

P N U E

ANNUAIRE

QUESTIONS EMERGENTES

DANS NOTRE ENVIRONNEMENT MONDIAL

2011



UNEP

Programme des Nations Unies pour l'environnement

© 2011 Programme des Nations Unies pour l'environnement
ISBN: 978-92-807-3102-6
UNEP/GC.26/INF/2
DEW/1301/NA

Avis de non-responsabilité

Le contenu et les opinions exprimés dans le présent ouvrage appartiennent à leurs auteurs et ne reflètent pas nécessairement les opinions ou les politiques des organisations y ayant contribué ou du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), et ils ne signifient pas non plus leur approbation.

Les désignations employées et la présentation des données dans le présent ouvrage n'impliquent aucune prise de position de la part du PNUE quant au statut juridique d'un pays, d'un territoire, d'une ville ou de ses autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou de leurs limites.

La mention d'une société ou d'un produit commercial dans cette publication ne signifie pas l'aval du PNUE.

© Cartes, photos et illustrations : comme indiqué.

Crédits photographiques – pour la 1^{re} de couverture : Bill Macdonald (en haut), Lasse Arvidson/Stora Enso (en bas), Design Pics/Still Pictures (au milieu) ; pour la 4^e de couverture : Bureau des forêts du Ningxia (en haut), Pat Danna/www.patdanna.com (en bas à droite), Tara Thompson (en bas à gauche)

Reproduction

Le présent ouvrage peut être reproduit en tout ou partie sous une forme quelconque, à des fins éducatives ou non lucratives, sans autorisation préalable du détenteur des droits d'auteur, sous réserve d'en indiquer la source. Le PNUE souhaiterait recevoir un exemplaire de toute publication qui utiliserait le présent ouvrage comme source.

Le présent ouvrage ne peut être utilisé à des fins de revente ou toute autre fin commerciale quelle qu'elle soit sans autorisation écrite préalable du PNUE. Veuillez adresser toute demande d'autorisation, en précisant l'objet et l'intention de la reproduction, au Directeur, DCPI, PNUE, P.O. Box 30552, Nairobi 00100, Kenya.

Les données contenues dans le présent ouvrage concernant un produit couvert par un brevet ne peuvent être utilisées à des fins publicitaires

Cette publication a été imprimée dans des installations sans chlore certifiées ISO 9706 et ISO 14001 (environnement), en utilisant un vernis à base aqueuse, des encres végétales et du papier 100 % recyclé de post-consommation hors chutes et au label FSC (Forest Stewardship Council).

Produit par

Division de l'alerte précoce et de l'évaluation (DEWA)
Programme des Nations Unies pour l'environnement
P.O. Box 30552
Nairobi, 00100, Kenya

Tél. : +254 20 7621234

Fax : +254 20 7623927

Courriel : unepub@unep.org

Site web : www.unep.org

PNUE Annuaire 2011 : Questions émergentes dans notre environnement mondial, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi. Version française publiée en mai 2011 (original anglais en février 2011)
Site web : <http://www.unep.org/yearbook/2011>

Coordination/rédaction : Tessa Goverse et Susanne Bech

Art graphique, maquette, traduction et impression : Green Ink Ltd, Royaume-Uni

Distribution : SMI (Distribution Services) Ltd, Royaume-Uni

Le présent ouvrage est disponible à l'adresse suivante :
<http://www.earthprint.com>



Le PNUE
encourage des pratiques
respectueuses de l'environnement à
travers le monde et dans ses propres activités.
Cette publication est imprimée sur du papier sans
chlore et 100 % recyclé de post-consommation. Notre
politique de distribution vise à réduire l'empreinte
carbone du PNUE.

P N U E

ANNUAIRE

QUESTIONS EMERGENTES

DANS NOTRE ENVIRONNEMENT MONDIAL

2011



Programme des Nations Unies pour l'environnement



Table des matières

	Préface	v
	Résumé	vi
	Événements et développements	1
	Développement durable et économie verte	1
	Calendrier des événements 2010	2
	Energie renouvelable	4
	Le climat : un effort de longue haleine	5
	Réduction du carbone suie et de l'ozone troposphérique	7
	Impacts de la pollution atmosphérique sur la santé humaine : nouvelles découvertes	9
	Réchauffement des lacs	12
	La biodiversité menacée : il est temps d'agir	12
	S'impliquer : la science citoyenne	14
	Développement agricole durable	16
	Renverser la désertification dans la région du Ningxia, en Chine	17
	Références	18
	Calendrier des événements 2011	19
	Déchets de plastique dans l'océan	21
	Evaluation de l'ampleur du problème	21
	Impacts physiques et chimiques	25
	Effets sociaux et économiques : « plus vastes que l'océan »	28
	Comment aborder et résoudre les problèmes	28
	Perspectives d'avenir	32
	Références	32
	Phosphore et production alimentaire	35
	Un élément nutritif essentiel	35
	Une utilisation plus durable d'une ressource limitée	39
	Perspectives d'avenir	44
	Références	45



