







## Chapitre 9

# Biodiversité

*Le recul de la biodiversité devrait se poursuivre jusqu'en 2030, des pertes particulièrement importantes étant prévues en Asie et en Afrique. Ce chapitre examine les causes d'un tel recul – changements d'utilisation des terres, exploitation non durable des ressources naturelles, prolifération d'espèces exotiques envahissantes, changement climatique mondial et pollution – et étudie les mesures envisageables pour enrayer le phénomène. Les zones protégées, dont le nombre a augmenté notablement au cours des dernières décennies, sont appelées à jouer un rôle croissant dans l'effort de préservation, compte tenu de l'extension des terres agricoles et des zones urbaines. Bien qu'un grand nombre des points chauds de la diversité biologique mondiale soient situés dans des pays en développement, il appartient aux pays de l'OCDE de favoriser la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité en signant des accords internationaux et régionaux et en œuvrant de concert pour remédier aux défaillances du marché et au manque d'informations.*

## MESSAGES CLÉS

-  D'après le scénario de référence établi pour les *Perspectives*, le recul de la biodiversité (mesuré par l'interférence humaine sur les biomes) devrait se poursuivre jusqu'en 2030, des pertes particulièrement importantes étant prévues en Asie et en Afrique.
-  La croissance démographique et économique soutenue exercera des pressions sur la biodiversité sous l'effet des changements d'utilisation des terres, de l'exploitation non durable des ressources naturelles et de la pollution. Le changement climatique exercera également des pressions sur la biodiversité au cours des prochaines décennies.
-  L'agriculture continuera d'avoir des répercussions majeures sur la biodiversité. Les projections à partir des niveaux de 2005 indiquent que pour satisfaire la demande croissante de produits alimentaires et de biocarburants, la superficie mondiale des terres agricoles devrait augmenter d'environ 10 % d'ici 2030 – globalement pour la culture et l'élevage.
-  En dépit de l'expansion rapide des zones protégées au cours des décennies qui viennent de s'écouler, la couverture des biomes concernés par ces mesures est très inégale. On considère que l'écosystème marin est sous-représenté dans toutes les catégories de zones protégées.
-  Les pouvoirs publics disposent de nombreux instruments d'action pour atténuer les répercussions néfastes de la croissance économique sur la biodiversité. Puisque les études montrent que la biodiversité revêt une valeur directe et une valeur indirecte considérable et que souvent les marchés ne prennent pas celle-ci totalement en compte, il est indispensable de mettre en œuvre de nouvelles stratégies de préservation pour lesquelles les pouvoirs publics ont à leur disposition les moyens nécessaires.
-  Les zones protégées, qui ont augmenté rapidement en nombre et en superficie sur l'ensemble de la planète au cours des dernières décennies, couvrent actuellement près de 12 % de la superficie terrestre totale.

### Modes d'action envisageables

- Œuvrer en faveur de l'utilisation durable de la biodiversité dans une perspective à long terme, mais soumettre davantage de biomes à des mesures de protection afin de préserver une biodiversité aussi variée que possible.
- Améliorer les cadres d'action existants pour limiter au maximum les répercussions néfastes de la croissance économique future sur la biodiversité.
- Diversifier les politiques (approches par le marché) pour que les valeurs actuellement assignées à la biodiversité soient prises en compte dans des activités de marché.
- Renforcer les programmes de lutte contre la prolifération d'espèces exotiques envahissantes.
- Favoriser la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité dans les « points chauds » des pays en développement en signant des accords internationaux et régionaux et en œuvrant de concert pour remédier aux défaillances du marché et au manque d'informations.
- Faire en sorte que la libéralisation des échanges ne porte pas atteinte à la biodiversité dans les pays dont la production est appelée à augmenter.

### Conséquences de l'inaction

- L'inaction persistante des pouvoirs publics devrait entraîner des pertes de biodiversité considérables, qu'il s'agisse d'éléments économiques mesurables ou d'avantages non marchands plus difficiles à mesurer.
- L'absence de mesures visant à enrayer la perte de biodiversité pourrait entraîner la disparition d'autres services écosystémiques essentiels, tels que la séquestration du carbone, la purification de l'eau, la protection contre les phénomènes météorologiques, et la fourniture de matériel génétique.

## Introduction

La diversité biologique est en recul sur l'ensemble de la planète et ce déclin s'accélère dans certaines régions (Pimm *et al.*, 1995). Selon le Programme d'évaluation des écosystèmes pour le millénaire (MEA, 2005a), les principales causes sous-jacentes de cette perte de biodiversité sont les changements d'utilisation des terres (qui en règle générale sont directement ou indirectement liés à la croissance démographique – c'est notamment le cas lorsque des terres sont converties à l'agriculture); l'utilisation et l'exploitation non durables des ressources naturelles (ressources halieutiques et forêts); les espèces exotiques envahissantes; le changement climatique mondial; et la pollution (concentrations d'éléments nutritifs dans les sols, par exemple). Bien que ces phénomènes soient directement à l'origine du recul de la diversité biologique, il existe néanmoins un problème plus fondamental. En effet, la biodiversité n'est pas véritablement prise en compte par les consommateurs sur le marché – en règle générale, il n'y a aucune différence entre les biens respectueux de la biodiversité et ceux qui lui portent atteinte. En l'absence d'intervention des pouvoirs publics, le marché éprouve des difficultés à opérer cette distinction. La rareté des mesures adoptées en vue d'enrayer le recul de la biodiversité témoigne de l'ampleur de la défaillance sous-jacente du marché – d'autant que de nombreux éléments démontrent que les valeurs directes et indirectes de la biodiversité ne sont pas reflétées par le marché (voir, par exemple, OCDE, 2002).

À l'avenir, un grand nombre de facteurs auront sur la biodiversité des répercussions néfastes ou bénéfiques. Deux phénomènes en particulier pourraient avoir des effets particulièrement spectaculaires : i) l'intensification et l'extension des activités agricoles, qui nuisent souvent à la diversité biologique; et ii) la création et l'utilisation durable de zones protégées, qui freine le recul de la biodiversité. L'agriculture a de tous temps exercé l'impact le plus lourd sur la biodiversité et devrait rester un paramètre très important dans l'avenir. Les zones protégées sont un phénomène relativement récent, mais qui est appelé à avoir une importance capitale pour la biodiversité. À plus long terme, le changement climatique pourrait avoir des répercussions particulièrement néfastes sur la biodiversité. Toutefois, les incertitudes qui entourent l'ampleur de cet impact sont encore nombreuses et il se pourrait que les répercussions observées durant la période considérée soient relativement mineures par rapport aux effets imputables à d'autres phénomènes (voir aussi le chapitre 13 sur le coût de l'inaction des pouvoirs publics).

Les pressions qui s'exerceront sur la biodiversité seront étroitement liées à l'expansion de l'activité économique et à l'évolution des modes de consommation et de production qu'elle engendrera. Selon le scénario de référence établi pour les *Perspectives de l'environnement de l'OCDE*, la population mondiale devrait augmenter de 30 % d'ici 2030.



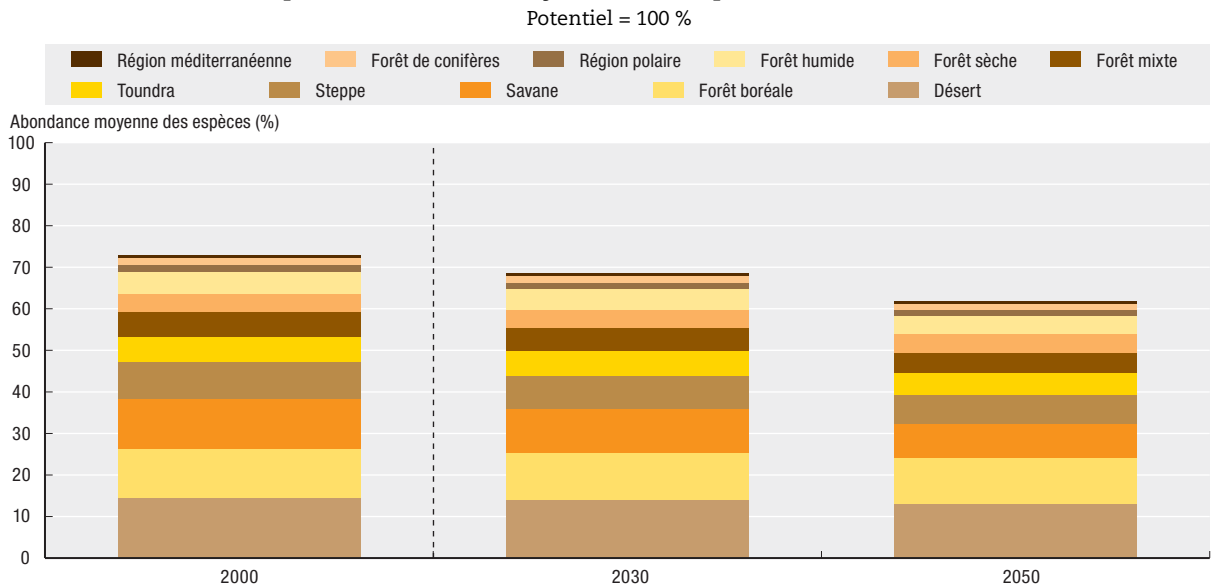
*Les pertes de biodiversité  
et de services  
écosystémiques  
devraient se poursuivre  
d'ici 2030.*

Conjuguée à un bien-être matériel accru (en 2030, le volume de l'économie mondiale pourrait être deux fois plus élevé qu'en 2005), cette croissance démographique devrait exacerber les pressions actuellement exercées sur les écosystèmes. Pour garantir une croissance économique durable, il faudra satisfaire les besoins et aspirations de la population sans pour autant faire disparaître les précieux services rendus par la biodiversité et les écosystèmes, d'autant que bon nombre d'entre eux – notamment la séquestration du carbone, la purification de l'eau et la fourniture de matériel génétique – contribuent directement au bien-être économique et social. Bien qu'un grand nombre de « points chauds » de la diversité biologique de la planète soient situés dans des pays en développement, il appartient aux pays de l'OCDE de favoriser la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité en signant des accords internationaux et régionaux et en œuvrant de concert pour tenter de remédier aux défaillances du marché et au manque d'informations.

## Grandes tendances et projections

Une estimation approximative de la perte de biodiversité peut être obtenue à l'aide d'un indicateur relativement simple appelé l'abondance moyenne des espèces<sup>1</sup>. Le graphique 9.1 compare le niveau de biodiversité (abondance moyenne des espèces) obtenu en 2000 et en 2050 à un niveau hypothétique choisi pour refléter une interférence humaine limitée. Les résultats obtenus pour 2000 sont basés sur des données disponibles dans le modèle IMAGE, tandis que ceux qui se rapportent à l'année 2050 sont basés sur les résultats combinés des modèles ENV-Linkages et IMAGE. L'abondance moyenne des espèces à l'échelle mondiale devrait diminuer de 10 % (soit 7 points de pourcentage) entre 2000 et 2030.

