pour réduire la vulnérabilité aux modifications climatiques.
- *Politiques favorables et développement institutionnel et des capacités.* Amélioration de la capacité des principales agences et parties prenantes à collecter et analyser des données, à améliorer les prévisions climatiques et à créer des systèmes et des flux d'informations propres à promouvoir l'adoption de mécanismes d'adaptation dans le secteur agricole.

carbone pourraient également permettre à la Banque d'investir dans la réhabilitation des terres ainsi que dans des pratiques agricoles plus durables pour restaurer des systèmes agricoles productifs et lutter contre la pauvreté. Des études ont montré que l'agriculture écosystémique améliore la fertilité des sols tout en étant moins néfaste à l'environnement et en produisant des rendements semblables à ceux des méthodes classiques (voir encadré 4.4).

L'intégration du changement climatique et de la modification des régimes pluviométriques dans les programmes agricoles s'accompagne d'un désir de privilégier un développement piloté par les communautés. Dans le Karnataka (Inde), les agriculteurs dépendent de seulement deux à cinq cultures qu'ils produisent sur des terres non irriguées. Les fréquentes sécheresses et la mauvaise gestion de l'agriculture et des bassins versants ont entraîné une dégradation des terres, qui a réduit davantage leur productivité. En 2001, la Banque a financé un projet dans cinq districts pour promouvoir une meilleure gestion des bassins versants et des ressources naturelles associées. Ce projet était axé sur la conservation des sols et de l'eau sur 432 000 hectares de terres arables et non arables grâce à l'adoption de nouvelles approches de planification participative communautaire. Il s'est soldé par l'allongement de la période de disponibilité des eaux souterraines (de quatre à six mois) et par l'augmentation de la diversité des cultures et de leur rendement à hauteur de 24 %.

ENCADRÉ 4.4

La pratique d'une agriculture douce en Afrique du Sud

Un projet de moyenne envergure du FEM exécuté en Afrique du Sud a montré que l'agriculture de conservation peut réduire les coûts, augmenter les bénéfices et améliorer la durabilité. Ce type de pratiques agricoles préserve la biodiversité, contribue à la fixation du carbone et améliore la quantité et la qualité du débit hydrique.

Floriculture sur le plateau de Bokkeveld

Entre la bordure occidentale et la marge orientale du plateau de Bokkeveld, les précipitations chutent de 500 à 200 millimètres par an sur une distance de 15 kilomètres. La végétation change également, passant de fynbos sur les sols sableux non fertiles au renosterveld et au Succulent Karoo. Cette zone abrite environ 1 350 espèces végétales, dont 97 sont menacées. Le petit village de Nieuwoudville sur le plateau de Bokkeveld est la « capitale du bulbe », avec 241 espèces répertoriées. La concentration la plus forte de bulbes, tant au niveau des espèces que des individus, se trouve sur les terres argileuses hautement fertiles. Malheureusement, de grandes étendues de veld riches en bulbes ont été labourées et remplacées par des céréales et des cultures herbagères.

Il y a environ 30 ans, un agriculteur—Neil McGregor, de la ferme Glen Lyon—décida que ce type d'agriculture n'était pas durable. C'est ainsi qu'il se mit à protéger le veld autochtone pour améliorer la couverture végétale. La diversité des plantes autochtones permit à McGregor de maintenir sa productivité pendant la saison sèche, en été, beaucoup plus longtemps que ses voisins avec leurs espèces plantées. L'adoption de pratiques respectueuses de la biodiversité et le non-recours aux pesticides lui permirent d'améliorer la production ovine tout en réduisant les ressources nécessaires. Il remarqua de plus que les oryctéropes et porcs-épics, qui posent des problèmes dans les exploitations agricoles, facilitent la prolifération des bulbes et donc de fourrage pour son bétail. Il arrêta donc d'essayer de lutter contre ces animaux « à problème ». Ces

En Amérique centrale, la Banque a contribué à l'amélioration des pratiques d'élevage grâce à la rémunération des services écosystémiques. La conversion massive des forêts en pâturages dans cette région a entraîné la perte de biodiversité et le bouleversement des processus écologiques. Les pâturages sont rarement bien gérés et se dégradent vite tandis que leur productivité diminue. On estime qu'à l'heure actuelle au moins 30 % des pâturages de la région sont dégradés et ont une faible valeur économique et écologique. Un projet financé par la Banque étudie les relations entre les systèmes sylvopastoraux, les services écosystémiques et les moyens de subsistance des agriculteurs pour déterminer à quel point les systèmes sylvopastoraux contribuent aux objectifs de conservation et de développement (voir encadré 4.5). Ces recherches fournissent d'importantes informations sur une gestion des terres plus durable, propre à contribuer à la conservation de la biodiversité et au stockage du carbone, tout en améliorant les moyens d'existence des agriculteurs.

pratiques se soldèrent par une profusion unique de fleurs sauvages et d'espèces de bulbes fleurissant entre le milieu de l'hiver et la fin du printemps. Ces fleurs attirèrent des touristes à Namaqualand et augmentèrent ainsi les revenus de la ferme et de la région. Glen Lyon est devenu un modèle dans la région et de nombreux agriculteurs ont depuis adopté ses pratiques agricoles de conservation. Glen Lyon a récemment été déclaré un jardin botanique national en considération de sa biodiversité.

Tirer le meilleur parti du veld

La région semi-aride de l'Afrique du Sud, connue sous le nom de Nama Karoo, est caractérisée par des précipitations fort variables d'une année à l'autre. Le veld naturel abrite une flore très diverse de buissons et d'herbes appétibles et de buissons non appétibles. Cette région est également une importante zone d'élevage, essentiellement axée sur la production de laine et de viande de mouton. Au cours du siècle dernier, l'état d'une grande partie des terres du Nama Karoo s'est dégradé, avec la prolifération de quelques espèces non appétibles aux dépens d'espèces appétibles.

Une ferme d'Elandsfontein, dans le district de Beaufort West, a mis en place un système de pâturage simulant les conditions naturelles existant avant l'arrivée de l'agriculture, lorsque le veld servait de pâture à des troupeaux d'ongulés migrateurs. Les animaux ont été séparés en petits groupes et parqués dans une zone de pâturage avant d'être déplacé dans une autre. L'état du veld s'en est trouvé amélioré. Les animaux ont dû manger des espèces végétales appétibles et non appétibles. Les plantes non appétibles n'étant pas adaptées au pâturage, elles perdirent leur avantage concurrentiel, s'affaiblirent et leur nombre diminua. Le grand nombre de petites zones de pâturage permit de laisser les autres pâtures au repos plus longtemps. Les études ont montré que la mise en place de ce système a augmenté la productivité du district, créé un régulateur écologique et augmenté la résistance du veld à la sécheresse, tout en présentant des avantages en termes de biodiversité et de production.

Source : Pierce *et al.* 2002.

Gestion des espèces invasives

La modification des modes d'utilisation des terres et le réchauffement de la planète auront un impact sur la répartition des espèces, accentueront les pressions sur l'environnement et faciliteront l'établissement et la propagation d'espèces allogènes envahissantes. Ces espèces représentent la deuxième plus grande menace pesant sur la biodiversité après la destruction et la fragmentation des habitats. La majorité des introductions d'espèces exotiques dans de nouveaux environnements a été facilitée par l'homme de manière intentionnelle (par exemple, à des fins agricoles) ou accidentelle (par exemple, en arrivant dans les eaux de ballast des navires). La propagation d'espèces envahissantes est en hausse au niveau mondial et est facilitée par le commerce, le tourisme, les transports internationaux et même l'aide au développement. Bien que ces espèces puissent offrir des avantages immédiats à court terme, elles entraînent souvent des coûts environnementaux et économiques à long terme.

ENCADRÉ 4.5

Le paiement des services environnementaux pour préserver la biodiversité et les stocks de carbone dans les paysages agricoles

La protection de la biodiversité dans les paysages agricoles est importante en tant que telle mais aussi pour connecter les aires protégées afin de réduire leur isolement. Le problème est de savoir comment s'y prendre. Le projet du FEM Sylvopastoralisme intégré à la gestion écosystémique a été exécuté en Colombie, au Costa Rica et au Nicaragua de 2002 à 2008 à titre d'opération pilote pour démontrer et mesurer les effets de la rémunération des agriculteurs pour leurs services environnementaux. Au moment de sa clôture, en janvier 2008, le projet avait déjà démontré que le sylvopastoralisme présente de nombreux avantages en termes de conservation de la biodiversité, de fixation du carbone et de services d'approvisionnement en eau et que la rémunération des services peut susciter d'importantes modifications de l'utilisation des terres, bénéfiques d'un point de vue écologique.

Le sylvopastoralisme, qui allie sylviculture et élevage bovin, peut se substituer aux modes d'élevage actuels et peut améliorer la viabilité à long terme de l'élevage bovin et des revenus agricoles tout en offrant un environnement favorable à la biodiversité. Ce projet s'est soldé par une importante fixation du carbone, que ce soit directement (par les arbres) ou indirectement (grâce à la diminution de l'application d'engrais azotés et à l'amélioration de la nutrition qui a permis de réduire les émissions de méthane du bétail). Le sylvopastoralisme utilise des essences d'arbres à racines profondes, vivaces, indigènes, marronisées, polyvalentes et forestières qui sont résistantes à la sécheresse et gardent leurs feuilles pendant la saison sèche. Ces essences fournissent beaucoup d'ombre et de fourrage de haute qualité et contribuent à la stabilité de la production de lait et de bœuf, à la bonne santé des animaux et à la sécurité des biens des éleveurs. Dans des conditions climatiques extrêmes perturbant les températures et les saisons des pluies, l'élevage intensif dans des pâturages sans arbres serait plus vulnérable qu'en présence d'arbres.

De nouveaux projets sont en cours de préparation en Colombie et au Nicaragua pour développer et adopter à plus grande échelle le sylvopastoralisme respectueux de la biodiversité. Le programme contribuera à faire face au changement climatique et à ses conséquences dans le secteur de l'élevage, entre autres avantages environnementaux et socioéconomiques.

Les menaces qu'elles représentent en matière de productivité agricole (plantes adventices, espèces nuisibles et maladies des cultures et du bétail) sont connues depuis longtemps. Mais leurs impacts sur les écosystèmes naturels, les services écosystémiques et les modes de subsistance des populations humaines ne sont mieux compris que depuis quelques années. Par exemple, les plantes exotiques peuvent envahir les plans d'eau douce et les cours d'eau, modifiant la dynamique des nutriments, la quantité d'oxygène disponible, les chaînes alimentaires et les pêches. D'autres espèces envahissantes, des microbes aux mammifères, représentent une menace grave pour la santé humaine et les modes de subsistance. Leurs impacts

économiques sont importants et sont estimés à 140 milliards de dollars par an rien qu'aux États-Unis. La jacinthe aquatique du Lac Victoria menace les pêcheries locales et les mesures de lutte et d'élimination de cette espèce coûtent environ 150 millions de dollars par an. Les ânes et les chèvres dégradent les sols dans une partie des îles Galápagos, menaçant de fragiles écosystèmes, des espèces endémiques et le tourisme ; le coût de leur élimination dépasse huit millions de dollars par an (Murphy et Cheesman 2006).