Perspectives émergentes sur la biodiversité forestière	47
Facteurs et conséquences de la perte de biodiversité forestière	48
Approches en matière de conservation de la biodiversité	51
Apprécier les forêts vivantes à leur juste valeur	53
Tendances de la gouvernance forestière	54
Perspectives d'avenir	56
Références	58



Indicateurs environnementaux clés	61
Destruction de la couche d'ozone	62
Changements climatiques	62
Utilisation des ressources naturelles	65
Perte de biodiversité	67
Déchets	68
Eau	68
Gouvernance environnementale	70
Analyse des indicateurs mondiaux et régionaux	71
Références	73
Remerciements	74
Abréviations	76
Index	77

Préface



Le monde reprend la Route de Rio, près de vingt ans après le Sommet de la Terre de 1992, dont les traités, les mesures politiques et les principes constituent désormais les jalons du développement durable.

Ces vingt dernières années ont connu une prolifération extraordinaire de découvertes scientifiques, qui nous permettent de mieux comprendre les impacts des activités humaines sur la planète et l'atmosphère.

C'est sur ces recherches scientifiques que se sont fondés les responsables politiques lorsqu'il s'est agi de choisir entre différentes options pour le changement et d'y trouver des réponses, comme le traité sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre, ou Protocole de Kyoto. Ce fut également le cas plus récemment, pour la décision de créer un Régime international d'accès et de partage des avantages découlant de l'utilisation des ressources génétiques, prise lors de la réunion de la Convention sur la diversité biologique (CDB), qui s'est tenue à Nagoya au Japon en 2010.

L'Annuaire 2011 du PNUE met en lumière certains des succès que l'on peut enregistrer en mettant pleinement la science au service du développement durable. Il montre cependant aussi que nombre des réponses internationales aux défis auxquels nous sommes confrontés sont encore, au mieux, très fragmentaires, et le plus souvent très à la traîne par rapport à l'ampleur et au rythme des changements environnementaux auxquels nous assistons de nos jours.

L'Annuaire 2011 du PNUE met l'accent sur trois questions émergentes. La première concerne les impacts de l'utilisation du phosphore dans la production alimentaire et pointe le risque d'une pénurie future des ressources en phosphore, ce qui fait contraste avec

les millions de tonnes d'engrais qui ruissellent des terres vers l'océan, où elles provoquent une prolifération d'algues et nuisent aux stocks de poissons et aux secteurs dépendant du tourisme.

Ce rapport se fait également l'écho de l'inquiétude croissante des chercheurs devant les impacts chimiques et physiques des déchets marins sur la flore, la faune et la chaîne alimentaire humaine. Il met enfin en lumière le rôle fondamental que joue la biodiversité pour préserver la santé des forêts.

Grâce à des politiques publiques judicieuses et à des conditions favorables, il sera possible de relever ces défis de manière à réduire l'empreinte écologique de l'humanité tout en créant de nouveaux débouchés commerciaux et des emplois, notamment dans le secteur de la gestion durable des déchets : il s'agit là de l'un des dix secteurs clés pour catalyser la transition vers une économie verte, faible en carbone et efficace dans son utilisation des ressources.

Le temps presse. Comme le montre l'Annuaire, les problèmes pérennes ne font dans la plupart des cas que s'intensifier, alors même que de nouveaux défis émergent.

L'année prochaine, lors de Rio+20, il incombera aux gouvernements d'œuvrer de toute urgence à combler le fossé entre les découvertes de la science et des décisions fermes s'inscrivant dans un ensemble de mesures conciliant enfin les fondamentaux économiques du développement durable et ceux de la société et de l'environnement.

L'Annuaire 2011 du PNUE donne un instantané du monde quinze mois avant Rio+20. Peut-être les Annuaire futurs exprimeront-ils une nouvelle réalité, fruit des décisions évolutives prises au Brésil en 2012.