Graphique 9.1. **Évolution passée et future de la biodiversité mondiale mesurée par l'abondance moyenne des espèces, 2000-2050**



Note (pourcentage d'évolution) : Forêt boréale (-5 %) ; Désert (-6 %) ; Toundra (-7 %) ; Région polaire (-2 %) ; Forêt de conifères : forêt de conifères tempérée (-8 %) ; Forêt mixte : forêt de feuillus et forêt mixte tempérées (-12 %) ; Région méditerranéenne : forêt méditerranéenne, zones boisées et maquis (-10 %) ; Forêt sèche : forêt tropicale sèche (0 %) ; Forêt humide : forêt tropicale humide (-14 %) ; Steppe : prairies et steppe tempérées (-15 %) ; Savane : prairies et savane tropicales (-20 %).

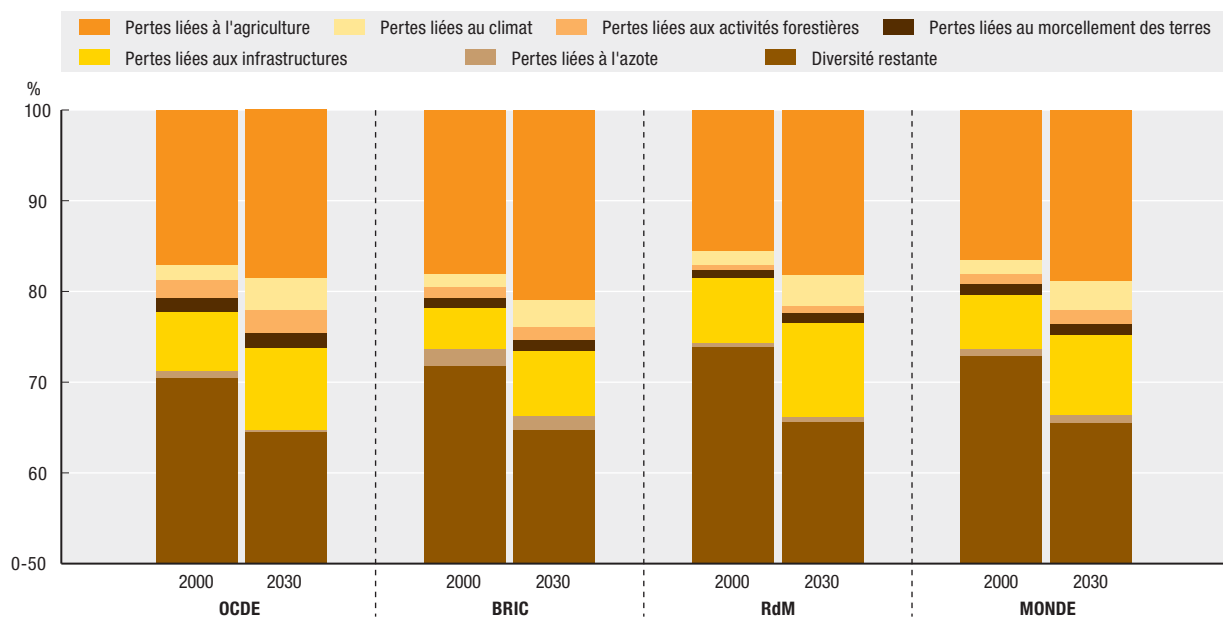
Source : Scénario de référence des *Perspectives de l'environnement de l'OCDE*.

En avril 2002, la Conférence des Parties à la Convention sur la diversité biologique a adopté un Plan stratégique qui engageait les Parties à réduire considérablement d'ici à 2010 le rythme actuel de perte de diversité biologique (par l'intégration des préoccupations touchant à la biodiversité dans les secteurs pertinents) aux niveaux mondial, régional et national (décision VI/26). Cet objectif a ensuite été entériné par le Sommet mondial pour le développement durable et réaffirmé par les ministres de l'Environnement du G8 réunis à Potsdam en mars 2007. Bien qu'il modifierait certainement la tendance décrite à le graphique 9.1, il n'a pas été pris en compte dans le scénario de référence car les mesures nécessaires à sa réalisation n'ont pas encore été adoptées.

Le graphique 9.2 montre que d'après le scénario de référence, les atteintes futures à la biodiversité d'ici 2030 (telles que mesurées par l'abondance moyenne des espèces) devraient être essentiellement liées aux pressions exercées par l'agriculture (32 %) et par les infrastructures (38 %). Le développement des infrastructures englobe l'urbanisation et la mise en place de réseaux de transport et d'autres éléments d'aménagement des territoires. La perte importante liée aux infrastructures indique que la croissance démographique, conjuguée à la prospérité accrue, va conduire à un déploiement des populations qui affectera plus fortement les zones naturelles.

À l'horizon 2030, la croissance de la production agricole devrait exacerber les pressions exercées sur la biodiversité du fait des changements d'utilisation des terres dans les vastes zones naturelles d'Amérique du Nord et d'Australie/Nouvelle-Zélande. Dans les régions densément peuplées d'Europe occidentale et du Japon, on observe déjà un niveau relativement élevé d'empiètement de la présence humaine sur la nature. Le recul de la biodiversité se poursuit cependant dans toutes les régions de la zone OCDE en raison du développement des infrastructures combiné à d'autres facteurs.

Graphique 9.2. **Abondance moyenne des espèces : causes de pertes à l'horizon 2030**



StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/310408501234>

Source : Scénario de référence des *Perspectives de l'environnement de l'OCDE*.

L'indice d'abondance moyenne des espèces de la Russie et des pays de l'ex-URSS est relativement élevé en 2000 (environ 83 % d'état intact). Les pertes qui devraient être enregistrées d'ici 2030 sont limitées (le pourcentage devrait reculer à 78 %), ce qui s'explique essentiellement par la présence dans cette région de vastes zones naturelles caractérisées par une population clairsemée. Par contre, la biodiversité des pays européens de l'OCDE, dont le niveau de départ est déjà faible (48 %), devrait encore s'appauvrir pour s'établir à 40 % en 2030. L'expansion des terres agricoles dans les nouveaux États membres de l'UE et la mise en place d'infrastructures sont les principales causes de cette détérioration.

On observe également des différences importantes entre les niveaux et tendances obtenus pour les diverses régions en développement. En Asie de l'Est, la superficie des terres agricoles devrait diminuer d'après les prévisions, mais le développement rapide des infrastructures, le niveau élevé des dépôts d'azote, ainsi que certaines répercussions légères et précoces du changement climatique neutralisent largement cet effet bénéfique. En Asie du Sud et en Asie du Sud-Est, la biodiversité (mesurée par l'abondance moyenne des espèces) devrait enregistrer un recul d'au moins 10 points de pourcentage. En Asie du Sud, cette évolution est essentiellement imputable au développement de l'agriculture, tandis qu'en Asie du Sud-Est, où la densité de population est extrêmement élevée, elle s'explique par le développement des infrastructures et le morcellement des terres. Dans toutes les régions en développement, le changement climatique, notamment au travers de l'évolution des précipitations, devrait avoir aussi des incidences néfastes sur la biodiversité.

### Changements d'utilisation des terres

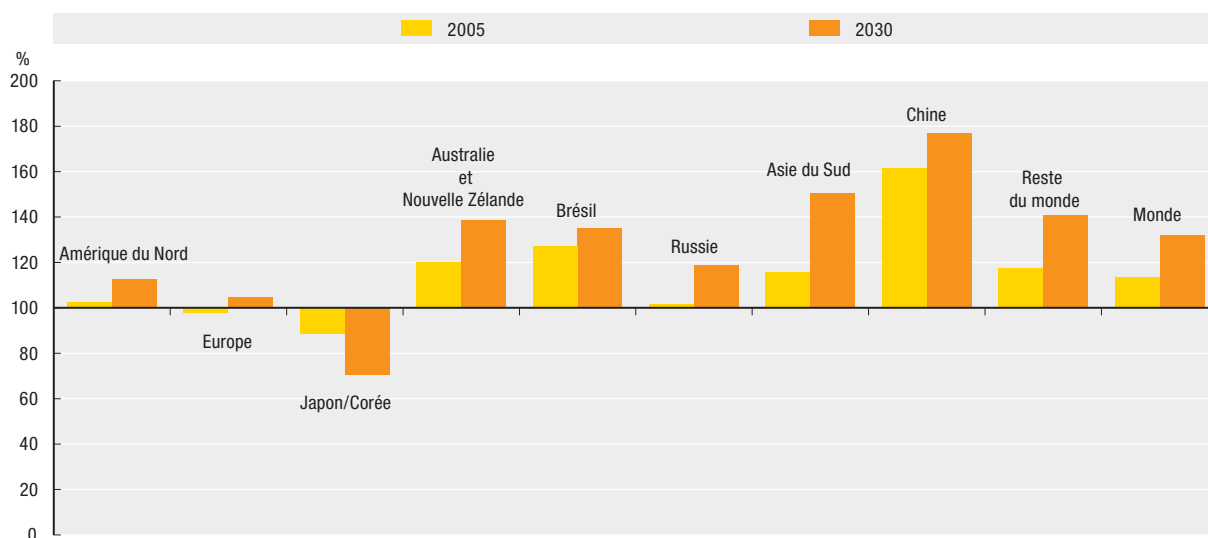
La conversion de terres riches en biodiversité est vraisemblablement le phénomène qui exerce les pressions les plus fortes sur l'écosystème et sur la biodiversité. Selon le rapport 2005 de l'évaluation des écosystèmes pour le millénaire (MEA), la plupart des modifications apportées aux écosystèmes sont motivées par une croissance spectaculaire de la demande de produits alimentaires, d'eau, de bois, de fibres et de carburant (MEA, 2005a). Les activités forestières et agricoles sont les principales causes de ces atteintes à la biodiversité. Ce rapport précise en outre que davantage de terres ont été affectées à l'agriculture durant les 30 années qui ont suivi 1950 qu'au cours des 150 années comprises entre 1700 et 1850. Dans le même ordre d'idées, la deuxième édition des *Perspectives mondiales de la diversité biologique* (Secrétariat de la CDB, 2006) indique que la destruction des habitats – ou les changements d'utilisation des terres – imputable aux activités agricoles a été la principale cause des atteintes à la biodiversité et devrait le rester.


L'extension de 16 % d'ici 2030 que la superficie des terres consacrées aux cultures alimentaires dans le monde devrait connaître, d'après le scénario de référence, continuera de contribuer largement au recul de la biodiversité, le plus souvent par la conversion de pâturages ou de zones boisées. Cet accroissement est particulièrement marqué en Russie, en Asie du Sud, dans les pays africains en développement et dans certains pays de l'OCDE (mais pas dans tous) (voir graphique 9.3). La superficie des terres agricoles devrait diminuer d'ici 2030 dans la région asiatique de la zone OCDE (Japon et Corée). Il convient de souligner que ces résultats ne correspondent qu'à des modifications mineures des politiques et des technologies. Toute modification des hypothèses pourrait donner des tendances très



La conversion de terres à l'agriculture est la principale cause des atteintes à la biodiversité dans le monde.