L'introduction à des fins agricoles de nouvelles espèces exotiques adaptables pour répondre à la demande de plus en plus importante de biocombustibles, de mariculture, d'aquaculture et de reboisement présente un problème particulier. Paradoxalement, les raisons mêmes pour lesquelles il serait intéressant d'introduire une espèce dans le cadre de programmes d'aide au développement (croissance rapide, adaptabilité, taux de reproduction élevé, tolérance aux perturbations et à toute une gamme de conditions environnementales) sont souvent celles qui accroissent la probabilité que cette espèce deviendra invasive. Les programmes de développement de l'agriculture, et notamment de l'agroforesterie et de l'aquaculture, ont donc facilité la propagation volontaire et involontaire d'espèces envahissantes. Ces phénomènes coûtent cher car leurs effets négatifs sont probablement nettement plus importants et durables que les effets positifs des programmes d'aide à leur origine. Les espèces envahissantes introduites accidentellement dans le cadre de programmes de développement sont notamment l'herbe queue de rat, mauvaise herbe largement présente dans les cultures de céréales en Amérique du Sud et en Amérique centrale, ainsi que toute une gamme de nématodes. Les espèces délibérément introduites dans le cadre de programmes d'aide au développement comprennent l'espèce de poisson *Tilapia* pour l'aquaculture en Amérique centrale et divers arbres et arbustes introduits dans le cadre de programmes d'agroforesterie.

Les impacts des espèces envahissantes sur la gestion des terres et de l'eau et sur l'agriculture seront les plus importants dans certains des pays les plus pauvres d'Afrique, où la dégradation des sols et la sécurité alimentaire sont particulièrement préoccupantes. La Banque collabore avec le Programme mondial sur les espèces envahissantes (GISP) pour comprendre les incidences des espèces allogènes envahissantes sur la production alimentaire, la sécurité alimentaire et la santé et évaluer les directives sur les meilleures pratiques pour éviter l'introduction d'espèces envahissantes connues. Ces efforts de renforcement des capacités ont été complétés par des projets spécifiques pour lutter contre ces espèces et les éradiquer en Afrique du Sud (acacias et pins), au lac Victoria (jacinthe aquatique), en Inde, aux Seychelles et en Amérique du Sud et centrale.

Le changement climatique contribuera probablement à la propagation des espèces envahissantes, avec d'importantes incidences environnementales et économiques. Les espèces envahissantes représentent déjà un sérieux problème dans certains habitats vulnérables, notamment dans la région Floristique du Cap, en Afrique du Sud. On estime que 43 % de la péninsule du Cap est couverte de végétation exotique, consommant jusqu'à 50 % des eaux de ruissellement de la région. La disponibilité d'eau douce est un facteur clé limitant le développement dans le Cap occidental ; là où l'eau est disponible, elle est déjà totalement utilisée par l'agriculture, l'industrie et les ménages. La propagation d'arbres exotiques dans les bassins versants de montagne entourant le Cap pourrait réduire de 30 % les ressources en eau de cette ville en forte croissance démographique. Une réduction de cette ampleur

pourrait entraîner la construction de nouveaux barrages coûteux pour répondre à la demande. Les études économiques ont montré que l'élimination des espèces envahissantes dans les bassins versants augmentera la production d'eau et fournira des ressources en eau pour un coût nettement inférieur à la construction d'un nouveau réservoir (voir encadré 4.6).

La présence de plantes envahissantes dans les prairies et le maquis augmente la quantité de matériel végétal combustible et les risques d'incendie, responsables de l'érosion et de la dégradation des sols et de la perte de biodiversité et de services écosystémiques dans les bassins versants montagneux. Le Gouvernement sud-africain a pris des mesures énergiques pour contrer ces menaces dans le cadre des programmes *Working for Water* et *Working for Fire*, qui collaborent avec le Projet de conservation de la biodiversité et du développement durable du Cap financé par la Banque et le Fonds pour l'environnement mondial (FEM), afin de mieux lutter contre les espèces envahissantes dans la région Floristique du Cap. Le programme *Working for Water* procure d'autres avantages en fournissant des possibilités d'emploi aux groupes marginalisés. Il bénéficie du soutien du programme de la Banque intitulé Marché du développement, qui a permis d'augmenter les possibilités d'emploi des populations marginalisées par le biais de petites entreprises qui utilisent les arbres exotiques abattus.

ENCADRÉ 4.6

Une mesure efficace au plan des coûts pour accroître l'alimentation en eau : élimination des espèces invasives en Afrique du Sud

L'Afrique du Sud a un grave problème de plantes exotiques envahissantes qui touche dix millions d'hectares (8,28 %) du pays. Ces invasions ont un lourd coût écologique et économique. Les espèces envahissantes, avec leur fort taux d'évapotranspiration, représentent une charge énorme pour des régions où l'eau est déjà peu abondante. De nombreuses études ont analysé le rôle de ces plantes dans la baisse de l'approvisionnement en eau des réservoirs. En 2002, le Gouvernement sud-africain a approuvé un projet de 1,4 milliard de rands (173,5 millions de dollars) pour le projet de barrage de Skuifraam sur la rivière Berg, près de Franschhoek, pour éviter l'imminente pénurie d'eau dans le Cap occidental et la ville du Cap. Une étude de faisabilité de ce barrage proposé a montré que l'eau coûterait trois cents de moins par kilolitre si les espèces envahissantes étaient gérées dans le bassin versant. On estime que l'élimination des plantes envahissantes du bassin de Theewaterskloof augmenterait l'approvisionnement en eau pour seulement 10,5 % du coût de l'eau provenant du nouveau complexe de Skuifraam. D'importants programmes d'élimination des arbres envahissants ont donc été lancés dans le cadre de la gestion du nouveau barrage sur le Berg.

Source : Pierce et al. 2002.

Protection des écosystèmes naturels pour leurs services concernant l'eau

L'eau est essentielle à la vie sur Terre. Les impacts du changement climatique pourraient avoir de graves conséquences sur la disponibilité et la qualité des ressources en eau. La fonte des glaciers, l'intensité et la variabilité accrues des chutes de pluie et l'augmentation des températures contribueront à accroître les inondations des terres intérieures, les pénuries d'eau et la dégradation de la qualité de cette dernière. La restauration et l'entretien des bassins versants, y compris la gestion des sols, peuvent contribuer à réduire le risque d'inondation et à maintenir le niveau des ressources en eau. Les écosystèmes naturels tels que les zones humides et les forêts constituent des zones de recharge des eaux, stockant les eaux de ruissellement, rechargeant les aquifères et augmentant le débit des cours d'eau. Ils permettent ainsi de réduire le risque d'inondation associé aux fortes pluies ou à la fonte des glaciers. Une étude des forêts de montagne d'un bassin versant de Madagascar a estimé la valeur annuelle de cette protection à 126 700 dollars (Kramer et al. 1997 ; voir encadré 4.7).

ENCADRÉ 4.7

Les avantages en aval de la préservation des forêts à Madagascar

L'analyse économique peut être utile pour démontrer les avantages sociaux des aires protégées et de la conservation. Une étude de la Banque mondiale a montré que les avantages économiques de la conservation de la biodiversité l'emportent nettement sur les coûts à Madagascar. Le coût de la gestion durable d'un réseau de 2,2 millions d'hectares de forêts et d'aires protégées sur une période de 15 ans a été estimé à 97 millions de dollars (y compris le manque à gagner associé au renoncement de la production agricole aux périodes futures) tandis que les avantages associés se situeraient entre 150 et 180 millions de dollars. Environ 10 à 15 % de ces avantages proviendraient de la rémunération directe de la conservation de la biodiversité, 35 à 40 % des revenus de l'écotourisme, et 50 % de la protection des bassins versants grâce, essentiellement, au maintien du débit hydrique et à la prévention des impacts de l'érosion des sols sur la production rizière de petits terrains irrigués.

L'étude a cherché à déterminer quels seraient les gagnants et les perdants de la conservation des forêts et a attiré l'attention sur le besoin de mécanismes de transfert équitables pour combler les écarts et sur le rôle de la conservation pour préserver ou améliorer le bien-être d'au moins un demi-million de paysans pauvres. Cette étude a incité le Gouvernement de Madagascar à étendre la superficie totale de ses aires forestières protégées, qui dépasse aujourd'hui les six millions d'hectares. La Banque et d'autres donateurs participent au financement du réseau étendu d'aires protégées dans le cadre du Troisième programme de protection de l'environnement, et notamment à la capitalisation d'un fonds fiduciaire de conservation devant fournir un financement durable. Les financements dégagés par le marché du carbone aideront aussi à protéger les riches forêts de Madagascar et les uniques lémons et autres espèces endémiques de faune pour lesquels l'île est réputée.

Le marais de Muthurajawela, à Sri Lanka, une tourbière côtière d'une superficie de 3 100 hectares, est un autre élément important de la lutte contre les inondations. Ce marais absorbe les eaux de crues des rivières Dandugam Oya, Kala Oya et Kelani Ganga et les déverse lentement en mer. La valeur annuelle de ces services a été estimée à plus de cinq millions de dollars, soit 1 750 dollars par hectare de zone humide (Emerton et Bos 2004). Les zones humides naturelles font également partie de stratégies de traitement de l'eau et de lutte contre les inondations dans le bassin du Yangtzi dans la province de Hubei (voir encadré 4.8).

L'augmentation des températures et le besoin croissant d'irrigation des cultures augmenteront la pression sur des ressources en eau peu abondantes. De manière générale, les besoins de ressources en eau douce les plus importants sont ceux de l'agriculture irriguée dans les régions arides et dans les grandes rizières d'Asie. En Asie, l'agriculture irriguée des grands bassins recevant les eaux du réseau hydrographique Hindou Koush-Himalaya devrait souffrir d'une pénurie d'eau pendant la saison sèche. En Asie du Sud, des centaines de millions de personnes sont tributaires de rivières pérennes comme l'Indus, le Gange et le Brahmapoutre, qui sont toutes alimentées par l'unique réservoir formé par les 16 000 glaciers de l'Himalaya. La progression actuelle de la fonte des glaciers laisse penser que les débits faibles diminueront plus encore du fait du changement climatique. Dans le même temps, les besoins en eau de l'agriculture devraient augmenter d'au moins 6 à 10 % pour chaque degré d'élévation de la température atmosphérique. Il s'ensuit que,

ENCADRÉ 4.8

Les lacs de la partie centrale du bassin du Yangzi (Chine)

Le Gouvernement central chinois a prescrit en 2000 que toutes les villes de plus de 500 000 habitants traitent au moins 60 % de leurs eaux usées. Il a approuvé dans ce cadre un projet de 4,5 milliards de dollars en vue de la construction d'ici 2009 de 150 nouvelles stations d'épuration le long du Yangzi.