Achim Steiner

Secrétaire général adjoint des Nations Unies et Directeur exécutif du Programme des Nations Unies pour l'environnement

Résumé

La série des Annuaire du PNUE fournit une mise à jour annuelle des découvertes scientifiques et des derniers développements. Il attire l'attention des gouvernements et des autres parties prenantes sur les questions environnementales qui se font jour. L'Annuaire s'inscrit dans un ensemble de produits du PNUE qui ont pour objectif de renforcer l'interface science-politique.

Les événements et développements présentés dans l'Annuaire 2011 du PNUE viennent nous rappeler qu'il est urgent d'obtenir des résultats dans les processus internationaux concernant les changements climatiques. Bien que les engagements des différents pays à réduire les gaz à effet de serre contribuent d'une manière non négligeable à la réduction des émissions qui s'impose si l'on veut empêcher la hausse de température de dépasser les 2 °C au cours du 21^e siècle, les chercheurs nous avertissent qu'il reste un important « écart des émissions » à combler, puisqu'il s'élève à 5 gigatonnes. On ne s'est guère intéressé jusqu'à présent à la nécessité de faire baisser les émissions de carbone suie et des précurseurs d'ozone troposphérique. Or de récentes recherches scientifiques montrent que la réduction de ce type de polluants permettrait d'atténuer considérablement les changements climatiques à court terme, sans parler des effets bénéfiques d'une telle réduction sur la santé humaine et la sécurité alimentaire.

Motivé par des considérations environnementales et des opportunités économiques, un dialogue international s'est engagé sur l'écologisation de l'économie. Tandis que les pays du monde ont renouvelé leur engagement à œuvrer en faveur d'un environnement durable et sont convenus de stratégies mondiales pour y arriver, les entreprises du secteur privé s'efforcent de saisir les nouvelles opportunités et de réagir aux signaux d'alarme qui suggèrent que les menaces pesant sur les écosystèmes sont autant de risques pour leurs opérations. L'essor rapide de la technologie mobile crée de nouvelles occasions de faire participer les citoyens aux prises de décisions environnementales. La science citoyenne peut en effet contribuer à combler d'importantes lacunes dans les données, tout particulièrement en matière de suivi de la biodiversité.

Aujourd'hui, l'empreinte humaine est visible jusqu'aux confins des océans : on y trouve en effet des plastiques. L'océan est devenu un dépotier mondial pour beaucoup des déchets que nous produisons. Chaque année, des déchets de plastique arrivent en grande quantité dans l'environnement marin où ils se fragmentent lentement et s'accumulent dans des zones de convergence. Les chercheurs se penchent en particulier sur l'impact potentiel des petites particules de plastique, ou microplastiques. On ne cerne pas encore bien le rôle des plastiques en tant que vecteurs de substances chimiques et d'espèces dans l'océan, mais il s'agit là d'une menace qui pèse sur les écosystèmes et sur la santé

humaine. Nombre de scientifiques s'inquiètent des effets des substances persistantes, bioaccumulables et toxiques qui pénètrent dans la chaîne alimentaire avec les déchets de plastique lorsque ces derniers sont ingérés par les poissons et autres organismes marins.

Les déchets de plastique peuvent endommager les filets, bloquer les hélices et polluer les plages et d'autres sites, ce qui a un impact considérable sur les secteurs halieutique et touristique. Les collectivités locales et autres institutions dépensent chaque année des millions de dollars pour enlever le plastique et les autres déchets marins. Pour réduire le volume du plastique qui se retrouve dans l'océan, il convient d'améliorer tous les aspects de la gestion des déchets et de renforcer les mesures politiques existantes.

Le phosphore est un nutriment vital pour la production alimentaire. La disponibilité à long terme de cet élément nutritif essentiel pour les plantes, ainsi que les conséquences environnementales de son utilisation, sont encore méconnues. L'agriculture a fréquemment recours à l'application d'engrais phosphatés obtenus à partir de phosphate naturel, une ressource non renouvelable dont l'utilisation ne cesse de croître depuis la fin du 19^e siècle. Si plusieurs pays disposent de stocks commercialement exploitables, les pays sans réserves nationales pourraient être particulièrement vulnérables à des pénuries mondiales.

De nos jours, plus de quatre fois plus de phosphore circule dans l'environnement qu'avant le recours aux engrais phosphatés dans l'agriculture, et pourtant seule une faible proportion de ce phosphore est récupérée dans les eaux usées et recyclée. L'optimisation des pratiques agricoles, le contrôle de l'érosion et la recherche de méthodes innovantes, comme la récupération du phosphore dans les stations d'épuration des eaux, permettraient d'atténuer les pressions sur l'environnement et de prolonger la durée des réserves de phosphore.