Graphique 9.3. **Évolution de la superficie des terres consacrées aux cultures alimentaires 1980-2030**  
(1980=100 %)



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/310411804324>

Source : Scénario de référence des *Perspectives de l'environnement de l'OCDE*.

différentes. Par exemple, la localisation de ce phénomène d'extension s'explique en partie par la réduction des tarifs douaniers et autres mesures de politique agricole. Une simulation a été réalisée à l'aide du modèle ENV-Linkages afin d'analyser les effets de la suppression progressive des droits de douane agricoles sur l'utilisation des terres (encadré 9.1).

Par ailleurs, Heilig *et al.* (2000) ont montré, en s'appuyant sur des données de la FAO/IIASA, qu'en recourant à des technologies déjà appliquées ailleurs, la Chine pourrait subvenir à ses besoins alimentaires en 2025 en utilisant moins de terres qu'au début du XXI<sup>e</sup> siècle. Toutefois, il est probable que bon nombre de ces technologies ne seront pas mises en œuvre dans la mesure où la main-d'œuvre est peu onéreuse et où les pouvoirs publics n'incitent pas les exploitations à accroître leur productivité.

#### Encadré 9.1. **Modéliser l'impact de la réduction des droits de douane agricoles**

Selon le scénario de référence établi pour les *Perspectives*, l'accroissement de la demande de produits alimentaires et de biocarburants devrait entraîner une augmentation de plus de 10 % de la superficie des terres agricoles dans le monde (soit une augmentation de 16 % pour les cultures alimentaires, de 6 % pour les productions herbagères et fourragères et de 242 % pour les biocarburants). La localisation de ces hausses s'explique en partie par la réduction des tarifs douaniers et autres mesures de politique agricole. Une simulation a été réalisée à l'aide du modèle ENV-Linkages afin d'analyser les effets de la réduction progressive des droits de douane agricoles sur l'utilisation des terres (voir le chapitre 14 sur l'agriculture pour plus de détails). Les résultats obtenus peuvent contribuer à mettre en lumière les domaines dans lesquels il conviendrait de renforcer les initiatives en faveur de la biodiversité. Bien que la mesure des changements intervenus au niveau de l'utilisation des terres agricoles puisse rendre compte de l'évolution des pressions exercées sur la diversité biologique, toute analyse approfondie des répercussions sur la biodiversité devrait intégrer certains facteurs produisant des effets contraires.

La simulation table sur le fait que tous les pays réduiront leurs droits de douane de 50 % d'ici 2030, ce qui aura des incidences considérables sur différents segments du secteur agricole dans les pays où les droits de douane sont élevés – seuls les droits de douane directs en vigueur en 2001 ont été réduits.



### Encadré 9.1. Modéliser l'impact de la réduction des droits de douane agricoles (suite)


Dans le cadre de cette simulation de réforme tarifaire, le résultat obtenu en 2030 pour la superficie totale consacrée à l'agriculture serait supérieur d'environ 1.8 % à celui obtenu dans le scénario de référence. Cela signifie qu'au lieu d'augmenter de 10 %, la superficie des terres agricoles augmenterait de 11.8 %. Cet effet viendrait s'ajouter aux avantages économiques de la réforme, ainsi qu'à d'autres avantages environnementaux associés à des marchés plus efficaces et à une utilisation plus rationnelle des terres. Si la tendance globale est à l'accroissement, celle-ci masque toutefois des variations régionales, telles que des augmentations dans certaines régions (en particulier au Brésil et dans certaines parties de l'Afrique australe) et des diminutions dans d'autres (notamment dans les pays de l'OCDE où les droits de douane sont élevés). La diminution observée au Japon sous l'effet de cette mesure viendrait s'ajouter à la diminution d'environ un tiers de la superficie consacrée à l'agriculture intervenue entre 1980 et 2000.

Il est difficile de savoir si l'accroissement des superficies agricoles au Brésil combinée à une réduction ailleurs se traduira en fin de compte par une perte nette de biodiversité. Certaines études montrent que le Brésil pourrait accroître considérablement ses superficies agricoles sans détruire d'autres forêts humides car l'expansion se ferait probablement dans la région du Cerrado. Toutefois, cette région du Brésil possède elle aussi une biodiversité exceptionnelle et ne compte pas encore suffisamment de zones protégées pour garantir la préservation de la diversité biologique. La libéralisation des échanges pourrait s'accompagner de la mise en œuvre d'initiatives visant à protéger le Cerrado et d'une application plus rigoureuse des mesures de préservation des forêts humides actuellement en place, de manière à garantir l'utilisation durable des ressources liées à la biodiversité, même avec une agriculture en expansion. Une telle stratégie pourrait accroître l'efficacité agricole au niveau mondial et garantir une utilisation plus durable de la biodiversité. D'après des travaux du Secrétariat de la CDB (Secrétariat de la CDB, 2007), la libéralisation des échanges porterait atteinte à la biodiversité mondiale, essentiellement du fait des impacts enregistrés au Brésil.

Le tableau 9.1 donne un aperçu plus détaillé de l'impact que les réductions tarifaires pourraient avoir sur l'utilisation des terres agricoles dans les régions où les incidences seront les plus fortes – dix des 34 régions types sont présentées. Les évolutions sont calculées par rapport au scénario de référence, c'est-à-dire à un monde consacrant à l'agriculture 10 % de terres en plus.

Tableau 9.1. Impact de la réduction des tarifs douaniers agricoles sur l'utilisation des terres en 2030 (par rapport au scénario de référence)

Pays/région	Évolution de l'élevage	Évolution des cultures	Commentaires
Islande\Norvège\Suisse	-8.7 %	-13.0 %	Extension des superficies boisées, disparition d'une partie des prairies semi-naturelles
Japon	2.6 %	-21.6 %	Extension des superficies boisées
Corée	0.3 %	-14.5 %	Redistribution des cultures; accroissement des superficies boisées
Turquie	-1.3 %	-2.4 %	Léger accroissement des superficies boisées et des pâturages naturels
Mexique	0.1 %	-3.3 %	Atténuation des pressions exercées sur les forêts humides
..	..	..	..
États-Unis	0.0 %	2.4 %	Utilisation accrue de terres agricoles marginales
États membres de l'UE hors OCDE	2.8 %	1.3 %	Disparition de superficies boisées
Australie et Nouvelle-Zélande	4.3 %	1.4 %	Disparition d'une partie des superficies boisées et des pâturages naturels
Reste de l'Afrique australe	6.0 %	0.6 %	Disparition d'une partie des superficies boisées et des pâturages naturels
Brésil	10.0 %	0.0 %	Disparition de pâturages naturels; disparition potentielle de forêts humides

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/313067222646>

Source : Scénario de référence et simulations de politiques des Perspectives de l'environnement de l'OCDE.



Bien que le développement des biocarburants soit pris en compte dans le scénario de référence, il ne jouera qu'un rôle mineur dans les changements d'utilisation des terres d'ici 2030. En effet, le prix du pétrole dans le scénario devrait retomber à un niveau n'incitant pas les exploitants à recourir massivement aux biocarburants pour le transport. Dans l'hypothèse où les pouvoirs publics continueraient d'accroître le niveau de soutien accordé aux biocarburants, ou si le prix du pétrole devait se maintenir indéfiniment à un niveau nettement supérieur à 60 USD, il se pourrait qu'une part très importante des terres soient converties à des usages agricoles pour la production de biocarburants (voir le chapitre 14 sur l'agriculture)<sup>2</sup>.

Bien que l'agriculture ait eu des répercussions essentiellement néfastes sur la biodiversité, ce n'est pas le cas partout, ni dans toutes les circonstances. Le bassin méditerranéen, par exemple, est considéré comme un « point chaud » de la biodiversité, en grande partie parce que l'agriculture a créé des conditions propices à la diversité des espèces. Les alpages constituent un autre exemple de conservation de la biodiversité par une activité agricole. L'agriculture biologique peut aussi être plus respectueuse de la biodiversité que d'autres modes de production agricole, dans la mesure où elle engendre une moindre homogénéisation des espèces végétales et animales à l'intérieur et à proximité des exploitations. Toutefois, il n'est pas certain que ces effets bénéfiques soient garantis à très grande échelle (Hole *et al.*, 2005). Ces constatations valent également pour de nombreuses autres régions de pays membres et non membres de l'OCDE. Bien qu'elles ne modifient en rien la conclusion générale selon laquelle le défrichage de terres destinées à l'agriculture a généralement des répercussions néfastes sur la biodiversité, elles incitent à nuancer quelque peu ce propos.

Il convient également de noter que l'« écologisation » de l'agriculture peut avoir un effet extrêmement favorable sur la biodiversité. Par exemple, l'octroi de plus en plus fréquent, dans les pays de l'OCDE, de paiements aux agriculteurs qui fournissent des services environnementaux offre la perspective d'accroître la biodiversité tout en maintenant ou en augmentant la production agricole (voir également le chapitre 14 sur l'agriculture).

### **Utilisation et exploitation non durables des ressources naturelles**

La surexploitation des espèces (surtout lorsqu'elle est illicite) réduit la biodiversité car elle décime certaines espèces végétales ou animales et nuit aux habitats et à l'interdépendance des espèces. Par exemple, la surexploitation du cabillaud dans l'Atlantique Nord a eu des effets en cascade sur l'ensemble de la chaîne alimentaire dans l'écosystème, et notamment sur d'autres stocks de poissons (Frank *et al.*, 2005). La surexploitation des arbres a entraîné la disparition de réserves importantes de biodiversité dans les forêts tropicales humides d'Amérique du Sud et d'Asie. Dans le passé, la surexploitation de certaines espèces a entraîné leur extinction.

La biodiversité marine subit la pression des activités de pêche et d'autres facteurs (voir le chapitre 15 sur la pêche et l'aquaculture). Du fait de la hausse de la demande de produits halieutiques, de la pollution et de l'eutrophisation croissantes du milieu marin, de la dégradation des habitats physiques, de la présence d'espèces exotiques envahissantes et des effets d'autres activités humaines, la pression anthropique exercée sur la biodiversité marine continuera d'augmenter d'ici 2030 (voir Committee on Biological Diversity in Marine Systems, 1995, pour de plus amples détails sur les répercussions de chacun de ces phénomènes sur la biodiversité). Par ailleurs, certains effets précoces du changement climatique préjudiciables à la biodiversité marine devraient s'intensifier (Gattuso *et al.*, 1998).

Environ 40 % des superficies boisées ont disparu pendant l'ère industrielle et la déforestation se poursuit dans de nombreuses régions. Entre 2005 et 2030, 13 % de la superficie des forêts naturelles de la planète devraient encore disparaître d'après le scénario de référence, les taux de déforestation les plus sévères étant enregistrés en Asie du Sud et en Afrique (compte non tenu du repeuplement forestier récent). Cette évolution reflète la demande croissante de produits forestiers, la production mondiale de bois ayant augmenté de 60 % au cours des quatre dernières décennies (voir encadré 9.2). Toutefois, certains pays tempérés ont reconstitué des zones boisées au cours des dernières décennies, essentiellement grâce à des plantations forestières. La ligniculture permet de récolter une proportion croissante de bois rond, qui représentait 22 % de l'ensemble du bois récolté en 2000. Mais les plantations forestières sont souvent monospécifiques, de sorte que leurs écosystèmes sont moins riches et moins diversifiés que ceux des forêts naturelles. La demande de produits forestiers devrait continuer à progresser au cours des prochaines années, surtout dans les économies émergentes, comme la Chine et l'Inde. Cette évolution devrait renforcer les pressions exercées par les abattages illégaux et favoriser le développement des plantations forestières.