Une usine pilote de ce projet se trouve à Chongqing, dans la province de Sichuan. Chongqing, qui se trouve dans le bassin du Yangtzi, est la plus grande municipalité de Chine et produit près d'un milliard de tonnes d'eaux usées non traitées par an. L'usine pilote est une installation d'épuration primaire qui traite depuis un an plus de 50 000 mètres cubes d'eau par jour. Cette épuration se fait à l'aide de plusieurs tamis, qui éliminent les gros débris, et d'un mécanisme de désinfection ultraviolette, qui détruit une partie des microorganismes. Pour des raisons de coût, cette station d'épuration ne comprend pas de systèmes d'élimination des polluants organiques, de l'azote ou du phosphore dissous, qui augmentent le risque de pollution par les nutriments des eaux environnantes.

La qualité de l'eau dans la province voisine de Hubei, qui se trouve dans le même bassin hydrographique, n'a cessé de baisser au cours des 50 dernières années. Mais les écosystèmes naturels y ont été intégrés aux stratégies d'épuration de l'eau. Auparavant, 757 des 1 066 lacs avaient été convertis en polders, réduisant la superficie des zones humides de 80 % et la capacité de rétention des eaux de crue de 75 %. Les engrais utilisés dans l'aquaculture ont contribué à la pollution des lacs. La perte de connexion entre le Yangtzi a, par ailleurs, empêché la dilution des flux et

même si l'on retient les projections climatiques les plus prudentes, la production céréalière nette des pays d'Asie du Sud devrait baisser de 4 à 10 % d'ici la fin du siècle (GIEC 2007).

Le recul des glaciers est également une source de préoccupation dans les Andes. Dans le cadre du projet d'adaptation aux effets du recul rapide des glaciers dans les Andes tropicales, lancé en mai 2008, la Banque exécute un plan de gestion de l'eau au Pérou qui comprend des infrastructures de stockage et l'amélioration des pratiques de consommation de l'eau dans les secteurs de l'agriculture et de l'élevage. En Bolivie, le projet incorpore les effets du recul rapide des glaciers dans la gestion intégrée des bassins versants, en élaborant un plan de gestion pilote pour les bassins versants et en intégrant des moyens de défense adaptatifs des rivières pour les communautés de Huayhuasi et El Palomar. Ce projet prévoit des mesures d'adaptation spécifiques telles que l'amélioration de la conservation et de la gestion des cours d'eau et de la gestion des zones tampons glaciaires, en adoptant une approche écosystémique de l'adaptation. Au Pérou et en Équateur, les mesures d'adaptation comprennent la protection, le reboisement et la régénération des forêts, essentiellement dans le but de conserver les écosystèmes naturels et d'augmenter la résistance des écosystèmes forestiers aux impacts du changement climatique. La restauration et l'exploitation des services écosystémiques réduiront les risques de crues soudaines dues à la fonte des glaciers, fourniront de nouvelles possibilités de stockage de l'eau et réduiront l'érosion et l'envasement.

la migration des poissons. Entre 1991 et 1998, quatre grandes inondations ont fait des milliers de morts et provoqué des milliards de dollars de dégâts.

Pour améliorer ces conditions, les organismes publics et des ONG ont restauré les zones humides du bassin, en reconnectant les lacs et le Yangtzi. Depuis 2005, les vannes des lacs Zhangdu, Hong et Tien'e zhou ont été rouvertes de manière saisonnière et les installations aquacoles et autres infrastructures illégales et non rentables ont été démantelées ou modifiées. Ces 448 kilomètres carrés de zones humides peuvent aujourd'hui stocker jusqu'à 285 millions de mètres cubes d'eaux de crue, rendant ainsi la partie centrale du bassin du Yangtzi moins vulnérable aux inondations. L'abandon de l'aquaculture non durable, l'amélioration des pratiques agricoles et la reconnexion du Yangtzi ont permis de réduire les niveaux de pollution dans ces lacs. La pollution du lac Hong est ainsi passée du niveau IV (qualité suffisante pour l'agriculture uniquement) au niveau II (potable) sur l'échelle nationale chinoise à cinq niveaux.

Des zones humides en bonne santé éliminent les polluants organiques et inorganiques et fournissent de l'eau propre. La restauration de ces zones humides a fourni davantage de services que la construction de stations d'épuration pour un coût nettement moindre. Leur réhabilitation a également sensiblement amélioré la biodiversité des lacs et entraîné le retour de 12 espèces de poissons migrateurs. Le lac Hong pollué n'abritait que 100 hérons et aigrettes ; après sa restauration, il abritait 45 000 oiseaux aquatiques hivernants et 20 000 oiseaux reproducteurs, dont la cigogne blanche orientale, qui est une espèce menacée. Des résultats positifs semblables ont également été obtenus avec les lacs Tian'e zhou et Zhangdu.

Source : WWF 2008.

Des châteaux d'eau naturels

Les préoccupations de plus en plus vives que suscitent les pénuries d'eau fournissent un sérieux argument pour la protection des habitats naturels et la création d'aires protégées. Les approches écosystémiques peuvent faire partie intégrante des stratégies de maintien des ressources en eau pour l'agriculture et les ménages. Les eaux municipales ne constituent que moins d'un dixième des eaux consommées par l'être humain, mais l'approvisionnement en eau potable est un besoin essentiel. Actuellement, la moitié de la population mondiale vit dans une agglomération urbaine, et un tiers de cette population urbaine n'a pas accès à de l'eau salubre. Ces milliards de défavorisés sont inégalement répartis : ils sont 700 millions en Asie, 150 millions en Afrique et 120 millions en Amérique latine et dans les Caraïbes. Avec la croissance des besoins urbains, les villes doivent surmonter des problèmes immédiats liés à l'accès à de l'eau propre et des problèmes croissants liés à l'approvisionnement.

Parmi les 105 plus grandes villes du monde, 33 prélèvent une proportion importante de leur eau potable directement d'aires protégées (Dudley et Stolton 2003). Ces villes comprennent notamment Jakarta, Mumbai (Bombay), Karachi, Tokyo, Singapour, Mexico, New York, Bogotá, Rio de Janeiro, Los Angeles, Cali, Brasília, Vienne, Barcelone, Nairobi, Dar es-Salaam, Johannesburg, Sydney, Melbourne et Brisbane. La moitié de l'eau potable de Porto Rico provient de la dernière grande zone de forêt tropicale de l'île, qui se trouve dans le parc national de Porto Rico. Quito, la capitale de l'Équateur, tire son eau d'un réseau d'aires protégées. Le mont Kenya, deuxième point culminant du continent africain, est l'un des cinq principaux « châteaux d'eau » du pays et fournit de l'eau à plus de deux millions de personnes.

Au cours des dernières années, les autorités nationales et municipales ont entrepris de rechercher des moyens de compenser ou de réduire une partie des coûts de l'entretien des réseaux d'approvisionnement en eau municipale et, ce qui est peut-être encore plus important, la qualité de l'eau, en gérant les ressources naturelles, en particulier les forêts et les zones humides. Le Gouvernement espagnol encourage le reboisement des Pyrénées pour améliorer la qualité des ressources hydriques en aval. Aux Philippines, la valeur des fonctions de protection des bassins versants se situe, selon les estimations, entre 223 et 455 dollars par hectare et par an (Paris et Ruzicka 1991). À Riverside, en Californie, les autorités locales ont réhabilité une zone humide naturelle plutôt que de construire une installation de dénitrification, réalisant ainsi des économies considérables (voir encadré 4.9).

La protection de nombreuses aires de montagne peut être justifiée par la fourniture de services écosystémiques tels que l'approvisionnement en eau propre, la conservation des sols et la protection contre les catastrophes naturelles (inondations et glissements de terrain) des communautés vulnérables situées en aval. Divers projets de la Banque ont financé des aires protégées dans des bassins versants forestiers assurant l'approvisionnement en eau potable de certaines des plus grandes villes du monde. Les réserves de Panda dans les montagnes Qinling, en Chine, protègent l'approvisionnement en eau potable de Xi'an. En Indonésie, le parc national Gunug Gede-Pangrango protège les ressources en eau potable de Jakarta, Bogor et Sukabumi et génère des quantités d'eau, dont la valeur pour l'agriculture et les ménages est estimée à 1,5 milliard de dollars par an. De même, le parc national de Kerinci-Seblat, à Sumatra, préserve l'approvisionnement en eau de plus de 3,5 millions de personnes

ENCADRÉ 4.9

Traitement des eaux usées dans les zones humides

En Californie, la ville de Riverside s'est vue contrainte d'éliminer l'azote de ses eaux usées suite à une révision de la réglementation en la matière. Le coût d'une installation classique de dénitrification dans la station d'épuration a été estimé à 20 millions de dollars. Après avoir étudié les autres solutions possibles, la ville a décidé d'utiliser un réseau de zones humides pour réaliser cette opération. Hidden Valley, une zone humide envahie par une végétation exotique située à proximité de la station d'épuration, a donc été réhabilitée grâce à l'élimination des espèces envahissantes pour fournir un système de purification de l'eau ainsi que d'autres avantages écosystémiques. La construction du projet de zones humides de 28 hectares n'a coûté que deux millions de dollars, soit 90 % de moins qu'une installation classique et a donc permis d'économiser 18 millions de dollars. Les frais d'exploitation et d'entretien des zones humides représentent également une économie de 90 % par rapport à ceux d'un système classique. Opérationnel depuis mai 1995, ce système s'est avéré efficace pour éliminer l'azote tout en satisfaisant à toutes les exigences réglementaires. La zone humide offre en outre de nombreux autres avantages, inexistantes avec une installation classique. Elle comprend ainsi un centre d'éducation à l'environnement et des sentiers qui attirent plus de 10 000 visiteurs par an. Elle abrite également des habitats pour la faune et la flore sauvages, dont 94 espèces d'oiseaux.