Nous connaissons et nous comprenons mieux que jamais la biodiversité. Mais les menaces qui pèsent sur elle n'ont jamais été aussi graves. La perte de biodiversité des forêts peut les rendre moins résistantes et de plus en plus vulnérables aux pressions accrues, comme le montre l'exemple de l'infestation du dendroctone du pin ponderosa présenté dans cet Annuaire. En se focalisant sur les forêts en tant que solution au problème des stocks de carbone, sans tenir compte du rôle primordial que joue la biodiversité pour renforcer la résilience des forêts, on risquerait d'investir massivement dans des systèmes qui sont vulnérables aux incendies et aux infestations de ravageurs et d'annuler par là même les gains réalisés grâce à la séquestration de carbone.

Il est essentiel de préserver la biodiversité des forêts pour pouvoir subvenir aux besoins des forêts et de l'humanité dans un monde qui s'adapte aux changements climatiques. Les approches basées sur les

écosystèmes reconnaissent l'importance de la biodiversité et la nécessité d'une large participation des parties prenantes dans la prise de décisions relatives aux forêts pour enregistrer des résultats plus efficaces en termes de conservation. Les nouvelles approches de la conservation de la biodiversité sont prometteuses, mais doivent être complétées par une gouvernance plus efficace et des investissements financiers plus importants.

Les indicateurs environnementaux comme ceux que nous proposons dans l'Annuaire permettent de mieux mesurer les impacts des interactions complexes entre l'humanité et l'environnement. Les dernières données disponibles et les tendances qui s'en dégagent révèlent des progrès concernant l'atténuation de l'appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique et les réponses aux besoins accrus en énergies renouvelables et en systèmes de certification environnementale. Cependant les émissions mondiales de dioxyde de carbone ne cessent d'augmenter, les écosystèmes continuent de subir l'impact de la surconsommation des ressources naturelles et la biodiversité continue de s'appauvrir à un rythme soutenu. En outre le manque de données environnementales, en particulier concernant les pays en développement, reste un problème majeur pour l'identification et le suivi des tendances environnementales internationales.

On trouvera dans cet Annuaire de nombreux exemples de mesures pratiques pour empêcher la pollution de progresser et les ressources de s'amenuiser. Mais la persistance des problèmes environnementaux montre aussi qu'il reste encore beaucoup à faire pour rendre la gouvernance environnementale plus efficace.

Tandis que les pays se préparent pour le Sommet de la Terre au Brésil (Rio+20), il est important de mettre en exergue les nouveaux défis qui pourraient compromettre les efforts en faveur du développement durable – tout comme les signes encourageants qui suggèrent que les pays, les entreprises et les communautés commencent à se mobiliser pour évoluer vers une économie à faible émission de carbone, moins gourmande en ressources.

Vos réactions et suggestions concernant l'Annuaire du PNUE sont les bienvenues. Nous invitons les lecteurs à utiliser le questionnaire qu'ils trouveront sur notre site : www.unep.org/yearbook/2011/



Photo : Vera Kratochvil



Photo : Project Kaisei



Photo : D.M.G. de Sousa



Photo : José Badelles



Photo : Edward Obi-Akperè



Sur une cinquantaine d'hectares d'un terrain non exploité de la base aérienne de Nellis, au Nevada (Etats-Unis), on a installé 70 000 panneaux photovoltaïques qui fourniront à cette base 15 mégawatts d'énergie solaire. *Photo : Nadine Y. Barclay/USAF*

Evénements et développements

Sous l'impulsion de considérations écologiques et d'opportunités économiques, un dialogue international portant sur l'écologisation de l'économie vient de s'engager. Les pays du monde ont réitéré leur engagement à œuvrer en faveur d'un environnement durable dans le cadre de différents forums mondiaux ; certains d'entre eux ont en outre lancé des initiatives sur le plan national. Le secteur privé a répondu favorablement non seulement aux opportunités que présentent les technologies propres et les investissements écologiques, mais également aux signaux d'alarme qui montrent que les menaces qui pèsent sur les écosystèmes pourraient aussi avoir de graves conséquences pour les affaires. Des scientifiques et d'autres parties prenantes nous indiquent en outre les multiples méthodes et technologies disponibles pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. Tous ces événements et développements à l'échelle mondiale – sans compter une série de phénomènes météorologiques extrêmes – continuent de nous pousser à obtenir des résultats dans les processus internationaux concernant les changements climatiques.