### **Espèces exotiques envahissantes**

Le problème des espèces exotiques envahissantes, qui est imputable aux activités humaines, est considéré comme l'un des principaux facteurs du recul de la biodiversité (voir Wilson, 2002), et il ne devrait pas s'atténuer d'ici 2030. Bon nombre des facteurs humains qui ont favorisé la migration des espèces se renforcent actuellement sous l'effet de la prospérité économique. Par exemple, les échanges et les voyages, qui devraient tous deux connaître une forte croissance, ont fortement contribué au déplacement d'espèces hors de leur aires naturelles (l'eau de ballast des navires, et les semences ou les animaux transportés dans des véhicules sont des exemples classiques). De nombreuses espèces ont également été délibérément introduites dans le passé pour des raisons économiques : on estime que 98 % environ de la production agricole mondiale est basée sur des espèces qui ne sont pas originaires des régions où elles sont actuellement cultivées ou élevées. Cette constatation s'applique tant aux espèces végétales qu'aux espèces animales. L'action conjuguée des transplantations délibérées et accidentelles d'espèces parfois nuisibles a eu des effets anthropiques notables sur la répartition des espèces.

Les espèces envahissantes peuvent nuire à la biodiversité non seulement en perturbant l'équilibre des espèces à l'intérieur d'un écosystème, mais également en renforçant le caractère monolithique de la répartition des espèces sur l'ensemble de la planète. Un exemple particulièrement édifiant à cet égard est celui de l'île d'Hawaii, où il ne subsiste plus qu'un quart des espèces d'oiseaux originaires de l'île (qui y étaient présentes avant tout contact avec les Européens) et où près de la moitié des plantes à fleurs sauvages sont des espèces étrangères introduites postérieurement aux premiers contacts avec les Européens (Wilson, 2002). Ces nouvelles espèces confèrent à l'île d'Hawaii un aspect comparable à celui d'autres régions tropicales, alors que son isolement avait favorisé le développement d'un écosystème unique.

Le tableau 9.2 décrit l'ampleur des répercussions environnementales imputables à un petit échantillon d'espèces exotiques envahissantes. Quelques estimations chiffrent à plusieurs dizaines de milliers le nombre d'espèces envahissantes pour une poignée de pays (Atkinson et Cameron, 1993; Perrings *et al.*, 2000; Pimentel *et al.*, 1999).

## Encadré 9.2. Répercussions environnementales des activités forestières

Les forêts sont les écosystèmes terrestres les plus riches en biodiversité. Elles offrent à l'homme toute une gamme de valeurs, qui vont du bois, de la pulpe et du caoutchouc aux services environnementaux. Au niveau mondial, les forêts jouent un rôle déterminant dans la régulation du climat et constituent de vastes réservoirs de carbone. La biodiversité forestière est menacée par la déforestation, ainsi que par la dégradation et le morcellement des forêts. Parmi les principales causes du recul de la biodiversité forestière figurent les pressions exercées par la conversion de terres destinées aux cultures ou au pâturage, la gestion non durable des forêts, l'introduction d'espèces exotiques envahissantes, l'exploitation minière et la mise en place d'infrastructures. En règle générale, l'exploitation commerciale et le développement des plantations forestières ne sont pas les causes directes de la déforestation. Ils contribuent cependant dans une large mesure à la dégradation et au morcellement des forêts, qui peuvent accroître les risques de déforestation.

### Demande et production de bois

En 2005, près de la moitié de la superficie forestière mondiale était consacrée à la production de bois et de produits forestiers autres que le bois. La croissance rapide de la demande de bois – émanant notamment de l'industrie des pâtes et papiers à la suite d'une hausse de la consommation de papier, ainsi que du secteur de la production d'énergie désireux de fournir des biocarburants – devrait exacerber les pressions exercées sur les ressources forestières et compromettre encore davantage la survie des forêts. La production mondiale de bois rond s'est élevée à plus de 3,5 milliards de m<sup>3</sup> en 2005. La production de bois rond industriel, qui représente à peu près la moitié de la production totale de bois rond, a augmenté de 18 % environ entre 1980 et 2005. Parmi tous les produits à base de bois rond destinés à l'industrie, le papier et le carton sont ceux dont la production a connu la croissance la plus rapide, puisqu'elle a doublé entre 1980 et 2005 à la suite d'une hausse spectaculaire de la demande de papier dans les pays en développement (voir également le chapitre 19 sur les exemples sectoriels – pâtes et papiers). Plus de la moitié du bois rond produit dans le monde sert de bois de feu ou est converti en charbon, fournissant ainsi environ 10 % de l'énergie mondiale. Le bois de feu est également utilisé comme biocombustible moderne pour produire de l'électricité, du gaz et des carburants. La demande de biocombustibles en tant qu'énergie primaire pour produire de l'électricité devrait augmenter de 19 % d'ici 2030.

### Répercussions environnementales des activités forestières sur les zones boisées

#### Superficie forestière et déforestation

En 2005, la superficie forestière mondiale représentait environ 4 milliards d'hectares, soit 30 % de la superficie terrestre totale. Selon les projections effectuées dans le cadre du scénario de référence établi pour les *Perspectives de l'environnement de l'OCDE*, la superficie des forêts naturelles de la planète devrait diminuer de 13 % entre 2005 et 2030, les taux de déforestation les plus élevés étant prévus en Asie du Sud et en Afrique. Les forêts primaires ont disparu ou ont été remplacées par d'autres types de forêts à une cadence moyenne de 6 millions d'hectares par an au cours des 15 dernières années et le rythme ne cesse de s'accroître.

Les forêts sont classées en trois grandes catégories en fonction de la latitude : forêts boréales /taïga, forêts tempérées, et forêts tropicales. La superficie des forêts tempérées, qui se composent essentiellement de forêts secondaires et de plantations, a légèrement augmenté sur une longue période grâce au reboisement naturel et aux plantations réalisées sur des terres agricoles laissées à l'abandon. Par contre, les forêts tropicales et boréales primaires subissent les pressions de la déforestation et de la dégradation. À quelques exceptions près, le type d'exploitation pratiqué dans les régions boréales et tropicales donne lieu à des « coupes sauvages » dans des forêts primaires, c'est-à-dire à une exploitation à court terme de bois industriel, qui ne se soucie pas de la régénération à long terme des forêts. Les forêts sont exposées à de fortes dégradations liées aux dégâts d'abattage et aux répercussions que les déchets résiduels peuvent avoir sur l'eau, les sols, les cycles des éléments nutritifs et la richesse spécifique. Dans les régions tropicales, l'exploitation forestière est généralement suivie d'une conversion des terres à d'autres usages, tels que les cultures ou le pâturage.

## Encadré 9.2. Répercussions environnementales des activités forestières (suite)

### Développement des plantations forestières

Le développement croissant de la ligniculture intensive destinée à la production de bois peut également nuire à la biodiversité forestière. La superficie des plantations forestières productives, qui atteignait 109 millions d'hectares en 2005, a augmenté d'environ 2 millions d'hectares par an entre 2000 et 2005. Bien que la superficie totale des plantations forestières productives soit assez faible, le bois qui en est issu représente 22 % de l'offre mondiale de bois destiné à l'industrie (FAO, 2006). La superficie consacrée aux plantations productives devrait augmenter au cours des prochaines décennies pour répondre à la demande croissante de produits du bois.

La biodiversité des forêts plantées est nettement moins riche que celle des forêts naturelles. Les plantations forestières peuvent avoir un effet néfaste sur la structure et la composition chimique du sol, affecter le cycle hydrologique (et l'écosystème) local et épuiser gravement les ressources en eau du bassin hydrographique. Parmi les autres problèmes environnementaux associés aux plantations monospécifiques figurent notamment l'appauvrissement génétique et un risque accru de propagation de ravageurs et de maladies. D'aucuns font cependant valoir que la hausse de la production de bois issu de la ligniculture peut atténuer la pression que l'extraction de bois destiné à l'industrie exerce sur les forêts naturelles. Des forêts plantées gérées durablement peuvent également contribuer de manière déterminante à préserver la biodiversité en servant de zones tampons entre des forêts morcelées.

### Exploitation illicite et commerce non autorisé du bois destiné à l'industrie

L'exploitation illicite continue de menacer la biodiversité forestière. Selon les estimations, pas moins de 8 à 10 % du bois rond destiné à l'industrie dans le monde est issu d'exploitations forestières illicites (Seneca Creek Associates & World Resources International, 2004). C'est un problème qui touche à la fois les pays développés et les pays en développement. Il peut engendrer des coûts environnementaux, sociaux et économiques considérables et compromettre les efforts déployés au niveau international et national en vue d'assurer une gestion durable des forêts. Certains abattages illicites ont été signalés dans des zones forestières protégées. Les coûts économiques associés à l'exploitation illicite sont exorbitants : les pertes de marché au niveau mondial sont estimées à 10 milliards d'USD par an et le manque à gagner enregistré par les États pourrait atteindre 5 milliards d'USD (Banque mondiale, 2006a).

L'abattage illégal est motivé par la recherche d'un profit supérieur à celui généré par les activités licites et est souvent favorisé par le faible risque d'arrestation et/ou le montant peu élevé des amendes. Les lacunes de la législation forestière aggravent encore la situation. Plus largement, l'exploitation illicite est favorisée par la croissance de la demande mondiale de produits dérivés du bois et par l'existence d'une filière d'approvisionnement internationale extrêmement bien structurée. À l'extrémité de cette filière, il est étonnamment simple d'acheter des produits issus de forêts exploitées de manière illicite, puisque l'origine de la plupart des produits du bois est impossible à vérifier.

### Mesures envisageables

Satisfaire une demande croissante de ressources forestières tout en préservant la couverture forestière et la qualité de l'écosystème est un enjeu majeur, surtout dans les régions tropicales et boréales. Des efforts considérables ont été déployés au niveau international pour encourager et garantir une gestion durable des forêts et pour lutter contre l'exploitation illicite. Les mesures visant les problèmes liés à l'exploitation forestière sont particulièrement bénéfiques pour l'environnement car il s'agit d'un domaine d'interaction entre trois conventions concernant l'environnement (changement climatique, biodiversité, et désertification).