Source : Barrett 1999.

et répond aux besoins en eau de sept millions d'hectares de terres agricoles tandis que deux aires protégées des Andes équatoriennes fournissent de l'eau potable à 80 % de la population de Quito. En Haïti, les parcs nationaux La Visite et Pic Macaya protègent les ressources en eau des villes de Port au Prince et de Les Cayes, respectivement. Au Mexique, la réserve du Papillon monarque protège un étonnant phénomène biologique ainsi que l'approvisionnement en eau potable de Mexico. Les parcs nationaux des montagnes Aberdare et du mont Kenya fournissent de l'eau à Nairobi tandis que les Udzungwas, dans les montagnes de l'arc oriental des rifts de Tanzanie, alimentent la ville de Dar es-Salaam. De même, une récente étude réalisée en Mongolie a démontré que la préservation des écosystèmes naturels dans le bassin versant d'Oulan-Bator pour protéger l'approvisionnement en eau de la ville présente un plus grand intérêt économique qu'un développement urbain empiétant sur l'ancienne réserve (voir encadré 4.10).

ENCADRÉ 4.10

Le rôle de château d'eau des zones humides : l'option à moindre coût retenue par la Mongolie

Les puits qui alimentent Oulan-Bator en eau potable et industrielle ont presque atteint leur limite et la demande en eau dépasse rapidement l'offre. Les pénuries saisonnières deviennent de plus en plus courantes et la ville sera confrontée dans les dix ans à venir à de sérieux déficits en eau. Oulan-Bator tire son eau du bassin versant du Tuul, dont la superficie est proche de 50 000 kilomètres carrés et que la rivière traverse sur plus de 700 kilomètres. Le Tuul, son principal affluent le Terelj, et 40 autres petits cours d'eau et lacs, sont alimentés par les précipitations, la fonte des neiges et les eaux souterraines et drainent les versants sud du Baga Khentii au nord-est de la ville.

Les conditions écologiques dans la partie supérieure du bassin versant ont un rapport direct avec la disponibilité en eaux superficielles et souterraines en aval, à Oulan-Bator. Le couvert végétal naturel est particulièrement important car il influence l'interception des précipitations, le ruissellement et le débit hydrique pendant l'année. L'étendue et la qualité des forêts, des prairies et du tapis végétal influencent le débit et la durée de l'écoulement du Tuul, mais aussi le moment et l'intensité des débits maximum et minimum, et déterminent l'ampleur et la vitesse de l'alimentation en eau de la nappe souterraine. Elles conditionnent également la quantité de limon et de sédiments entraînés en aval. Schématiquement, un écosystème en bonne santé en amont contribue à assurer un débit de surface propre, régulier et adéquat et des ressources en eaux souterraines pour Oulan-Bator.

Une étude récente a montré que la dégradation d'un écosystème et la perte du couvert végétal augmentent le ruissellement moyen et intensifient les débits annuels maximum et minimum de la rivière. La baisse du niveau hydrostatique dû à la réduction du débit se situera entre 0,24 mètre (si rien ne change) et 0,4 mètre (si la situation se dégrade rapidement). Dans 25 ans, l'approvisionnement en eau d'Oulan-Bator baissera de 32 000 m³ par jour dans le premier cas et de 52 000 m³ dans le second. En revanche, la conservation et l'utilisation durable de la partie supérieure du bassin versant protégeront le débit actuel de la rivière ainsi que le niveau hydrostatique. Si l'on considère les gains (approvisionnement en eau régulier d'Oulan-Bator) et les pertes (baisse de la valeur des terrains dans la partie supérieure du bassin versant), la conservation des habitats naturels du haut Tuul représente le mode de gestion le plus intéressant sur le plan économique. Le scénario de conservation et d'utilisation durable aurait, sur 25 ans, une valeur actuelle nette de 560 millions de dollars. Ce chiffre est supérieur à la valeur actuelle nette associée au maintien du statu quo ou à une dégradation rapide des écosystèmes.

Source : Emerton *et al.* 2009.



C H A P I T R E 5

Mise en œuvre d'approches écosystémiques pour faire face au changement climatique

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE EST DEvenu LA PRÉOCCUPATION ENVIRONNEMENTALE FONDAMENTALE de la décennie. Une grande attention est portée, à juste titre, à la réduction des émissions de carbone et des gaz à effet de serre (GES) provenant des secteurs des transports et de l'énergie par le biais d'une baisse de la consommation de combustibles et de l'adoption de meilleures technologies. Les pays doivent néanmoins accorder une place essentielle à la protection des habitats naturels dans la formulation des mesures d'atténuation et d'adaptation à moyen et long terme qui s'inscriront dans leur stratégie de lutte contre le changement climatique. Les populations les plus pauvres du monde, qui sont directement tributaires des services fournis par divers écosystèmes, sont également les plus exposées aux effets du changement climatique. Les efforts de préservation de la biodiversité et des services que fournissent des écosystèmes sains sont donc un investissement de la plus haute qualité. Des écosystèmes sains peuvent réduire la vulnérabilité aux chocs climatiques, protéger tous les éléments qui forment le tissu de la vie et qui fournissent les biens et les services dont ont besoin les êtres humains, et accroître la capacité de résistance, aux niveaux local et national, aux impacts du changement climatique.

La Banque a accès à différents instruments et mécanismes de financements qui peuvent aider les pays qui sont ses clients à inclure des programmes écosystémiques dans leurs stratégies d'atténuation et d'adaptation au changement climatique. Il s'agit notamment de ses programmes et projets, des financements à l'appui des politiques de développement, du Cadre stratégique pour le changement climatique et le développement (SFCCD) et de la nouvelle Stratégie environnementale (en préparation), ainsi que de l'aide fournie aux pays au titre des études économiques et sectorielles, des évaluations environnementales stratégiques, des documents de stratégie pour la

réduction de la pauvreté et des stratégies d'adaptation nationale. Outre les financements qu'elle consent et les subventions du Fonds pour l'environnement mondial (FEM), la Banque facilite l'élaboration de mécanismes de financement fondés sur le marché et poursuit de nouvelles voies pour élargir la portée du marché du carbone.

Perspectives d'avenir : le Cadre stratégique pour le changement climatique et le développement

La Banque sait que les efforts déployés à l'échelle mondiale pour surmonter la pauvreté et promouvoir un développement durable doivent couvrir le changement climatique et ses répercussions économiques, environnementales et sociales. Pour assurer l'efficacité de son action, le SFCCD replace l'examen du changement climatique dans une optique multisectorielle et pluridimensionnelle à l'échelle de l'institution. Le Cadre stratégique repose sur les six principes d'action suivants :

- fournir un appui aux mesures climatiques dans le cadre de processus de développement pilotés par les pays
- mobiliser des financements concessionnels et novateurs supplémentaires
- faciliter l'élaboration de mécanisme de financement fondés sur le marché
- mobiliser des ressources auprès du secteur privé
- appuyer la mise au point et le déploiement accéléré de nouvelles technologies
- intensifier les efforts de recherche sur les méthodes, les connaissances et le renforcement des capacités.

Outre qu'il met l'accent sur l'adoption sans plus tarder de mesures pour promouvoir les énergies propres et renouvelables, le SFCCD reconnaît que les écosystèmes et la biodiversité fournissent des services essentiels qui sont le fondement de chaque aspect de la vie humaine, notamment la sécurité alimentaire, le stockage de carbone, la régulation du climat, les moyens de subsistance, la diversité ethnique et la richesse culturelle et spirituelle. Le renforcement de la protection et l'amélioration de la gestion des habitats naturels et des ressources biologiques peuvent contribuer à atténuer le changement climatique ; ils sont également des moyens *efficaces et peu onéreux* de réduire la vulnérabilité et de s'adapter à l'évolution du climat.

Les projets et les programmes de la Banque appuient déjà la préservation de la biodiversité ainsi que la protection des habitats naturels et des services des écosystèmes et, ce faisant, contribuent à la poursuite de stratégies efficaces d'atténuation et d'adaptation. Il n'en reste pas moins que la Banque pourrait, et devrait, aider à mettre davantage l'accent sur la gestion des écosystèmes dans le cadre d'une riposte explicite au changement climatique qui comprend, notamment des mesures visant à :

- protéger les écosystèmes terrestres, dulcicoles et marins ainsi que les couloirs écologiques afin de préserver la biodiversité terrestre et aquatique et les services des écosystèmes
- intégrer la protection des habitats naturels dans les stratégies formulées pour réduire la vulnérabilité aux catastrophes naturelles (telles qu'inondations et cyclones)
- intensifier le dialogue avec les pays et élargir la portée des études sectorielles sur l'évaluation des services des écosystèmes et le rôle des écosystèmes naturels, de leurs services et de la biodiversité en tant que base de développement économique
- faire ressortir les liens entre la protection des habitats naturels et la régulation des débits et de la qualité de l'eau pour l'agriculture, la sécurité alimentaire et l'approvisionnement des particuliers et des entreprises

- accroître l'ampleur des investissements consacrés aux zones protégées et aux services des écosystèmes dans le contexte des financements sectoriels, notamment dans l'infrastructure, l'agriculture, le tourisme, l'approvisionnement en eau, la pêche et la foresterie
- promouvoir l'adoption de plus amples mesures pour gérer les espèces invasives, qui sont liées à la dégradation des sols et compromettent la sécurité alimentaire et l'approvisionnement en eau
- faire ressortir les multiples avantages procurés par la protection des forêts et une gestion forestière durable (piégeage du carbone, régulation de la qualité de l'eau, protection contre les risques naturels, réduction de la pauvreté, préservation de la biodiversité)
- promouvoir les investissements dans des écosystèmes naturels à des fins d'atténuation (déboisements évités) et d'adaptation (services des zones humides)
- intégrer les cultures locales et le savoir autochtone dans la gestion de l'agro-biodiversité et de l'eau dans les projets agricoles menés dans le cadre des stratégies d'adaptation
- promouvoir des stratégies de gestion des ressources naturelles plus durables dans le contexte de l'agriculture, de l'utilisation des terres, de la restauration des habitats, de la gestion des forêts et de la pêche
- établir de nouveaux mécanismes de financement et prendre en compte les avantages des écosystèmes dans le cadre des nouveaux fonds d'adaptation et de transformation
- recourir à des évaluations environnementales stratégiques pour promouvoir la protection de la biodiversité et des services des écosystèmes
- assurer le suivi des investissements dans la protection des écosystèmes dans le cadre de projets de financement classiques et établir des rapports sur les bonnes pratiques en vue de leur diffusion et de leur utilisation
- mettre au point de nouveaux instruments pour mesurer les avantages des approches intégrées du changement climatique (service des écosystèmes, préservation de la biodiversité, piégeage du carbone, avantages connexes concernant les moyens de subsistance, et capacité de résistance).