Des événements et développements environnementaux de l'année dernière se dégagent un tableau mitigé. Un bilan des progrès dans la réalisation des Objectifs du Millénaire pour le développement (OMD), établi en septembre, a montré que de nombreux pays, y compris parmi les plus pauvres, avaient accompli des progrès substantiels. L'Objectif 7, « Assurer un environnement durable », nécessite cependant un effort accru. La perte rapide de biodiversité n'a en effet pas encore subi de coup de frein, mais en octobre, les gouvernements se sont mis d'accord sur de nouvelles cibles. Ils sont également convenus de créer un nouvel organisme qui servira d'interface science-politique sur les questions de biodiversité. La dernière série de négociations climatiques, qui s'est tenue en décembre à Cancún au Mexique, a remis sur les rails les efforts internationaux dans le domaine des changements climatiques. L'ensemble des décisions prises lors de ce sommet a permis de concrétiser les objectifs nationaux et les initiatives prises par les gouvernements lors de la conférence de Copenhague, au Danemark, et par la suite. Il n'empêche qu'il existe toujours un écart considérable entre le niveau des émissions que les pays ont promis d'atteindre et celui qui est nécessaire pour empêcher la température mondiale d'augmenter de plus de 2 °C. Ce sera l'un des objectifs majeurs des négociations climatiques de Durban, en Afrique du Sud, en 2011 que de convenir d'un processus pour réduire cet écart.

L'année 2010 a connu des phénomènes météorologiques extrêmes. Selon l'Organisation météorologique mondiale (OMM), elle partage avec 1998 et 2005 le record de l'année la plus chaude jamais enregistrée (WMO 2011). L'année 2010 a en outre connu 950 catastrophes naturelles d'envergure contre 785 en 2009. La canicule qui a frappé la Fédération de Russie et, plus encore, les inondations au Pakistan, causées par la stagnation inhabituelle d'un courant-jet, ont fait de nombreuses victimes (Red Cross 2010). Quant aux impacts environnementaux de la fuite de pétrole brut dans le Golfe du Mexique, qui s'est poursuivie pendant plusieurs mois, on n'en mesure pas encore l'ampleur : il s'agit là d'une des pires marées noires de l'histoire. On continuera d'en évaluer les impacts en continu pendant les années à venir.

Développement durable et économie verte

Alors que le monde se remet lentement de crises économiques et financières, un dialogue mondial s'est engagé dans les pays, les communautés et les entreprises sur le capital naturel et l'écologisation de l'économie. C'est la nécessité de mesures concrètes et urgentes pour faire face aux changements climatiques en cette première moitié du 21^e siècle qui favorise ce dialogue, stimulé également par l'énorme potentiel d'opportunités économiques que représente le passage à une économie verte.

Une décennie après le Sommet du Millénaire de l'an 2000, les gouvernements se sont retrouvés lors d'une Réunion plénière de haut niveau de la soixante-cinquième session de l'Assemblée générale des Nations Unies pour faire le point sur les progrès accomplis dans la concrétisation des OMD et pour renouveler leur engagement en faveur de leur réalisation d'ici à 2015. Les pays en développement ont accompli d'importants progrès pour ce qui est des cibles de santé et d'éducation ; mais au niveau mondial, les progrès sont lents pour les autres objectifs, y compris celui d'assurer un environnement durable (IISD 2010, UN 2010a, UN 2010b, UNGA 2010). Parmi les domaines clés où un effort supplémentaire dans ce sens serait utile, citons les suivants :

- mise en œuvre des trois Conventions des Nations Unies sur la lutte contre la désertification, sur la diversité biologique et sur les changements climatiques, ainsi que des objectifs globaux sur les forêts et leur gestion durable
- sources d'énergies nouvelles et renouvelables, technologies à faible niveau d'émissions, utilisation plus efficace de l'énergie, recours accru aux technologies énergétiques de pointe et utilisation durable des sources d'énergie traditionnelles
- accès durable à l'eau potable et à l'assainissement de base
- systèmes intégrés de gestion des déchets
- gestion durable de la biodiversité et des écosystèmes marins, et préservation des écosystèmes de montagne fragiles
- modes de consommation et de production durables.