Pour promouvoir davantage la gestion durable des forêts et combattre l'exploitation illicite, il conviendrait de renforcer sans tarder la législation forestière et les mesures qui y sont associées. Une série d'instruments réglementaires pourraient être mis à profit : attribution de concessions, réglementation des intrants et des techniques (utilisation d'engrais chimiques et d'eau, par exemple), élaboration de normes relatives à l'intensité de récolte et d'exploitation et aux essences exploitables, obligation de réaliser

### Encadré 9.2. Répercussions environnementales des activités forestières (suite)

des études d'impact sur l'environnement, etc. Il importe de veiller à ce que les réglementations soient fondées sur les meilleures connaissances scientifiques disponibles à propos de la qualité des forêts et des répercussions éventuelles des activités forestières et à ce que leur mise en œuvre s'accompagne d'un suivi attentif de l'évolution de la qualité des forêts. Certains pays de l'OCDE appliquent depuis longtemps des techniques d'exploitation à impact réduit, mais ces pratiques de gestion durable ne sont pas mises en œuvre dans les forêts tropicales et boréales en raison de l'accroissement des coûts de production qu'elles engendrent et de la nécessité d'investir dans des activités de formation et de planification.

Les instruments économiques – redevances d'exploitation et de commercialisation de bois rond destiné à l'industrie, redevances ou amendes pour non-respect des réglementations pour certains types d'activités forestières, prélèvements fiscaux en cas de conversion de zones forestières à d'autres usages, et aides au boisement, par exemple – peuvent être utilisés pour promouvoir une gestion plus durable des forêts. Dans le même temps, il est primordial de supprimer ou d'adapter les mesures de soutien qui favorisent la surexploitation des forêts naturelles, comme les aides à la création de plantations forestières ou à la conversion de forêts naturelles en terres agricoles.

L'écocertification est un autre instrument important pour réduire chez les consommateurs la demande de produits du bois issus de forêts gérées non durablement. Plusieurs systèmes de certification ont été mis en place par l'industrie des produits forestiers, par des ONG environnementales et par l'Union européenne. Il importe d'élaborer un ensemble précis d'indicateurs pour assurer une gestion durable des forêts dans le cadre de chacun des systèmes de certification.

Tableau 9.2. Répercussions environnementales imputables à certaines espèces exotiques envahissantes

Espèce envahissante	Répercussions
Fourmi folle jaune ( <i>Anoplolepis gracilipes</i> )	Forme des colonies géantes comptant plusieurs reines dans les forêts tropicales humides des îles du Pacifique. Tue les arthropodes, les reptiles, les oiseaux et les mammifères sur le sol forestier et dans la canopée. Se nourrit de feuilles d'arbres et d'insectes suceurs de sève.
Serpent brun arboricole ( <i>Boiga irregularis</i> )	Son arrivée dans l'île de Guam a pratiquement entraîné l'extinction totale d'oiseaux forestiers indigènes.
Paludisme des oiseaux ( <i>Plasmodium relictum</i> )	Est véhiculé par les moustiques, a contribué à l'extinction d'au moins 10 espèces d'oiseaux indigènes à Hawaï et en menace bien d'autres.
Cancer vert ( <i>Miconia calvescens</i> )	S'est propagé dans le Pacifique et a colonisé de vastes régions, s'est substitué à la végétation indigène et a accru la fréquence des glissements de terrain à cause de ses racines superficielles.
Jacinthe d'eau ( <i>Eichhornia crassipes</i> )	Présente actuellement dans plus de 50 pays sur cinq continents. Occulte et envahit les plantes aquatiques indigènes et restreint ainsi de manière spectaculaire la diversité biologique des écosystèmes aquatiques.

Source : GISP, 2000.

Le tableau 9.3 présente certains des coûts économiques associés aux perturbations causées par certaines espèces exotiques envahissantes. Il se limite à énumérer quelques-uns des coûts encourus, mais il est clair que ceux-ci peuvent être considérables. Ces coûts économiques ne rendent pas compte de nombreux effets qui sont réputés importants, mais qui n'ont pas été mesurés dans les études. Ainsi, les effets irréversibles exercés par certaines espèces envahissantes sur des écosystèmes locaux n'ont pas été quantifiés.

### Changement climatique mondial

Dans les conclusions de son rapport, le GIEC fait observer que de nombreux changements climatiques à long terme ont déjà été observés (GIEC, 2007). D'autres

Tableau 9.3. **Diverses répercussions économiques imputables à certaines espèces envahissantes**

Espèces	Variable économique	Impact économique
Organismes pathogènes	Coût annuel pour la santé de l'homme, des végétaux et des animaux aux États-Unis	41 milliards d'USD par an
Diverses espèces végétales et animales exotiques	Coût économique des dommages causés aux États-Unis	137 milliards d'USD par an
Tamaris d'été ( <i>Tamarix</i> spp.)	Valeur de la perte des services rendus par l'écosystème dans l'ouest des États-Unis	7-16 milliards d'USD sur 55 ans
Centaurée ( <i>Centaurea</i> spp.) et euphorbe feuillue ( <i>Euphorbia esula</i> )	Répercussions économiques dans trois États américains	40.5 millions d'USD par an de coûts directs 89 millions d'USD de coûts indirects
Moule zébrée ( <i>Dreissena polymorpha</i> )	Dommages occasionnés à des usines situées aux États-Unis et en Europe	Coûts cumulés 1988-2000 = 750 millions d'USD à 1 milliard d'USD
Espèces végétales exotiques les plus gravement envahissantes	Coûts du traitement herbicide au Royaume-Uni de 1983 à 1992	344 millions d'USD/an pour 12 espèces
Six espèces d'algues	Coût économique des dommages causés aux agro-écosystèmes australiens	105 millions d'USD/an
Pin ( <i>Pinus</i> ), hakeas ( <i>Hakea</i> spp.) et acacia ( <i>Acacia</i> spp.)	Coûts de restauration du règne végétal d'Afrique australe	2 milliards d'USD
Jacinthe d'eau ( <i>Eichhornia crassipes</i> )	Coûts supportés dans 7 pays africains	20-50 millions d'USD/an
Lapin	Coûts supportés par l'Australie	373 millions d'USD/an (pertes agricoles)
Varroa	Coût économique supporté par le secteur apicole néozélandais	267-602 millions d'USD

Source : GISP, 2001, avec références citées.

changements climatiques devraient se produire au cours des prochaines décennies, non seulement à cause des gaz émis dans le passé, mais également parce qu'il est impossible de ramener immédiatement les émissions à zéro (voir le chapitre 7 sur le changement climatique). Ces modifications climatiques ont des répercussions directes sur l'écosystème et sur certaines espèces.

Des études à petite échelle établissant des corrélations entre les changements climatiques et la biodiversité sont de plus en plus souvent réalisées (Parmesan, 2005), mais la plupart d'entre elles se concentrent sur une seule espèce et sur l'évolution des populations au sein d'un écosystème ou d'un biome déterminé<sup>3</sup>. Quelques études établissent des corrélations entre le changement climatique et la biodiversité en s'appuyant sur la modification de la répartition géographique des espèces. Le climat incite généralement les espèces à se concentrer dans des zones où leur survie ou celle de leur source de nourriture est assurée. On constate généralement (mais pas toujours) que de petites hausses de température provoquent une migration vers des latitudes plus septentrionales ou vers des altitudes plus élevées (Parmesan, 1996). Ces variations provoquent la contraction de certains écosystèmes et l'expansion de certains autres. Par exemple, la plupart des modèles d'écosystèmes prédisent que le réchauffement entraînera la disparition d'une partie de la toundra à mesure que les forêts boréales situées plus au sud remonteront vers le nord. Les espèces tributaires de l'écosystème de la toundra verront leur habitat se rétrécir et leurs populations déclineront. La migration des espèces vers le nord est déclenchée par une variation des températures diurnes maximales et des températures nocturnes minimales. La température maximale est l'élément qui détermine si une espèce



Le changement climatique aggravera les pressions exercées sur la biodiversité.

est en mesure de trouver un habitat adéquat pendant la saison de croissance et de reproduction, tandis que la température minimale est celui qui détermine si l'espèce peut survivre à la saison hivernale.

L'évolution des températures aura également des répercussions sur les écosystèmes montagneux. Le réchauffement devrait inciter les espèces à se déplacer vers des altitudes plus élevées. Une analyse des écosystèmes californiens révèle que les forêts d'altitude devraient se contracter sous l'effet des scénarios climatiques futurs (Lenihan *et al.*, 2003). Les espèces tributaires de ces forêts seront menacées. Les écosystèmes aquatiques peuvent également être affectés par le changement climatique, car il est établi que certains d'entre eux sont sensibles à de faibles changements de température. Le cabillaud, par exemple, ne tolère qu'une faible variation des températures, faute de quoi sa capacité de reproduction est compromise, puisque la ponte n'est induite que dans une très petite fourchette de températures. On a observé sur les récifs coralliens des effets notables qui seraient liés au changement climatique limité intervenu ces dernières décennies (Hughes *et al.*, 2003).

Le changement climatique suscite également des préoccupations en ce qui concerne les mesures de conservation. En effet, les initiatives actuelles sont géographiquement statiques, c'est-à-dire qu'elles visent à préserver une région, plutôt qu'un écosystème qui se déplace. Or, face à la menace du changement climatique, il pourrait être judicieux d'anticiper l'emplacement futur des habitats et pas seulement de connaître leur localisation actuelle. Les mesures de conservation pourraient prévoir la mise en place de stratégies dynamiques consistant soit à s'adapter au déplacement progressif des habitats, soit à créer des zones tampons et des couloirs écologiques. Au vu de l'occupation actuelle du territoire autour de nombreuses zones protégées et de son profil d'évolution, il sera à l'évidence difficile de laisser suffisamment d'espace à la biodiversité pour s'adapter au changement climatique. Mitchell *et al.* (2007) ont recensé plusieurs mesures générales d'adaptation qui pourraient faciliter le processus d'ajustement au Royaume-Uni, de manière à ce que le changement climatique futur ne compromette pas la capacité des pouvoirs publics d'atteindre les objectifs fixés en matière de biodiversité. Les systèmes naturels résilients n'auront pas seulement des effets bénéfiques sur la biodiversité. Ils préserveront également les « services » rendus par les écosystèmes, dont le remplacement pourrait être coûteux : conservation des sols, purification de l'air et de l'eau, productivité agricole et autres avantages économiques et sociaux moins directs, tels que les activités de loisirs (voir le chapitre 13 pour une réflexion plus approfondie).

Les analyses fondées sur les modèles actuels suggèrent que le réchauffement qui se produira au cours des prochaines décennies suffira pour exercer une pression sur de nombreuses espèces (GIEC, 2007). Son impact sur la biodiversité sera fonction de l'écosystème. La pression du changement climatique viendra s'ajouter aux répercussions sur les espèces et les écosystèmes exercées par des facteurs tels que les changements d'utilisation des terres, les espèces exotiques envahissantes, le morcellement des habitats lié au développement des infrastructures, et les dépôts d'azote ou d'autres substances polluantes à large dispersion.