Initiative Growing Forest Partnerships

En collaboration avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Union mondiale pour la nature (UICN) et avec l'appui technique de l'Institut international pour l'environnement et le développement (IIED), la Banque appuie la mise en œuvre de l'Initiative Growing Forest Partnerships (GFP) qui vise à forger des partenariats pour les forêts et s'appuie sur des consultations indépendantes menée à l'échelle mondiale auprès de plus de 600 parties prenantes dans le domaine forestier, notamment une enquête spéciale auprès des populations autochtones. L'Initiative GFP a pour objet de faciliter des processus de partenariat entre de multiples parties prenantes opérant de bas en haut dans les pays en développement pour identifier les priorités nationales et améliorer l'accès aux financements pouvant être mobilisés par le biais d'une large gamme de moyens et mécanismes internationaux, tels que le marché du carbone, les investissements du secteur privé et l'aide publique au développement. L'Initiative GFP vise également à donner aux groupes marginalisés dépendant des ressources forestières un moyen de participer à la formulation des priorités nationales et au dialogue international sur les forêts. L'initiative opérera par l'intermédiaire d'institutions basées sur le terrain et s'appuiera sur les structures de partenariat existantes. La Banque appuie cette initiative en fournissant des capitaux de démarrage par le biais du Mécanisme d'octroi de dons pour le développement.

L'initiative GFP fournit les fondations requises pour réaliser des progrès dans les domaines cibles indiqués ci-après, à l'horizon 2015 : a) création d'un contexte porteur pour les activités forestières ayant trait au carbone ; b) promotion de l'utilisation des forêts pour réduire la pauvreté dans le contexte du changement climatique ; c) réalisation d'une expansion significative des produits forestiers gérés de manière durable et faisant l'objet d'un commerce légal, et augmentation des superficies des forêts gérées de manière responsable ; d) accroissement de la constitution, de la gestion et de la viabilité financière de zones forestières protégées ; et e) réduction de la superficie des forêts primaires converties à d'autres utilisations. L'Initiative GFP facilitera les activités associées à l'exécution de la stratégie forestière de la Banque, et en accroîtra la portée. Elle établira un lien entre les programmes de partenariat existants et les nouveaux programmes qui favorisent l'établissement de conditions propices dans le secteur forestier (par exemple l'initiative pour l'application des lois forestières et la gouvernance et le Programme pour les forêts qui est financé par plusieurs donateurs) au moyen des financements et des instruments financiers dont dispose actuellement la Banque ainsi que de nouvelles sources de financement concessionnel.

Élaboration de mécanismes de financement pour soutenir des approches écosystémiques

Les parties aux conventions internationales sur le changement climatique (la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques — CCNUCC) et la diversité biologique (Convention des Nations Unies sur la diversité biologique — CDB) s'accordent de plus en plus à reconnaître la nécessité de renforcer les efforts de préservation et de gestion des écosystèmes naturels dans le cadre des stratégies de riposte au changement climatique. Le Groupe d'experts techniques spécial sur la biodiversité et le changement climatique a été constitué dans le but de fournir des informations pertinentes pour la CDB et la CCNUCC sous forme de conseils et d'évaluations scientifiques et techniques portant sur l'intégration de la préservation et l'utilisation durable de la biodiversité dans les activités d'atténuation et d'adaptation au changement climatique. Le Groupe d'experts techniques spécial insiste sur les rôles essentiels que les écosystèmes naturels peuvent jouer dans l'atténuation et l'adaptation au changement climatique et dans la protection des services des écosystèmes. Un problème majeur continue toutefois de se poser : comment récompenser les pays qui protègent ces écosystèmes naturels et fournissent des services à l'échelle mondiale.

Actuellement, il n'existe que très peu de marchés permettant de tirer des avantages financiers de l'amélioration de la gestion des écosystèmes naturels dans le contexte du changement climatique et la plupart des opportunités se sont présentées sous la forme de transactions volontaires sur les marchés du carbone. Le Mécanisme pour un développement propre (CDM) établi dans le cadre du Protocole de Kyoto, par exemple, attribue des crédits carbone au titre des projets de boisements ou de reboisement (y compris la régénération des forêts naturelles) mais il ne s'applique pas à la protection des forêts sur pied et autres habitats naturels intacts. La Banque joue un rôle moteur dans la promotion de mécanismes de financement novateurs pour protéger les écosystèmes naturels et préserver les avantages qu'ils procurent au plan du piégeage du carbone et de la biodiversité. Des initiatives comme le Fonds « biocarbone » et le Fonds de partenariat pour la réduction des émissions dues à la déforestation fournissent des opportunités de protéger les forêts pour qu'elles puissent servir de réservoir de carbone et fournir de multiples autres avantages, parmi lesquels la préservation d'habitats riches sur le plan biologique, et procurer aux communautés

les avantages a de plus vaste portée associés à la gestion forestière et à la protection des bassins versants. De nouvelles opportunités sont également offertes par le Fonds d'adaptation du FEM et les liens établis avec de nouveaux programmes de la Banque comme le Dispositif mondial de réduction des effets des catastrophes et de relèvement.

Dans le cadre du Fonds biocarbone, la Banque passe par les marchés du carbone existants pour générer de nouveaux flux de revenus au profit des communautés rurales au titre des activités de reboisement, qui sont actuellement la seule utilisation des terres ou activités forestières éligibles dans le cadre du CDM. Grâce à ce Fonds, la Banque s'est engagée à acheter des crédits de réduction d'émissions à 17 projets de reboisement réalisés par les pays en développement, qui devraient tous avoir des effets positifs sur la biodiversité. Le Fonds biocarbone émet également de nouveaux crédits carbone pour le carbone émis par les sols et les activités agricoles. Cette opération n'est pas pour l'instant autorisée dans le cadre du CDM mais est à l'étude dans le cadre de la CCNUCC. Son acceptation contribuerait à accroître la pénétration des marchés carbone au sein des communautés rurales. Le Fonds biocarbone s'emploie aussi à mettre au point une méthode pour assurer un système robuste de paiement des crédits carbone et a entrepris des activités pilote en ce domaine au Kenya.

Fonds d'investissement climatiques

Sachant que l'architecture financière future n'a pas encore été établie et agréée pour les interventions relatives au changement climatique qui auront lieu après 2012, la Banque mondiale, de concert avec les banques régionales de développement et en consultation avec les pays développés et en développement et d'autres parties prenantes, a constitué des Fonds d'investissement climatiques (FIC) qui ont été officiellement approuvés par le Conseil des administrateurs de la Banque mondiale en juillet 2008. Ils constituent un mécanisme intérimaire qui a pour objet d'accroître l'aide aux pays en développement au titre des efforts qu'ils déploient pour faire face au changement climatique et renforcer la base de connaissances au sein de la communauté de développement.

Les FIC se composent de deux fonds : le Fonds pour les technologies propres (FTP) et le Fonds climatique d'investissement stratégique (SCF). Ce dernier Fonds couvre deux programmes pilotes : le Programme d'investissement forestier (FIP) et le Programme pilote de protection contre les chocs climatiques (PPCR). Le PPCR sera mis en œuvre dans huit pays vulnérables. Il permettra de montrer comment intégrer le risque climatique et la capacité de résistance dans les activités fondamentales de planification du développement. Le Programme sera piloté par les pays et appuiera les plans particuliers à ces derniers ainsi que des programmes d'investissement axés sur les risques climatiques et les vulnérabilités. Pour la plupart des pays considérés, l'amélioration de la gestion des écosystèmes et des ressources naturelles contribue dans une large mesure au renforcement de la capacité de résistance et à la réduction de la vulnérabilité dans les secteurs visés (voir tableau 5.1).

Réduction des émissions dues au déboisement et à la dégradation des forêts

La foresterie, le changement d'affectation des terres et l'agriculture revêtent une importance majeure pour le changement climatique, puisqu'ils sont à l'origine de près de 45 % des émissions dans les pays en développement. Il a été établi que réduire les émissions dues au déboisement et à la dégradation des forêts (REDD) était l'un des moyens les plus efficaces au plan des coûts de faire baisser les niveaux d'émission

TABLEAU 5.1

Avantages pouvant découler de la protection des écosystèmes

Pays	Sécurité alimentaire ^a	Infrastructure ^b	Piégeage de carbone ^c	Sécurité des ressources en eau ^d	Gestion des zones côtières ^e
Bangladesh	✓	✓	✓		✓
Bolivie	✓			✓	
Cambodge	✓	✓	✓		✓
Mozambique	✓			✓	✓
Népal		✓	✓	✓	
Niger	✓				
Tadjikistan	✓			✓	
Zambie	✓		✓		

a. Méthodes écosystémiques qui donnent lieu à la rotation des cultures et au choix de cultures nécessitant moins de nutriments et d'eau, luttent contre les espèces invasives, maintiennent des variétés animales et végétales naturelles et protègent les récifs et les mangroves pour assurer la viabilité de la pêche.

b. Planification qui a pour effet de protéger les habitats naturels et la connectivité écologique, incorpore la protection des écosystèmes naturels dans la défense des zones côtières et la lutte contre les inondations (au lieu de s'appuyer uniquement sur des infrastructures physiques telles que digues et canaux de drainage) et prend en compte les flux écologiques et les fonctions des écosystèmes dans les études techniques des réservoirs et des barrages.

c. Réduction des émissions de carbone dans le cadre d'approches écosystémiques, comme l'établissement de nouvelles zones protégées et l'amélioration de la gestion des réserves existantes ; protection des forêts anciennes et marécageuses et des zones humides ; et régénération naturelle des forêts, reboisement et boisement.

d. Approches écosystémiques qui donnent lieu à la protection des bassins versants et des forêts, prennent en compte les zones humides dans les initiatives axées sur le traitement des eaux et l'amélioration de la qualité de ces dernières, et protègent les zones humides pour préserver leurs fonctions de stockage d'eau et de lutte contre les inondations.

e. Gestion qui prend en compte les mangroves et autres zones humides côtières dans les initiatives de protection contre les tempêtes et la défense des côtes ; protège les mangroves, les herbiers marins et les récifs de coraux pour promouvoir la viabilité des ressources halieutiques ; et encourage une gestion intégrée des zones côtières pour prévenir la pollution de l'environnement marin et côtier.

(Stern 2007). Les pays ne peuvent pas recevoir de crédits au titre d'activités de REDD dans le cadre du CDM du Protocole de Kyoto. Toutefois, ces activités pourraient permettre d'établir des liens entre le carbone, d'une part, et l'amélioration de la préservation de la biodiversité et des avantages connexes, d'autre part puisqu'elles sont fondées sur la protection et l'amélioration de la gestion des forêts naturelles.