Calendrier des événements 2010

JANVIER

12 janvier

Un séisme d'une magnitude de 7,0 fait quelque 230 000 victimes et 1,5 million de sans-abri dans la capitale d'Haïti, Port-au-Prince, et les environs. En octobre, une épidémie de choléra tue plus de 1 200 personnes et des dizaines de milliers d'Haïtiens vivent toujours dans des campements de fortune bondés où l'accès à l'eau potable est très précaire et l'assainissement très médiocre.

FEVRIER

24-26 février

La onzième session spéciale du Conseil d'administration du PNUE/Forum ministériel mondial de l'environnement débouche sur la première Déclaration historique prononcée par les ministres de l'environnement en dix ans ; elle promet d'accélérer la réponse mondiale aux principaux défis liés à l'environnement et sa protection à long terme. Les gouvernements s'accordent aussi sur une action en collaboration sous l'égide des Conventions de Bâle, Rotterdam et Stockholm.

27 février

Dans le centre du Chili, un séisme mesurant 8,8 fait plus de 700 victimes et provoque des dégâts importants dans une grande partie du pays, notamment près de Concepción, la deuxième plus grande métropole chilienne. Près d'un demi-million de logements sont gravement endommagés. Les pertes essayées par l'économie chilienne sont estimées entre 15 et 30 milliards de dollars américains.



Photo : Photos d'archives Pan-African News Wire

MARS

13-25 mars

La quinzième Conférence des Parties à la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES) adopte des décisions prônant le renforcement de la gestion de l'habitat sauvage de plusieurs reptiles, la lutte contre le trafic de tigres et de rhinocéros et la mise à jour des règles commerciales applicables à une grande variété de végétaux et d'animaux.

18-19 mars

La quatrième réunion du Conseil d'orientation du programme ONU-REDD approuve un financement à hauteur de 14,7 millions de dollars destiné aux programmes nationaux d'atténuation des effets des changements climatiques de la Bolivie, la République démocratique du Congo et la Zambie. Une subvention de 15,2 millions de dollars est approuvée en novembre pour les programmes du Cambodge, de la Papouasie-Nouvelle-Guinée, du Paraguay, des Philippines et des îles Salomon.

AVRIL

14-20 avril

Des cendres couvrent de vastes étendues de l'Europe du Nord suite à l'éruption du volcan islandais Eyjafjöll. Une vingtaine de pays ferment leur espace aérien, ce qui affecte des centaines de milliers de voyageurs à travers le monde. L'interdiction des vols européens a évité l'émission journalière de 344 109 tonnes de CO₂ tandis que le volcan dégageait environ 150 000 tonnes de CO₂ par jour.



Photo : Eyjafjörur Magnússon

20 avril

La plateforme pétrolière *Deepwater Horizon* explose dans le Golfe du Mexique, provoquant la pire marée noire accidentelle de l'histoire de l'industrie pétrolière et des dégâts massifs pour les habitats sauvages et marins, ainsi que les industries halieutiques et touristiques de la région. Cinq millions de barils se répandent dans le Golfe avant que le puits ne soit définitivement scellé le 19 septembre.

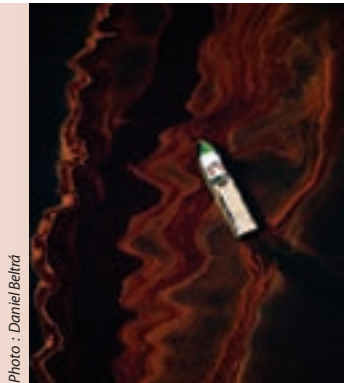


Photo : Daniel Beltrá

MAI

3-14 mai

La dix-huitième session de la Commission des Nations Unies sur le développement durable (CDD) se penche sur les modules thématiques : transports, produits chimiques, gestion des déchets, extraction minière et modèles de production et de consommation durables. Différentes façons de faire avancer l'application des décisions de la Commission sont évoquées.

12 mai

Abu Dhabi, aux Emirats arabes unis, est déclarée première ville verte du monde arabe et remporte le prix de la « ville écologique modèle ». Cette double accolade est annoncée lors d'une cérémonie qui récompense les métropoles arabes à l'avant-garde de la protection de l'environnement, du verdissement et de l'aménagement du paysage, de la technologie et de l'architecture.

20 mai

Des scientifiques mettent au point la première cellule vivante contrôlée par un génome synthétique. Ils espèrent que cette méthode pourra être utilisée pour assembler des bactéries capables de résoudre les problèmes environnementaux ou énergétiques, par exemple des algues qui capturent le CO₂ et produisent de nouveaux hydrocarbures susceptibles d'être utilisés par les raffineries.