### **Pollution d'origine industrielle et agricole**

Depuis les années 1950, les concentrations d'éléments nutritifs – c'est-à-dire la hausse anthropique des teneurs en azote, en phosphore, en soufre et autres substances polluantes associées aux éléments nutritifs – constituent un facteur potentiellement important de modification des écosystèmes terrestres, dulcicoles et côtiers. De surcroît, ces concentrations



devraient augmenter sensiblement à l'avenir (voir également le chapitre 10 sur l'eau douce). La production d'engrais azotés synthétiques a joué un rôle déterminant dans la hausse spectaculaire de la production de denrées alimentaires au cours des 50 dernières années, mais cette production conjuguée à d'autres sources anthropiques moins importantes d'azote produit actuellement une quantité d'azote réactif (disponible biologiquement) supérieure à celle produite par l'ensemble des voies naturelles combinées. Les dommages causés par ces engrais (et par d'autres polluants) ont fait l'objet de nombreuses études tout comme le nombre croissant de « zones mortes » marines résultant de l'eutrophisation (Diaz *et al.*, 2003; Howarth *et al.*, 1996, par exemple). Certains de ces impacts sont permanents et nécessiteront une intervention humaine très vigoureuse pour y remédier. On sait que l'acidification des lacs diminue (quoique lentement) si l'on supprime les sources de pluies acides, mais les opérations de repeuplement ne permettent pas d'assurer une restauration complète des espèces présentes avant ces impacts (Keller *et al.*, 1999).

Si les excédents d'azote (c'est-à-dire le total des apports azotés liés aux engrais, aux effluents d'élevage et aux dépôts atmosphériques moins les prélèvements liés aux activités agricoles) rejetés dans l'environnement de la zone OCDE ont baissé entre 1990 et 2002, ils ont cependant augmenté dans certains pays, principalement non européens, de l'OCDE. Dans les pays en développement, le rendement d'utilisation des engrais a diminué entre 1970 et 1995. Dans certains cas, cette baisse peut simplement s'expliquer par une baisse des rendements, mais dans d'autres les quantités de substances fertilisantes rejetées dans l'environnement ont été plus importantes que celles absorbées par les cultures (en Chine, par exemple). Certains pays en développement présentent toutefois un bilan d'azote déficitaire (en particulier en Afrique), ce qui peut entraîner une baisse de productivité des sols liée à l'épuisement des réserves azotées et phosphorées des sols.

Selon les projections effectuées dans le cadre du scénario de référence des *Perspectives*, les excédents d'azote continueront d'augmenter d'ici 2030 dans l'ensemble du monde du fait de l'accroissement de la production agricole (et de son intensification) et des pressions liées aux rejets d'eaux usées non traitées dans des zones urbaines en forte expansion. Les principales augmentations d'excédents azotés devraient intervenir dans la région asiatique. Les incidences néfastes d'autres substances polluantes se sont atténuées en Amérique du Nord et en Europe, mais restent de plus en plus préoccupantes dans d'autres régions.

### **Désertification**

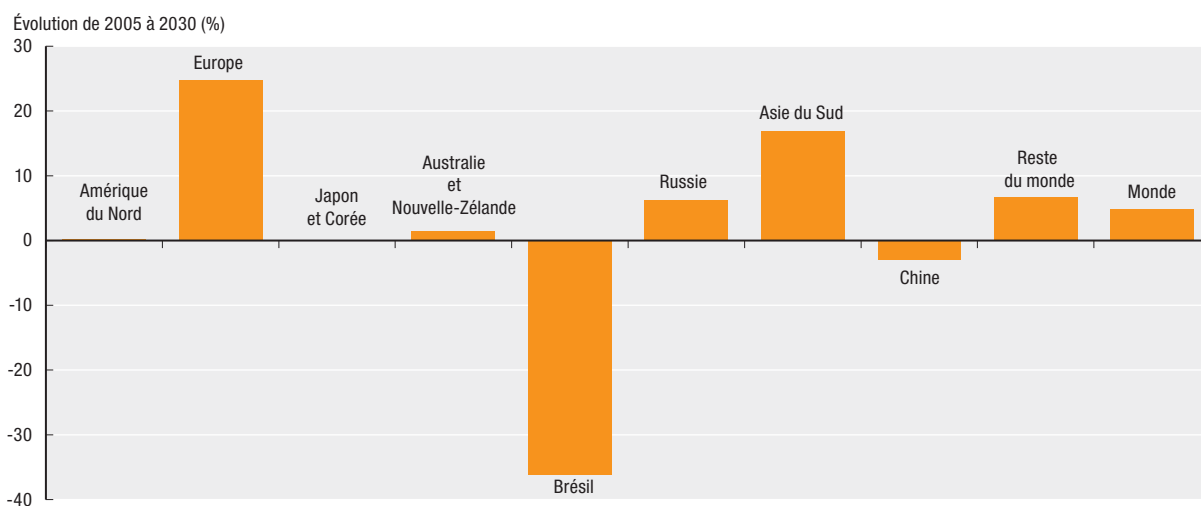
Les zones sèches – arides, semi-arides et subhumides – occupent 41 % de la superficie des terres de la planète (MEA, 2005b). On estime qu'au moins un quart des zones sèches sont déjà dégradées et en voie de désertification (Safriel, 1997).


Les activités humaines contribuent directement à la dégradation des zones sèches (et à la désertification) par des changements d'utilisation de la couche arable des sols dans les zones vulnérables. Il s'ensuit une perte d'éléments minéraux recyclés et de matières organiques, une diminution de la capacité de rétention d'eau, et un appauvrissement des banques de semences. Dans nombre de régions, l'irrigation provoque la salinisation : l'eau d'irrigation fait remonter les sels contenus dans le sol mais elle n'est pas assez abondante (en partie à cause d'une forte évaporation) pour assurer leur lessivage. Lorsque les terres de culture ou d'élevage sont abandonnées en raison de la salinisation, le faible niveau de tolérance des espèces originelles aux sols salés rend impossible de restaurer les conditions d'origine. La désertification devient alors irréversible sans une intervention humaine à grande échelle.

On considère que le changement climatique contribue aussi indirectement à la dégradation des zones sèches, mais le phénomène est plus compliqué à quantifier de manière rigoureuse car il est difficile de faire la part entre les impacts climatiques locaux liés aux émissions de GES et la variabilité naturelle du climat.

Selon le scénario de référence des *Perspectives*, face à la croissance de la demande, les activités agricoles devraient évoluer et notamment les terres agricoles devraient connaître une expansion substantielle. Le graphique 9.4 montre l'expansion qui devrait se produire dans les zones arides. Bien sûr, la désertification n'est pas inéluctable, mais si l'on ne s'emploie pas à la combattre, le risque est réel. L'évolution constatée en Europe concerne surtout la Turquie où le scénario de référence prévoit une expansion non négligeable. Au Brésil, la petite part d'activités agricoles pratiquées dans les zones arides est progressivement arrêtée au profit d'autres zones plus rentables. Les résultats pour la Russie et l'Asie du Sud s'expliquent par une expansion générale de l'activité agricole, mais en Asie du Sud, comme celle-ci ne peut être pratiquée que dans les zones arides, son impact y est plus marqué.

Graphique 9.4. **Évolution des activités agricoles dans les zones arides, 2005-2030**



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/310448201426>

Source : Scénario de référence des *Perspectives de l'environnement de l'OCDE*.

## Conséquences pour l'action des pouvoirs publics

Bien que la plupart des mesures en faveur de la biodiversité soient adoptées au niveau national ou infranational, les avantages tirés de la diversité biologique, ainsi que les pressions auxquelles elle est soumise, s'étendent au-delà des frontières. En 2006, 190 pays avaient ratifié la Convention sur la diversité biologique (CDB) visant à conserver la biodiversité et à promouvoir l'utilisation viable de ses composantes. Une série d'autres accords multilatéraux sur l'environnement contribuent également à préserver la biodiversité. C'est notamment le cas de la Convention sur le commerce international des espèces sauvages de faune et de flore menacées d'extinction (CITES), la Convention relative aux zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau (Convention Ramsar), la Convention concernant la protection du patrimoine mondial, culturel et naturel, et la Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe. Ces instruments visent à mettre en place un processus

coordonné de lutte contre l'érosion de la biodiversité. Leur mise en œuvre est généralement assurée au niveau national par le biais de mesures destinées à agir sur les causes du recul de la biodiversité. L'estimation de la valeur permet d'établir des priorités et de fixer des objectifs de façon à prendre les mesures au niveau adéquat et à cibler les problèmes les plus urgents. L'essentiel de l'analyse des choix publics présentée dans la présente section repose donc sur le postulat implicite que la définition des priorités et des objectifs s'appuie notamment sur des estimations de valeur (encadré 9.3).

### Encadré 9.3. **Estimer la valeur de la biodiversité : une étape nécessaire**

Les mesures de préservation de la biodiversité visent directement ou indirectement à porter le coût des activités ayant des répercussions sur la diversité biologique à un niveau reflétant la valeur que la société lui accorde. Avec les instruments de marché, c'est le prix du marché que l'on cible.

Par exemple, les taxes sont un coût imposé aux utilisateurs de ressources liées à la biodiversité pour tenir compte de la perte que cet usage entraînera pour d'autres (c'est-à-dire le coût social). Les taxes sont des mesures « indirectes » parce qu'elles obligent les décideurs à obtenir des informations supplémentaires sur l'ampleur de cette perte collective par des moyens autres que l'observation du marché lui-même – la valeur de la taxe est censée internaliser exactement le coût non marchand de l'activité. Pour fixer le montant de la taxe au niveau optimal pour la société, les décideurs doivent disposer d'informations sur le (sur)coût social de l'utilisation de la ressource liée à la biodiversité. L'estimation de la valeur économique donne une mesure monétaire des impacts (monétaires et non monétaires) et contribue donc à fixer le montant de la taxe. D'autres instruments d'action, tels que les réglementations ou la fourniture et la collecte d'informations scientifiques, doivent également s'appuyer sur une estimation de la valeur de la biodiversité pour justifier l'affectation de ressources à la réalisation des objectifs affichés.

### **Dispositifs réglementaires et zones protégées**

Les restrictions ou les interdictions applicables à la récolte ou à l'utilisation d'espèces sauvages sont couramment utilisées dans de nombreux pays pour protéger des espèces menacées ou en voie d'extinction ou pour préserver des écosystèmes ayant une certaine valeur. Au niveau mondial, la CITES<sup>4</sup> réglemente le commerce international de produits tirés d'espèces d'animaux et de plantes sauvages.