Le mode de financement des activités de REDD et les méthodes de mesure et de suivi des émissions soulèvent certaines controverses. Il est difficile d'établir l'évolution des déboisements, en particulier lorsque les paiements sont liés à des réductions progressives des taux de déboisement. Le GIEC a établi des directives pour le suivi et la mesure des émissions de GES dues au déboisement et à la dégradation des forêts et la Banque mondiale et le Programme des Nations Unies pour l'environnement ont récemment présenté une note de synthèse au FEM sur l'élaboration de mesures et de modèles types de piégeage et de stockage de carbone. Un mécanisme commercial permettrait aux pays en développement qui affichent des réductions des émissions dues au déboisement de vendre en crédits carbone ; ces crédits seraient probablement

établis sur la base des émissions nationales et non pas uniquement sur celles d'un site particulier. Un mécanisme de ce type pourrait générer des fonds supplémentaires importants pour la protection des forêts, qui pourraient atteindre jusqu'à 1,2 milliard de dollars par an. Ce chiffre est considérablement supérieur à l'estimation des dépenses annuelles consacrées à l'ensemble des zones protégées (et non pas seulement aux écosystèmes forestiers), soit 695 millions de dollars, dans les pays en développement. Les exportations de produits forestiers en provenance du monde en développement se sont chiffrées, quant à elles, à 3,9 milliards de dollars en 2006. Les activités de REDD pourraient fournir de fortes incitations à préserver les forêts mais ne profiteront probablement pas de la même manière à toutes les forêts. Pour que ces activités puissent contribuer à la lutte contre le changement climatique, il faudrait que les pays ciblent les forêts menacées qui contiennent des volumes élevés de carbone dans leur biomasse et dans leur sol. Les sites hautement prioritaires pour la lutte contre le déboisement aux fins de réduire les émissions n'ont pas toujours autant d'intérêt à d'autres égards comme la préservation de la biodiversité, les moyens de subsistance ou l'apport d'eau (Miles et Kapos 2008).

Les activités de REDD posent manifestement le risque de faire retomber les pressions dues à la persistance de la demande de terres à des fins de production agricole, de bois et même de biocombustibles, sur des écosystèmes qui ont une valeur limitée en termes de carbone parce qu'il s'agit de forêts moins riches en carbone ou d'écosystèmes non forestiers comme les savanes et les zones humides. Il est également crucial de déterminer qui est propriétaire du carbone et qui doit bénéficier des crédits carbone qui pourront se matérialiser : les administrations nationales ou les communautés locales et les groupes autochtones qui gèrent et protègent ces forêts et tirent leurs moyens de subsistance des ressources de ces dernières. Assurer une distribution équitable des recettes produites par les crédits carbone aux communautés touchées par le renforcement de la protection des forêts pourrait être l'un des problèmes majeurs associés à la mise en œuvre d'activités de REDD (voir encadré 5.1). Pour que cette mise en œuvre porte ses fruits, il faudra s'entendre sur des objectifs clairs, les critères d'admissibilité et les priorités et disposer de solides capacités nationales et internationales pour assurer le suivi, la gestion et l'évaluation des résultats dans le temps.

Fonds forestiers

Consciente de l'importance de la stratégie d'atténuation par les activités de REDD, la Banque mondiale a mis en place le Fonds de partenariat pour la réduction des émissions due à la déforestation (FCPF) afin de renforcer les capacités des pays en développement des tropiques à exploiter les incitations financières que pourra fournir le programme REDD dans le cadre de futurs régimes de changement climatique réglementaires ou volontaires. Le FCPF a un double objectif consistant à renforcer la capacité des pays en développement à exécuter des activités de REDD et à mettre à l'épreuve — à une échelle relativement réduite — un programme de primes fondées sur les résultats dans des pays pilotes. Le FCPF est devenu opérationnel en juin 2008 avec le démarrage des opérations du Mécanisme de préparation permis par la mobilisation du capital minimum requis pour le Fonds de préparation (20 millions de dollars) ; à ce jour, les donateurs ont contribué 55 millions de dollars au Mécanisme de préparation et 21 millions de dollars au Fonds carbone. Le Mécanisme de préparation financera des activités conçues pour : a) établir un scénario de référence national pour les émissions, b) adopter des stratégies nationales de REDD, et c) concevoir des systèmes nationaux de suivi.

ENCADRÉ 5.1

Principes de maximisation des avantages du Programme REDD pour les populations pauvres

1. **Fournir des informations.** Il est nécessaire de communiquer les détails fondamentaux de la manière dont fonctionnent les mécanismes REDD, de présenter de manière réaliste les avantages que l'on peut attendre du programme et d'indiquer les implications que pourraient avoir différentes approches.
2. **Fournir des financements initiaux et établir des mécanismes pour réduire les coûts.** La fourniture de financements initiaux favoriserait dans une mesure considérable une distribution équitable des avantages ; au niveau des communautés, notamment, il serait possible d'explorer certaines options pouvant être autofinancées, par exemple des programmes d'amélioration de la production agricole, d'emplois non agricoles et de crédit renouvelable.
3. **Employer des mesures d'application et de réduction des risques « non contraignantes ».** Des mesures d'application « contraignantes » du type pénalités financières auraient probablement un impact disproportionné sur les populations pauvres. Il faudrait au contraire avoir recours dans la mesure du possible à des mesures « non contraignantes », par exemple un engagement sans force légale de réduire les émissions.
4. **Établir l'ordre de priorité des politiques et mesures de REDD « favorables aux pauvres » et les horizons à long terme.** Des avantages stables et prévisibles apporteraient une plus grande sécurité aux populations pauvres.
5. **Offrir une assistance technique et juridique.** Pour que les populations pauvres puissent se faire entendre et participer à la prise de décisions, il sera crucial d'améliorer l'accès de ces populations à des services d'appui juridiques pertinents.
6. **Maintenir la souplesse de la structure des mécanismes de REDD.** Il est essentiel que ces structures soient souples afin de réduire le risque que les communautés ne soient contraintes d'honorer des engagements inadéquats de longue durée.
7. **Définir clairement et allouer de manière équitable les droits de carbone.** Les droits de propriété sur le transfert de carbone revêtent une importance cruciale ; ces droits régiront probablement la gestion des terres pendant de très longues périodes.
8. **Formuler des normes sociales.** L'établissement de normes sociales accroîtrait les avantages procurés aux populations pauvres en assurant la transparence des processus. Des normes devraient également être établies pour les évaluations actuellement consacrées aux impacts sociaux.
9. **Appliquer des mesures pour améliorer l'équité de la répartition des avantages.** Des questions telles que la fixation des références, l'aversion au risque et les rapports coût-efficacité peuvent déboucher sur des répartitions variables des avantages.
10. **Aligner les stratégies de REDD sur les stratégies financières et de développement national et international.** L'alignement des mécanismes REDD sur les processus de développement actuels, notamment les stratégies pour la réduction de la pauvreté, contribueraient à accroître l'importance accordée aux populations pauvres.

Source : Peskett et al. 2008.

Dans un premier temps, 25 pays ont été admis à bénéficier de ces mécanismes : le Cameroun, l'Éthiopie, le Gabon, le Ghana, le Kenya, le Libéria, Madagascar, l'Ouganda, la République du Congo et la République démocratique du Congo en Afrique ; l'Argentine, la Bolivie, la Colombie, le Costa Rica, le Guyana, le Mexique, le Nicaragua, le Panama, le Paraguay et le Pérou dans la région Amérique latine et Caraïbes ; et le Népal, la Papouasie-Nouvelle-Guinée, la République démocratique populaire lao, Vanuatu et le Viet Nam en Asie. En mars 2009, 12 autres pays sont venus s'ajouter à cette liste, ce qui a porté le nombre des participants à 37.

Dans le cadre du Fonds climatique d'investissement stratégique, il est possible d'établir des programmes ciblés pour fournir des financements permettant de mettre à l'essai de nouvelles démarches de développement ou bien d'accroître la portée d'activités pour faire face à un défi particulier posé par le changement climatique ou monter une riposte sectorielle. Le Programme d'investissement forestier (FIP) proposé lors de la réunion de juin 2008 consacrée à la conception des FIC à Potsdam (Allemagne) est un programme dépendant du Fonds climatique d'investissement stratégique qui mobilisera des investissements d'un montant nettement plus élevé pour réduire le déboisement et la dégradation des forêts et promouvoir une gestion durable de ces dernières, afin de générer des réductions d'émission et protéger les réservoirs de carbone. Le FIP prendra en compte les stratégies pilotées par les pays pour limiter le déboisement et la dégradation des forêts et exploitera les aspects complémentaires des différentes initiatives forestières existantes.

Outre que le Groupe de la Banque mondiale administre les fonds carbone et les fonds climatiques, la Banque collabore avec le Fonds pour les forêts du bassin du Congo, qui est géré par la Banque africaine de développement, au renforcement des capacités nationales et locales pour assurer une gestion durable des forêts du bassin, et avec l'Initiative internationale sur le climat et les forêts lancée par la Norvège en décembre 2007, pour réduire les émissions de GES dues au déboisement des forêts tropicales dans les pays en développement. La Banque est également membre du Comité directeur du Programme de collaboration des Nations Unies sur la réduction des émissions liées au déboisement et à la dégradation des forêts dans les pays en développement (Programme ONU-REDD). La première phase du Programme ONU-REDD, financée par des contributions de la Norvège, aidera à formuler des stratégies nationales, à mettre en place des systèmes de suivi de la couverture forestière et de la biomasse, et à préparer des rapports sur le niveau des émissions et sur le renforcement des capacités administratives générales dans certains pays (Bolivie, Indonésie, Panama, Papouasie-Nouvelle-Guinée, Paraguay, République démocratique du Congo, Tanzanie, Viet Nam et Zambie). La Banque collabore également avec Prince of Wales Rainforest Trust à des projets d'initiatives de REDD et au lancement d'obligations vertes pour financer de futurs investissements dans la préservation des forêts tropicales.

La large gamme d'initiative forestière et de nouveaux mécanismes de financement offre de réelles opportunités d'améliorer la préservation et la gestion des écosystèmes naturels, en particulier des forêts tropicales, ce qui aurait pour effet de générer des avantages pour un grand nombre d'espèces, d'habitats et de services des écosystèmes. Il est néanmoins peu vraisemblable qu'un mécanisme international relevant de la CCNUCC fournisse un appui explicite à des services des écosystèmes forestiers autres que le stockage de carbone (voir encadré 5.2). Dans ces circonstances, il pourrait être plus efficace d'utiliser essentiellement les fonds limités disponibles pour préserver des écosystèmes autres que forestiers ou des écosystèmes forestiers qui ont une faible teneur en carbone plutôt que des forêts caractérisées par une forte biodiversité qui pourraient être couvertes par les mécanismes du Programme REDD.

ENCADRÉ 5.2

Le marché du carbone pourra-t-il assurer la survie des tigres et des éléphants de Sumatra ?