17-19 mai

La première session du Comité préparatoire (PrepCom) de la Conférence 2012 des Nations Unies sur le développement durable évalue les lacunes et défis émergents dans la mise en œuvre des résultats des principaux sommets sur le développement durable et se met d'accord sur l'organisation de « réunions intersessions ouvertes et informelles » ne durant pas plus de six jours.

24-28 mai

La quatrième Assemblée du Fonds pour l'environnement mondial (FEM) à Punta del Este (Uruguay) approuve un cadre de financement de base et une reconstitution des ressources à hauteur de 4,2 milliards de dollars. Les contributions à la caisse du FEM constituent l'un des moyens pour les gouvernements de respecter leurs engagements aux termes d'accords environnementaux multilatéraux.

JUIN

5 juin

Point d'orgue des célébrations à l'occasion de la Journée mondiale de l'environnement dans le Parc national des volcans au Rwanda avec la cérémonie traditionnelle de baptême de gorilles, qui réunit 30 000 personnes. Le Président rwandais Paul Kagame, l'acteur et ambassadeur de bonne volonté du PNUE Don Cheadle et le Directeur exécutif du PNUE Achim Steiner figurent parmi les hôtes de marque invités à donner un nom aux bébés gorilles.



Photo : www.wildlifedirect.org

20-25 juin

La treizième session de la Conférence ministérielle africaine sur l'environnement (CMAE) au Mali adopte la Déclaration de Bamako, une nouvelle feuille de route pour le développement durable en Afrique et un point de départ pour le renforcement de la position commune de négociation sur les changements climatiques et la diversité biologique.

JUILLET

Juillet-août

Les plus fortes pluies de mousson en plus de 80 ans provoquent les pires inondations de l'histoire du Pakistan et détruisent les logements et les terres de quelque 3,2 millions de personnes. Les pertes de cheptel sont de l'ordre de 80 000 et 2 millions d'hectares de terres agricoles sont immergées.



AOÛT

4 août

Un gigantesque morceau de glace se détache du glacier Petermann dans le nord-ouest du Groenland, pour former le plus gros iceberg jamais observé dans l'hémisphère Nord. Mesurant environ 30 par 14 kilomètres, il s'échoue sur quelque 245 kilomètres carrés. Le glacier Petermann, l'un des plus grands du Groenland, progresse régulièrement vers l'océan à raison d'environ 1 kilomètre par an.



1-26 août

Des incendies dévorent la Russie et détruisent plus de 300 000 hectares de forêts, de végétation et de tourbières. Au moins 53 personnes sont tuées et des milliers d'autres sont évacuées. En Bolivie, des incendies ravagent 1,5 million d'hectares de forêts et de prairies.

SEPTEMBRE

20-22 septembre

Le Sommet des Nations Unies sur les Objectifs du Millénaire pour le développement (OMD) prend fin avec l'adoption d'un plan global d'action pour atteindre les huit OMD d'ici à 2015. D'importants nouveaux engagements et de nouvelles initiatives sont annoncés, notamment pour la sauvegarde de la viabilité de l'environnement.

OCTOBRE

5 octobre

En Hongrie, des boues toxiques en provenance d'une usine d'aluminium engluent des villages voisins. La catastrophe fait 10 morts et 120 blessés. Entre 600 000 et 700 000 mètres cubes de boues sont déversés. On estime que les opérations de nettoyage prendront plus d'un an et coûteront des dizaines de millions de dollars.



12-15 octobre

Le septième Forum pour le développement de l'Afrique se réunit autour du thème « Agir face aux changements climatiques pour promouvoir un développement durable en Afrique ». Parmi ses résultats, on peut citer l'établissement d'un partenariat sur « les options de l'Afrique pour une économie verte ».

18-29 octobre

Au Sommet sur la biodiversité à Nagoya (Japon), des participants représentant les 193 Parties à la Convention sur la diversité biologique (CDB) approuvent un nouveau Plan stratégique décennal pour guider les efforts en vue de préserver la biodiversité et adoptent le Protocole de Nagoya sur l'accès aux ressources génétiques et le partage juste et équitable des avantages découlant de leur utilisation.



26 octobre

Les comptes rendus de chasseurs au Myanmar conduisent des scientifiques à découvrir une nouvelle espèce de singe au nez retroussé, baptisée *Rhinopithecus strykeri*, dans les forêts septentrionales du pays. La population locale rapporte qu'il est facile de localiser le primate car il éternue sous la pluie.