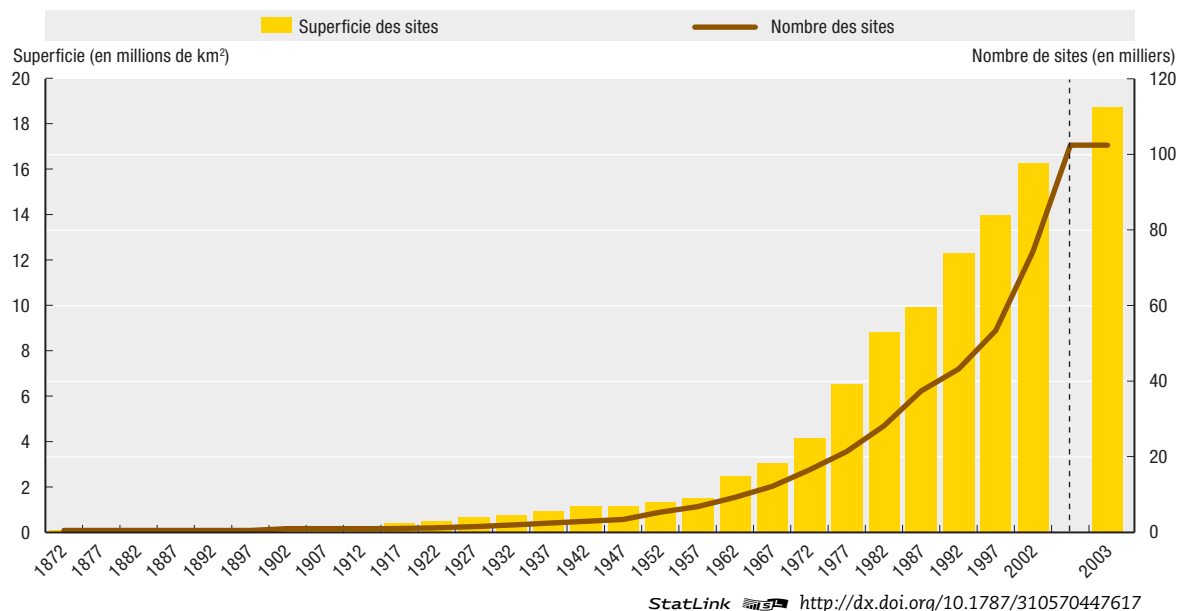
La création de zones protégées est un autre instrument d'action important pour conserver la biodiversité. Le graphique 9.5 montre que les zones protégées ont connu une extension particulièrement rapide ces trois ou quatre dernières décennies. En 2003, près de 12 % de la superficie terrestre totale était consacrée aux zones protégées (Chape et al., 2003).

Bien entendu, le nombre de zones protégées et la superficie couverte ne donnent qu'une indication sommaire de l'efficacité des mesures destinées à promouvoir la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité. Pour optimiser les politiques, il y aurait lieu de déterminer le coût que nécessiterait la protection d'une nouvelle zone en fonction du bénéfice (général) supplémentaire qu'elle apporterait. De telles analyses n'ont



Les zones protégées couvrent près de 12 % de la superficie terrestre de la planète.

Graphique 9.5. Évolution cumulée des zones protégées dans le monde, 1872-2003



Source : Chape et al., 2003.

pas été réalisées car elles nécessiteraient de disposer d'un grand nombre d'informations, mais il y a des raisons de croire que même les zones protégées existantes sont sous-financées (Balmford et al., 2002). Ce sous-financement a pour principale origine les causes de défaillances du marché traditionnellement pointées du doigt par les économistes : le décalage entre ceux qui retirent les avantages de la conservation de la biodiversité et ceux qui en supportent les coûts (OCDE, 2007).

Certains biomes sont bien représentés dans les zones protégées, tandis que d'autres le sont moins. La protection des forêts tropicales humides, des forêts subtropicales/tempérées humides et des écosystèmes insulaires mixtes a fortement augmenté, tandis que celle des systèmes lacustres et des prairies tempérées reste très insuffisante. Les écosystèmes marins sont considérés comme sous-représentés, puisqu'ils ne comptent que quelques zones protégées. Après avoir compilé une série d'études sur les zones marines protégées, Halpern (2003) a montré que cette protection offre bel et bien des avantages en termes de densité, de biomasse, de taille des organismes et de diversité des espèces.

Certains pays s'orientent vers des régimes de gestion des pêches fondée sur l'écosystème. Pour se rendre compte de la difficulté que présente la mise en œuvre effective d'une gestion rationnelle à l'échelle planétaire, il n'est pas inutile de rappeler qu'on évoque souvent la « tragédie des biens communs » pour décrire les incitations qui s'offrent aux pêcheurs. La pêche non durable qui caractérise le secteur revêt un caractère systémique, et modifier les comportements pour parvenir à une gestion rationnelle des pêches est une entreprise considérable. La vitesse de destruction des écosystèmes marins est telle que l'intérêt de la biodiversité justifie de prendre des mesures immédiates comme la multiplication des zones marines protégées, tout en continuant d'œuvrer en faveur d'une gestion rationnelle à long terme (voir également le chapitre 15 sur la pêche et l'aquaculture).

Il va sans dire que la création d'une zone protégée n'est qu'une première étape. Si l'on ne contrôle pas l'application effective de la protection, la biodiversité risque bien de disparaître. L'Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources

(UICN) a établi sept catégories de zones protégées – qui vont des zones où l'activité humaine est sévèrement limitée aux zones où seuls certains éléments de l'environnement naturel sont préservés de toute atteinte. Ce classement témoigne bien de ce que la protection et l'exploitation durable sont des objectifs complexes qui doivent être réalisés de différentes manières en vue d'atteindre divers objectifs sociaux. Il importe d'intégrer la création de zones protégées dans un programme global d'exploitation durable pour assurer une viabilité et une compatibilité à long terme avec les objectifs de développement. Le plus souvent, toutefois, les zones concernées ne reçoivent même pas le niveau de protection qu'elles sont censées obtenir. Or, il est tout aussi important de financer correctement la gestion des zones protégées que d'accroître leur superficie. Certaines zones protégées sont qualifiées de « parcs sur papier » car rien ne les distingue d'autres zones, de sorte que les mesures de suivi et de contrôle de l'application sont quasi inexistantes.

Protéger une zone contre certains types d'aménagements n'est qu'une mesure réglementaire parmi d'autres, qui peut être appliquée pour garantir la réalisation d'objectifs de biodiversité. Même si les mesures réglementaires ont souvent été l'instrument de choix utilisé à l'excès dans de nombreux domaines d'action, elles ont néanmoins leur place sur le terrain complexe de l'élaboration des politiques en faveur de la biodiversité. Les coûts d'information et de transaction peuvent quelquefois plaider en leur faveur, dans la mesure où elles peuvent limiter les coûts de gestion, de suivi et de contrôle de l'application, ainsi que les coûts privés liés à la mise en œuvre. Parmi les mesures réglementaires dont les pouvoirs publics disposent pour promouvoir la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité figurent notamment :

- Redevances et amendes de non-respect des réglementations (pour certains types d'activités forestières, par exemple).
- Cadres établissant les responsabilités en cas d'atteintes portées à certaines espèces.
- Redevances de responsabilité dont les recettes servent à la remise en état ou à la protection de zones écologiquement sensibles.
- Mise en œuvre de dispositifs de labels en rapport avec la biodiversité.
- Mesures locales destinées à faciliter la coopération régionale.
- Initiatives de recherche et développement destinées à promouvoir le développement des connaissances relatives à la biodiversité.
- Mesures rigoureuses de suivi et de contrôle de l'application.

### ***Incidations économiques et création de marchés***

Des mesures incitatives peuvent être utilisées pour tenter de compenser l'écart entre la valeur marchande des biens et services issus de la biodiversité pour les individus et la valeur que l'ensemble de la société accorde à la biodiversité. Elles peuvent accroître les coûts des activités dommageables pour les écosystèmes et récompenser les activités de conservation et de mise en valeur ou de restauration de la biodiversité. Étant donné que le principal problème auquel se heurte la conservation de la biodiversité est celui de la préservation du patrimoine commun de l'humanité, la mise en place d'incitations économiques capables de corriger le décalage entre la valeur privée et la valeur publique de la biodiversité devrait en principe suffire.

La création de marchés de la biodiversité passe par l'élimination des obstacles aux échanges de biens et services issus de la biodiversité et par la sensibilisation du public à

leurs spécificités. Parmi les étapes importantes du processus d'élimination des obstacles figurent la création et l'attribution de droits de propriété et/ou de jouissance clairement définis et stables, ainsi que la création d'instruments d'information relatifs aux produits. La création de marchés est basée sur l'idée que les détenteurs de ces droits maximiseront la valeur de leurs ressources à long terme, optimisant ainsi l'exploitation, la conservation et la restauration de la biodiversité.

L'éventail des incitations économiques dont les pouvoirs publics disposent pour promouvoir la conservation et l'exploitation durable de la biodiversité comprend notamment :

- Des instruments financiers qui optimisent l'achat de « services » liés à la biodiversité (mises aux enchères, par exemple).
- Des dispositifs de compensation garantissant le maintien d'un niveau général de biodiversité, moyennant certains arbitrages locaux.
- Des droits ou des redevances à acquitter pour l'obtention de permis de pêche.
- Des redevances à acquitter pour les prélèvements d'eau de surface ou d'eau souterraine.
- Des redevances perçues au titre :
  - ❖ du pâturage du bétail sur les terres du domaine public ;
  - ❖ de l'utilisation de terres sensibles ;
  - ❖ de la chasse ou de la pêche d'espèces menacées ;
  - ❖ du tourisme dans des parcs naturels.
- Un soutien fondé sur les mécanismes du marché aux activités qui renforcent qualitativement et quantitativement la biodiversité.
- Des régimes d'accès et de mise en commun des avantages qui assurent une création de valeur pour les zones riches en biodiversité.



*Les incitations économiques contribuent de plus en plus à protéger la biodiversité, mais sont manifestement insuffisantes au vu de l'ampleur et de la persistance des pertes de biodiversité.*

L'une des principales approches en matière de création de marchés et d'incitations en rapport avec la biodiversité est celle des paiements au titre des services rendus par l'écosystème (PSE). Elle est basée sur l'idée qu'en obligeant la population à payer pour des services qu'elle obtient sinon gratuitement (parce qu'ils ne sont pas échangeables sur les marchés), on parviendra à limiter la surexploitation des services en question. Les régimes de PSE se sont progressivement répandus ces dernières années et devraient continuer à se généraliser. Les services liés aux bassins hydrographiques illustrent parfaitement ce mécanisme. De nombreuses villes prélèvent leur eau dans des bassins hydrographiques où l'agriculture exerce une pression sur la qualité de l'eau. L'octroi de paiements aux exploitants ou à d'autres utilisateurs des bassins hydrographiques en vue de les inciter à modifier leur activités a favorisé la préservation de ces bassins et a inversé la tendance à la dégradation de la qualité de l'eau. Quelques exemples particulièrement intéressants peuvent être trouvés en France, au Costa Rica et aux États-Unis (OCDE, 2004).

### **Information et autres instruments**

La création de marchés spécifiques de produits respectueux de la biodiversité part du principe que des consommateurs informés choisiront des produits favorables à la diversité

biologique. Le succès grandissant de l'agriculture biologique, du bois porteur d'un écolabel, du poisson issu de pêcheries durables, du café cultivé sous couvert forestier et de l'éco-tourisme montre que les consommateurs peuvent choisir de payer davantage pour un produit ou un service dont ils perçoivent l'effet bénéfique sur l'environnement.

En règle générale, les données et indicateurs physiques et économiques de qualité sur la diversité biologique sont rares, et ceux qui existent ne comportent guère d'informations permettant d'établir des comparaisons dans le temps ou entre pays. Ces lacunes ont ralenti les efforts engagés pour concevoir des mesures de protection appropriées. Des initiatives ont été prises dans de nombreux pays et instances internationales pour améliorer la compréhension physique des écosystèmes et de la biodiversité et pour les mesurer. La récente évaluation des écosystèmes pour le millénaire (2005a) présente une analyse actualisée de l'état des différents types d'écosystèmes de la planète, ainsi que des pressions dont ils font l'objet.