La province de Riau, qui se trouve au centre de Sumatra, abrite des tigres de Sumatra, qui sont gravement menacés d'extinction, et des éléphants de Sumatra, qui sont menacés d'extinction, dans une zone où la protection du tigre revêt une haute priorité. Riau a perdu 65 % de sa couverture forestière initiale et affiche l'un des taux de déboisement les plus élevés du monde car les terres forestières sont converties pour faire place à l'agriculture, aux plantations de bois de trituration et à l'expansion des plantations industrielles de palmiers à huile qui alimentent le marché de plus en plus important des biocombustibles. Les estimations montrent que, si le taux de déboisement actuel perdure, les forêts naturelles de Riau qui couvrent actuellement 27 % de la superficie n'en couvriront plus que 6 % en 2015. Cette évolution a un coût à l'échelle mondiale. Le niveau moyen annuel des émissions de dioxyde de carbone (CO₂) générées par le déboisement dans la province de Riau est supérieur de 122 % à celui enregistré aux Pays-Bas et représente environ 58 % de celui affiché par l'Australie. Entre 1990 et 2007, la province de Riau a, à elle seule, produit l'équivalent de 24 % du niveau cible de la réduction des émissions globales annuelles de GES établi par le Protocole de Kyoto pour les pays de l'Annexe I pour la première période d'engagement (2008-2012).

Le marché du carbone pourrait-il offrir de nouvelles incitations économiques permettant de protéger les forêts de Riau, en particulier les forêts sur tourbières riches en carbone ? À l'heure actuelle, les pays ne sont pas récompensés de leurs efforts de préservation de la couverture forestière (déboisement évité). En fait, c'est le reboisement qui compte. Deuxièmement, bien que de nouveaux programmes soient à l'étude, qui visent à fournir des incitations à la préservation des forêts, le prix actuel du carbone pourrait être trop faible pour que les incitations au défrichement des forêts aux fins de la production de biocombustibles ou de pâte à papier soient supplantées par des incitations à la préservation. Troisièmement, même si le prix du carbone augmente dans une mesure suffisante, les forêts de Riau pourraient ne pas avoir préférence sur d'autres forêts qui offrent des perspectives de piégeage de carbone plus importantes parce que les nouveaux systèmes proposés ne prévoient de paiement qu'au titre du carbone et ne prennent que peu en compte la valeur des forêts sur le plan de la biodiversité.

Les marchés du carbone offrent toutefois la possibilité d'encourager la préservation des forêts sur les terres moins productives. Dans certaines régions d'Asie du Sud, le rendement (en valeur actuelle) des terres arables peut être aussi faible que 100 ou 150 dollars à l'hectare. Le défrichage d'un hectare de forêt tropicale peut relâcher dans l'atmosphère 500 tonnes de CO₂. Même si l'on se base sur un prix extrêmement faible du carbone, par exemple dix dollars la tonne de CO₂, un actif d'une valeur de 5 000 dollars à l'hectare est détruit à des fins de moindre valeur. Un paiement modeste financé par des mécanismes pour le déboisement évité pourrait suffire à modifier les incitations dans le cas de certaines des terres arables improductives d'Asie du Sud.

Source : Damania et al. 2008.



A P P E N D I C E

Conditions minima que doivent remplir les projets pour obtenir de la Banque mondiale des financements du marché du carbone

Type of project

- Les gaz à effet de serre ciblés sont ceux couverts par le Protocole de Kyoto (dioxyde de carbone, oxyde nitreux, méthane, hydrofluorocarbures, perfluorocarbures et hexafluorure de soufre).
- Le service des transactions relatives aux émissions de carbone, conformément aux Accords de Marrakech, peut fournir un appui à des projets de boisement et de reboisement dans des pays non visés à l'Annexe I ainsi qu'une large gamme de projets d'utilisation des terres, de changement d'affectation des terres et de foresterie dans les pays visés à l'Annexe I.

Volume adéquat de réductions d'émissions

- Le volume des réductions d'émissions doit être suffisamment important pour assurer la viabilité du projet dans le cadre du Mécanisme pour un développement propre (CDM) — par exemple, un projet de faible ampleur doit générer un volume minimum de 50 000 tonnes d'équivalent-CO₂ par an.

Démonstration de l'additionnalité du projet et détermination du scénario de référence et des réductions d'émissions

- Pourquoi le projet ne peut-il être réalisé sans financements du marché du carbone ? (le projet se heurte-t-il à des obstacles importants, ou n'est-il pas le plus intéressant sur le plan économique ?)
- Que se passerait-il en l'absence de ce projet ?
- Quelles sont les sources et quel est le volume total des réductions d'émissions ?

Compétence des participants au projet et clarté des modalités institutionnelles

- L'équipe du projet doit comprendre des promoteurs qui ont l'expérience technique et les compétences voulues et dont les fonctions sont clairement définies.
- Le projet doit établir que des dispositions juridiques satisfaisantes ont été prises — par exemple, pour établir qui est propriétaire, qui est l'exploitant, et quel type d'accord a été conclu entre les entités participant au projet et des tierces parties (accord d'achat d'électricité, accord de propriété, droits d'usage de l'eau).

Modèle d'activité et d'exploitation viable qui contribue à réduire les coûts de transaction

- Le projet doit montrer qu'il peut être poursuivi à une plus grande échelle.
- Le projet doit s'assurer la participation d'intermédiaires qui peuvent investir, regrouper et exécuter localement des services associés au CDM dans le cadre du projet.

Ratification du Protocole de Kyoto par le pays d'accueil

- Le pays d'accueil a-t-il ratifié le Protocole de Kyoto ou a-t-il exprimé son intention de ratifier le Protocole de Kyoto en temps opportun ?
- Quels sont les sites particuliers prévus pour l'exécution du projet ?

Financement sollicité

- Le service des transactions relatives aux émissions de carbone de la Banque mondiale ne fournit aucun financement sous forme de prêt ou de participation pour la composante de référence du projet. La composante de référence du projet doit être financée par d'autres sources.
- Un paiement sera effectué lors de la présentation des réductions d'émissions.

Structure financière solide

- La solidité financière des entités parrainantes du projet et des cofinanciers doit être établie.
- Plus vite le montage financier du projet sera réalisé et plus grandes seront les chances de sélection du projet.

Résumé technique du projet

- Le projet doit pouvoir être reproduit ou faciliter le transfert de technologies au pays.
- La technologie devant être utilisée doit avoir fait ses preuves et être faisable sur le plan commercial dans un pays autre que le pays considéré.
- La proposition soumise pour le projet doit présenter des exemples d'application antérieure de la technologie pour établir sa faisabilité sur le plan commercial.

Avantages attendus pour l'environnement

- Il doit être montré que les avantages du projet viennent s'ajouter à ceux du scénario de référence du pays, qui est le scénario le plus probable ou le scénario du laissez-faire.

Principes de sauvegarde du Groupe de la Banque mondiale

- Le Groupe de la Banque a établi une série de principes de sauvegarde détaillés qui doivent être obligatoirement respectés dans toutes ses opérations, ainsi qu'un grand nombre de bonnes pratiques. Leur application dans le cadre des opérations du service des transactions relatives aux émissions de carbone a pour objet d'assurer que ces opérations sont viables sur le plan environnemental et social, et ce que le financement du scénario de référence provienne du Groupe de la Banque mondiale ou d'une tierce partie au projet. Le projet doit respecter ces principes de sauvegarde et s'inscrire dans le cadre général de développement durable du pays d'accueil.

Contribution au développement durable

- La contribution au développement durable sera définie par le pays d'accueil. Pour certains projets en fin de cycle, il est possible d'assurer cette contribution en réinvestissant une partie du produit du financement du marché du carbone dans la communauté d'accueil.

Site web <http://go.worldbank.org/TV19LHL5J0>



Bibliographie

- Aburto-Oropeza, O., E. Ezcurra, G. Danemann, V. Valdez, J. Murray et E. Sala. 2008. "Mangroves in the Gulf of California Increase Fishery Yields." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105 (30): 10456–59.
- Balmford, A., A. Bruner, P. Cooper, R. Constanza, S. Farber, R. 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 et R. T. Turner. 2002. "Economic Reasons for Conserving Wild Nature." *Science* 297 (5583): 950–53.
- Banque mondiale. 2008a. *Biodiversity, Climate Change, and Adaptation*. Washington, DC : Banque mondiale.
- , 2008b. *Rapport sur le développement dans le monde 2008 : L'agriculture au service du développement*. Washington, DC : Banque mondiale.
- , À paraître. *Economics of Disaster Risk Reduction*. Washington, DC : Banque mondiale.
- Barrett, K. R. 1999. "Ecological Engineering in Water Resources." *Water International* 24 (3): 182–88.
- Baumert, K. A., T. Herzog, et J. Pershing. 2006. *Navigating the Numbers: Greenhouse Gas Data and International Climate Policy*. Washington, DC: World Resources Institute.
- 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. H. River-Monry, T. J. Smith III, et R. R. Twilley. 2008. "Mangrove Production and Carbon Sinks: A Revision of Global Budget Estimates." *Global Biogeochemical Cycles* 22: 1–12.
- Caldeira, K., et M. E. Wickett. 2003. "Anthropogenic Carbon and Ocean pH." *Nature* 425 (6956): 365.