Plusieurs techniques permettant d'évaluer les avantages économiques de la biodiversité et des écosystèmes ont également été élaborées. Elles gagnent progressivement en rigueur et s'intègrent de plus en plus souvent au processus décisionnel (OCDE, 2002). Une fois que la valeur économique des services rendus par la biodiversité ou les écosystèmes est établie, ces informations peuvent être utilisées pour étayer les décisions des pouvoirs publics ou pour concevoir des incitations économiques adéquates permettant d'internaliser la totalité des coûts liés à l'utilisation des ressources naturelles.

### Coûts de l'inaction

La biodiversité a une valeur économique élevée. La bioprospection, la séquestration du carbone, les bassins hydrographiques et le tourisme figurent parmi les sources de valeur les plus manifestes. Ces sources directes de valeur n'englobent cependant pas des aspects indirects tels que la protection contre les principaux agents pathogènes, les sources d'innovation dans la production agricole, la valeur d'existence de la biodiversité, etc. La valeur pharmacologique de la biodiversité pourrait atteindre plusieurs milliards de dollars, puisqu'un produit de grande diffusion peut rapporter entre 5 et 10 milliards d'USD par an, déduction faite des coûts de production, et que sa valeur actuelle pendant sa durée de vie peut aller de 50 à 100 milliards d'USD. Le fait que la biodiversité restante puisse encore donner naissance à un petit nombre de médicaments très efficaces plaiderait fortement en faveur de sa conservation à des fins de bioprospection. La valeur liée au stockage du carbone pourrait également se chiffrer en dizaines de milliards de dollars puisque la biodiversité permet de stocker des quantités importantes de carbone : il existe désormais des marchés des émissions de carbone qui associent implicitement un prix à la fonction de stockage du carbone. Les services rendus par les bassins hydrographiques et la mégafaune charismatique sont globalement plus difficiles à estimer, mais ils se chiffrent indubitablement en milliards de dollars – la ville de New York elle-même a épargné des centaines de millions de dollars en choisissant de remettre en état son bassin hydrographique au lieu de construire une station d'épuration d'eau (Heal, 2000).

Le coût du recul de la biodiversité engendré par l'inaction persistante des pouvoirs publics sera considérable tant en termes de manque à gagner mesurable qu'en termes d'effets non marchands plus difficilement mesurables. Il est impossible de chiffrer exactement le coût total de cet appauvrissement, mais il y a de bonnes raisons de croire qu'il sera élevé.



## Notes

1. L'abondance moyenne des espèces permet de voir dans quelle mesure la biodiversité, au niveau macrobiologique, reste inchangée. Si l'indicateur est de 100 %, la biodiversité est comparable à l'état naturel ou à un état pratiquement inaltéré. L'indicateur est basé sur les répercussions estimées des diverses activités humaines sur les « biomes ». Par conséquent, la baisse de l'abondance moyenne des espèces est moins une mesure exacte de la perte des espèces qu'un indice de la hausse des pressions exercées sur la biodiversité.
2. Aux États-Unis, par exemple, il faut un hectare de maïs pour produire 3 100 litres d'éthanol (AIE, 2004), ce qui représente approximativement un tiers de la consommation annuelle de carburant d'une voiture américaine de petite cylindrée qui parcourt 18 000 km/an (ce qui correspond environ à la moyenne en Amérique du Nord). Il faut donc trois hectares de cultures pour produire la quantité totale de carburant consommée par chaque voiture de petite cylindrée. La superficie totale plantée en maïs aux États-Unis, qui s'élevait à 32 millions d'hectares en 2000, permettrait donc de produire suffisamment de carburant pour alimenter environ 10 millions de petites cylindrées – soit environ un dixième du parc automobile (petites et grosses cylindrées confondues) des États-Unis.
3. On peut citer à titre d'exemple une étude portant sur l'extinction d'une espèce de grenouille de haute montagne qui a succombé à des variations de précipitations et d'humidité (Pounds et Savage, 2004).
4. Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction.

## Références

- AIE (Agence internationale de l'énergie) (2004), *Biofuels for Transport: An International Perspective*, Agence internationale de l'énergie, Paris.
- Atkinson, I.A.E. et E.K. Cameron (1993), « Human influence on the terrestrial biota and biotic communities of New Zealand », *Trends in Ecology and Evolution*, 8: 447-51.
- Balmford, A. et al. (2002), « Economic Reasons for Conserving Wild Nature », *Science*, vol. 297, pp. 950-953.
- Banque mondiale (2006a), *Strengthening Forest Law Enforcement and Governance: Addressing a Systemic Constraint to Sustainable Development*, Report n° 36638-GLB, Washington, D.C.
- Banque mondiale (2006b), *Indicateurs du développement dans le monde, 2006*, avril, Banque mondiale, Washington D.C.
- Chape, S. et al. (2003), *United Nations List of Protected Areas*, UICN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni et UNEP-WCMC, Cambridge.
- Committee on Biological Diversity in Marine Systems (1995), *Understanding Marine Biodiversity*, Commission on Life Sciences, National Research Council, National Academy Press, Washington, D.C.
- Diaz, R.J., J.A. Nestlerode et M.L. Diaz (2003), « A Global Perspective on the Effects of Eutrophication and Hypoxia on Aquatic Biota », G.L. Rupp et M.D. White (éd.) *Proceedings of the 7th International Symposium on Fish Physiology, Toxicology and Water Quality*, Tallinn, Estonie, 12-15 mai.
- FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture) (2004), *La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture: 2004*, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome.
- FAO (2005), *Situation des forêts du monde, 2005*, Rome.
- Frank, K.T. et al. (2005), « Trophic Cascades in a Formerly Cod-Dominated Ecosystem », *Science*, vol. 308 (5728), 10 juin.
- Gattuso, J.-P. et al. (1998). « Effect of Calcium Carbonate Saturation of Seawater on Coral Calcification », *Global Planetary Change* 18, pp. 37-46.
- GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) (2007), *Quatrième rapport d'évaluation: Groupe de travail 1 – Résumé à l'intention des décideurs*, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Genève.
- GISP (Global Invasive Species Programme) (2001), *Global Strategy on Invasive Alien Species*, GISP, UICN, Gland, Suisse.
- Halpern, B. (2003), « The Impact of Marine Reserves: Do Reserves Work and Does Reserve Size Matter? », *Ecological Applications*, vol. 13, n° 1, pp. s117-s137.

- Heal, G. (2000), *Nature and the Marketplace: Capturing the Value of Ecosystem Services*, Island Press, Washington, D.C.
- Heilig, G. K., G. Fischer et H. van Velthuis (2000), « Can China Feed Itself? An Analysis of China's Food Prospects with Special Reference to Water Resources », *The International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, vol. 7, pp. 153-172.
- Hole, D.G. et al. (2005), « Does organic farming benefit biodiversity? », *Biological Conservation*, vol. 122, pp. 113-130.
- Howarth, R.W. et al. (1996), « Regional Nitrogen Budgets and Riverine N and P Fluxes for the Drainages to the North Atlantic Ocean: Natural and Human Influences », *Biogeochemistry*, vol. 35, pp. 1-65.
- Hughes et al. (2003), « Climate Change, Human Impacts, and the Resilience of Coral Reefs », *Science*, vol. 301, n° 5635, pp. 929-933.
- ISSG (Groupe de spécialistes des espèces envahissantes) (2000), *Aliens 12*, UICN, Gland, Suisse.
- Kelleher, G., C. Bleakley et S. Wells (1995), *A Global Representative System of Marine Protected Areas*, volume 1, Banque mondiale.
- Keller, W., J.M. Gunn et N.D. Yan (1999), « Acid Rain – Perspectives on Lake Recovery », *J. Aquat. Ecosys. Stress Recov.* 6: 207-216.
- Lenihan, J.M. et al. (2003), « Climate Change Effects on Vegetation Distribution, Carbon, and Fire in California », *Ecological Applications*, vol. 13, pp. 1667-81.
- MEA (Évaluation des écosystèmes pour le millénaire) (2005a), *Ecosystems and Human Well-Being*, Island Press, Washington DC.
- MEA (Évaluation des écosystèmes pour le millénaire) (2005b), *Ecosystèmes et bien-être humain : synthèse sur la désertification*, World Resources Institute (Institut des ressources mondiales), Washington, DC.
- Mitchell, R.J. et al. (2007), « England Biodiversity Strategy – Towards adaptation to climate change », Final Report to Defra for contract CRO327, Department for Environment, Food and Rural Affairs, Londres.
- OCDE (2002), *Manuel d'évaluation de la biodiversité : Guide à l'intention des décideurs*, OCDE, Paris.
- OCDE (2004), *Manuel pour la création de marchés de la biodiversité : Principaux enjeux*, OCDE, Paris.
- OCDE (2007), *People and Biodiversity Policies: Impacts, Issues, and Strategies for Policy Action*, OCDE, Paris, à paraître.
- Parmesan, C. (1996), « Climate and Species' Range ». *Nature*, vol. 382, pp. 765-766.
- Parmesan, C. (2005), « Range and abundance changes », Lovejoy, T.E. et L.J. Hannah (éd.), *Climate Change and Biodiversity*.
- Perrings, C., M. Williamson et S. Dalmazzone (2000), *The Economics of Biological Invasions*, Edward Elgar, Cheltenham, Royaume-Uni.
- Pimentel, D. et al. (1999), *Environmental and Economic Costs Associated with Non-Indigenous Species in the United States*, College of Agriculture and Life Sciences, Université Cornell, New York.
- Pimm, S. L. et al. (1995), « The future of biodiversity », *Science*, vol. 269, pp. 347-350.
- Pounds, A. et J. Savage (2004), « *Bufo periglenes* », *IUCN Red List of Threatened Species*, UICN 2006. Disponible à l'adresse suivante : [www.iucnredlist.org/search/details.php/3172/all](http://www.iucnredlist.org/search/details.php/3172/all) Consulté le 28 février 2007.
- Safriel, U.N. (1997), « Relations Between Biodiversity, Desertification and Climate Change », Report submitted to the Ministry of the Environment: *Israel Environment Bulletin*, été 1997-5757, vol. 20, n° 1.
- Secrétariat de la CDB (Convention sur la diversité biologique) (2006), *Perspectives mondiales de la diversité biologique*, deuxième édition, Montréal. Consultable à l'adresse suivante : [www.biodiv.org/GBO2](http://www.biodiv.org/GBO2).
- Secrétariat de la CDB (2007), « Cross-roads of Life on Earth. Exploring Means to Meet the 2010 Biodiversity Target. Solution-oriented Scenarios for Global Biodiversity Outlook », *CBD Technical Series*, n° 31, Montréal.
- Seneca Creek Associates & World Resources International, (2004), *Illegal Logging and Global Wood Markets: The Competitive Impacts on the US Wood Products Industry*, rapport élaboré pour l'American Forest and Paper Association, Poolesville, Maryland, États-Unis.
- Wilson, E. O. (2002), *The future of life*, A. E. Knopf, New York.