- Campbell, A., V. Kapos, I. Lysenko, J. P. W. Scharlemann, B. Dickson, H. K. Gibbs, M. Hansen, et L. Miles. 2008. *Carbon Emissions from Forest Loss in Protected Areas*. Cambridge, Royaume-Uni : Programme des Nations Unies pour l'environnement — Centre mondial de surveillance pour la conservation.
- Convention de Ramsar sur les zones humides. 2005. *Background Papers on Wetland Values and Functions*. Ramsar.
- Corrigan, C., et F. Kershaw. 2008. *Working toward High Seas Marine Protected Areas: An Assessment of Progress Made and Recommendations for Collaboration*. Cambridge, Royaume-Uni : Programme des Nations Unies pour l'environnement — Centre mondial de surveillance pour la conservation.
- Damania, R., J. Seidensticker, A. Whitten, G. Sethi, K. MacKinnon, A. Kiss, et A. Kushlin. 2008. *A Future for Wild Tigers*. Washington, DC : Banque mondiale.
- Dudley, N., et S. Stolton, eds. 2003. *Running Pure: The Importance of Forest Protected Areas to Drinking Water*. Gland, Suisse : Fonds mondial pour la nature et Alliance pour la protection et l'exploitation durable des forêts de la Banque mondiale.
- Emerton, L., et E. Bos. 2004. *Value: Counting Ecosystems as an Economic Part of Water Infrastructure*. Water and Nature Initiative. Gland, Suisse : Union mondiale pour la nature.
- Emerton, L., N. Erdenesaikhan, B. de Veen, D. Tsogoo, L. Janchivdorj, G. Gavaa, Suvdaa, Enkhsetseg, Ch. Dorjsuren, D. Sainbayar, et A. Enkhbaatar. 2009. *The Economic Value of the Upper Tuul Ecosystem, Mongolia*. Washington, DC : Banque mondiale.
- Falkowski, P., R. J. Scholes, E. Boyle, J. Canadell, D. Canfield, J. Elser, N. Gruber, K. Hibbard, P. Hoegberg, S. Linder, F. T. Mackenzie, B. Moore III, T. Pedersen, Y. Rosenthal, S. Seitzinger, V. Smetacek, et W. Steffen. 2000. "The Global Carbon Cycle: A Test of Our Knowledge of Earth as a System." *Science* 290: 291–96.
- FAO (Organisation pour l'alimentation et l'agriculture). 2005. *Deforestation Continues at an Alarming Rate*. Rome, Italie : FAO.
- FICR (Fédération internationale des Sociétés de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge). 2002. *Mangrove Planting Saves Lives and Money in Vietnam*. World Disasters Report Focus on Reducing Risk. Genève, Suisse : FICR.
- GISP (Global Invasive Species Programme). 2008. *Assessing the Risk of Invasive Alien Species Promoted for Biofuels*. Nairobi, Kenya : GISP.
- Gitay, H., A. Suárez, R. T. Watson, et D. J. Dokken, eds. 2002. *Climate Change and Biodiversity*. Technical Paper V. Genève, Suisse : GIEC.
- Hirji, R., et R. Davis. 2009. *Environmental Flows in Water Resources Policies, Plans, and Projects: Case Studies*. Washington, DC : Banque mondiale.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. *Climate Change 2007: Synthesis Report*. Genève, Suisse : GIEC.
- Janzen, D. 1999. "Gardenification of Tropical Conserved Wildlands: Multitasking, Multicropping, and Multiusers." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96 (11): 5987–94.
- Kapos, V., C. Ravilious, A. Campbell, B. Dickson, H. Gibbs, M. Hansen, I. Lysenko, L. Miles, J. Price, J. P. W. Scharlemann, et K. Trumper, eds. 2008. *Carbon and Biodiversity: A Demonstration Atlas*. Cambridge, Royaume-Uni : Programme des Nations Unies pour l'environnement — Centre mondial de surveillance pour la conservation.

- Kramer, R. A., D. D. Richter, S. Pattanayak, et N. P. Sharma. 1997. "Ecological and Economic Analysis of Watershed Protection in Eastern Madagascar." *Journal of Environmental Management* 49 (33): 277–95.
- Laffoley, D. d'A., directeur de publication, 2008. *Towards Networks of Marine Protected Areas: The MPA Plan of Action for IUCN's World Commission on Protected Areas*. Gland, Suisse : Commission mondiale des aires protégées, UICN.
- Matthews, E., R. Payne, M. Rohweder, et S. Murray. 2000. *Pilot Analysis of Global Ecosystems: Forest Ecosystems*. Washington, DC : World Resources Institute.
- Matthews, J., T. Le Quesne, R. Wilby, G. Pegram, J. Hartmann, B. Wickel, C. McSweeney, C. Von der Heyden, E. Levine, C. Guthrie, G. Blate, et G. de Freitas. 2009. *Flowing Forward: Making Decisions about Freshwater Biodiversity and Sustainable Management in a Shifting Climate*. Washington, DC : Fonds mondial pour la nature — États-Unis.
- Miles, L., et V. Kapos. 2008. "Reducing Greenhouse Gas Emissions from Deforestation and Forest Degradation: Global Land Use Implications." *Science* 320: 1454–55.
- Moritz, C., J. L. Patton, C. J. Conroy, J. L. Parra, G. C. White, et S. R. Beissinger. 2008. "Impact of a Century of Climate Change on Small Mammal Communities in Yosemite National Park, USA." *Science* 322 (5899): 261–64.
- Murphy, S. T., et O. D. Cheesman. 2006. *The Aid Trade: International Assistance Programs as Pathways for the Introduction of Invasive Alien Species; A Preliminary Report*. Washington, DC : Banque mondiale.
- Ong, J. E. 1993. "Mangroves: A Carbon Source and Sink." *Chemosphere* 27 (6): 1097–107.
- Paris, R., et I. Ruzicka. 1991. *Barking up the Wrong Tree: The Role of Rent Appropriation in Sustainable Tropical Forest Management*. Occasional Paper 1. Philippines : Banque asiatique de développement.
- Parish, F., A. Sirin, D. Charman, H. Joosten, T. Minayeva, M. Silvius, et L. Stringer, eds. 2008. *Assessment on Peatlands, Biodiversity, and Climate Change: Main Report*. Kuala Lumpur, Malaisie : Wetlands International.
- Pena, N. 2009. *Including Peatlands in Post-2012 Climate Agreements: Options and Rationales*. Wageningen, Pays-Bas : Wetlands International.
- Peskett, L., D. Huberman, E. Bowen-Jones, G. Edwards, et J. Brown. 2008. *Making REDD Work for the Poor*. A Poverty Environment Partnership (PEP) Report. London, Royaume-Uni : Overseas Development Institute.
- Pierce, S. M., R. M. Cowling, T. Sandwith, et K. MacKinnon, eds. 2002. *Mainstreaming Biodiversity in Development: Case Studies from South Africa*. Washington, DC : Banque mondiale.
- ProAct Network. 2008. *The Role of Environmental Management and Eco-engineering in Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation*. Helsinki, Finlande : Ministère de l'Environnement ; Genève, Suisse : Gaia Group et Stratégie internationale de prévention des catastrophes, Nations Unies.
- Quintero, J. D. 2007. *Mainstreaming Conservation in Infrastructure: Case Studies from Latin America*. Washington, DC : Banque mondiale.
- Santili, M., P. Moutinho, S. Schwartzman, D. Nepstad, L. Curran, et C. Nobre. 2005. "Tropical Deforestation and the Kyoto Protocol: An Editorial Essay." *Climate Change* 71: 267–76.
- Stern, N. 2007. *Stern Review of the Economics of Climate Change*. Cambridge, Royaume-Uni : Cambridge University Press.

- Stickler, C., M. Coe, D. Nepstad, G. Fiske, et P. Lefebvre. 2007. *Ready for REDD? A Preliminary Assessment of Global Forested Land Suitability for Agriculture*. Woods Hole Research Center. Rapport diffusé préalablement à la réunion de Bali de la CCNUCC, <http://whrc.org/policy/balireports>.
- Stolton, S., N. Dudley, et J. Randall. 2008. *Arguments for Protection: Natural Security, Protected Areas, and Hazard Mitigation*. Washington, DC : Fonds mondial pour la nature.
- Sukhdev, P. 2008. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity*. Bruxelles : Communauté européenne.
- van Zonneveld, M., J. Koskela, B. Vinceti, et A. Jarvis. 2009. "Impact of Climate Change on the Distribution of Tropical Pines in Southeast Asia." *Unasylva* 231 (60): 24–29.
- Vergara, W. 2005. *Adapting to Climate Change: Lessons Learned, Work in Progress, and Proposed Next Steps for the World Bank in Latin America*. Washington, DC : Banque mondiale.
- Watson, R. T., I. R. Noble, B. Bolin, N. H. Ravindranath, D. J. Verardo, et D. J. Dokken, directeurs de publication. 2000. *Land Use, Land Use Change, and Forestry*. Genève, Suisse : GIEC.
- WWF (Fonds mondial pour la nature). 2008. *Water for Life: Lessons for Climate Change Adaptation from Better Management of Rivers for People and Nature*. Gland, Suisse : WWF International.

ÉCO-AUDIT

Déclaration des avantages environnementaux

La Banque mondiale s'attache à préserver les forêts menacées et les ressources naturelles. Le Bureau des publications a décidé d'imprimer *Des choix pragmatiques face à une vérité qui dérange* sur papier recyclé constitué à 100 % de fibres provenant de déchets de consommation conformément aux normes recommandées par l'Initiative Green Press, programme sans but lucratif visant à encourager les éditeurs à utiliser des fibres ne provenant pas de forêts menacées. Pour plus d'information, se rendre sur le site www.greenpressinitiative.org.

Économies réalisées :

- énergie totale :
6 millions BTU
- gaz à effet de serre :
0,82 tonne
- eaux usées :
33 630 litres
- déchets solides :
0,24 tonne





Des choix pragmatiques face à une vérité qui dérange fait valoir de manière convaincante que la protection de la biodiversité et la préservation des habitats naturels et des écosystèmes peuvent contribuer à la poursuite de stratégies efficaces d'atténuation et d'adaptation pour faire face au changement climatique.

« Un programme d'adaptation écosystémique ne fait que des gagnants : il s'attaque au défi que pose le changement climatique en même temps qu'il protège la biodiversité et les services des écosystèmes, qui sont essentiels au bien-être de la population de la planète. Les organismes de développement et les pays, de même que les Conventions sur la diversité biologique et le changement climatique, doivent reconnaître que la préservation et le rétablissement des écosystèmes est une approche efficace au plan des coûts et responsable sur le plan social, que ce soit pour atténuer le changement climatique ou s'y adapter, qui permet de surcroît de fournir les services des écosystèmes essentiels à l'être humain. »

Robert Watson

Chief Scientific Advisor, Department for Environment, Food, and Rural Affairs, Royaume-Uni et Professor of Environmental Sciences, Director of Strategic Development, University of East Anglia, Royaume-Uni.

« Nous devons sans cesse nous rappeler que la préservation et le rétablissement de la biodiversité des écosystèmes naturels sont des moyens essentiels et extrêmement efficaces au plan des coûts d'atténuer le changement climatique et de réduire notre vulnérabilité face aux impacts qu'il aura inévitablement. Cet ouvrage captivant fait valoir de manière convaincante le rôle central que doit jouer la gestion des écosystèmes face au changement climatique. Sa lecture est incontournable pour tous ceux qui participent à la formulation des politiques, aux travaux de recherche et aux activités d'exécution. »

Richard Cowling

Professeur de botanique, Nelson Mandela Metropolitan University, Port Elizabeth, Afrique du Sud.

« Maintenant que nous comprenons de mieux en mieux les vastes répercussions d'un changement climatique anthropique, notre prise de conscience des interconnexions entre la biodiversité, les services des écosystèmes, l'atténuation et l'adaptation au changement climatique revêt une importance cruciale. Comme le fait valoir cet ouvrage, si nous voulons pouvoir relever les défis sans précédent que pose le changement climatique, nous devons employer toutes les ressources qui sont à notre disposition, y compris celles que nous fournit la nature : la diversité génétique, la diversité des espèces et la diversité des écosystèmes. La réalisation des buts et des objectifs énoncés à Rio passe nécessairement par une action dirigée à la fois contre le changement climatique et contre la perte de biodiversité. »

Ahmed Djoghlaif

Secrétaire exécutif de la Convention sur la diversité biologique, Montréal, Canada



BANQUE MONDIALE