NOVEMBRE

8-12 novembre

La vingt-deuxième session de la Réunion des Parties au Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone adopte 16 décisions, notamment concernant le cadre de référence d'une évaluation du mécanisme de financement. Elle ne peut avancer sur les produits de remplacement à faible potentiel de réchauffement global ou sur la destruction des substances qui appauvrissent la couche d'ozone.

10-11 novembre

A Séoul (République de Corée), pour la première fois lors d'une réunion du G20, plus de 100 présidents-directeurs généraux (PDG) se réunissent pour passer en revue des stratégies propices à une économie mondiale plus verte. Les dirigeants d'entreprises de 34 pays exhortent le G20 à faciliter une croissance verte, notamment en améliorant l'efficacité énergétique et en créant des « emplois verts ».

21-23 novembre

Lors de sa deuxième réunion à Helsinki (Finlande), le Groupe consultatif des ministres et représentants de haut niveau sur la gouvernance internationale identifie des réponses potentielles universelles aux défis que pose la gouvernance internationale de l'environnement. Parmi celles-ci figurent le renforcement de l'interface science-politique et l'élaboration d'une stratégie sur l'environnement à l'échelle du système des Nations Unies.

21-24 novembre

Lors du Forum international pour la conservation du tigre à Saint-Petersbourg en Russie, les chefs de gouvernement de 13 pays où vivent ces félins sont convenus de sauver les tigres sauvages de l'extinction et de doubler leur nombre d'ici à 2022. A l'échelle mondiale,



la population de tigres à l'état sauvage a reculé de 100 000 à un peu plus de 3 000 au cours du siècle écoulé.

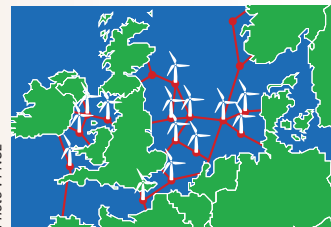
29 novembre-10 décembre

La Conférence sur le changement climatique à Cancún au Mexique met les gouvernements sur la voie d'un avenir à faibles émissions et d'une action renforcée concernant les changements climatiques dans le monde en développement. Les Parties au Protocole de Kyoto sont convenues de poursuivre les négociations dans le but de veiller à ce qu'il n'y ait pas d'interruption entre ses périodes d'engagement.

DECEMBRE

3 décembre

Dix pays européens se mettent d'accord pour développer un réseau d'électricité offshore en mer du Nord moyennant un coût de 40 milliards de dollars. Au final, leur ambition est un « super-réseau » européen qui fournirait une énergie renouvelable à toute l'Europe en exploitant les vastes ressources solaires de la Méditerranée et les parcs éoliens du Nord.



21 décembre

L'Assemblée générale des Nations Unies approuve la création de la Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) suite au feu vert des gouvernements lors de leur réunion de juin à Busan en République de Corée. L'organe onusien réalisera des examens pointus par les pairs des nouvelles sciences sur la biodiversité et les écosystèmes et il esquissera des réponses politiques.

31 décembre-janvier

Plus de 200 000 personnes sont touchées par des inondations dans l'Etat du Queensland, dans le nord-est de l'Australie ; une superficie supérieure à la France et l'Allemagne réunies est sous les eaux. Des milliers de personnes sont évacuées. Les efforts de nettoyage pourraient coûter des milliards de dollars.

Sources : Veuillez consulter www.unep.org/yearbook/2011/

Ce sommet a également été l'occasion de souligner l'importance d'une coordination accrue entre institutions locales et nationales en charge du développement économique et social et de la protection de l'environnement, ainsi que d'un effort pour encourager les investissements en développement durable (UNGA 2010).

Pour relever le défi qui consiste à concilier promotion du développement durable et croissance économique, les responsables politiques sont en train de prendre en considération des mesures politiques favorisant croissance verte et innovations écologiques (G20 Seoul Summit 2010). La République de Corée, par exemple, consacre l'équivalent de plus de 3 % de son PIB annuel aux technologies vertes (Barbier 2009).

Le développement et l'adoption des technologies des énergies renouvelables connaissent un rapide essor et engendrent des millions d'emplois. De nouvelles opportunités de création d'« emplois verts » se font jour, notamment dans le domaine de la gestion des ressources durables, de la production d'aliments durables et du traitement des déchets.



L'économie verte promet un surcroît d'« emplois verts ». Photo : Sam Hummel

Energie renouvelable

Les changements climatiques, la pollution, l'épuisement des ressources et l'aspiration à la sécurité énergétique sont en train de persuader les pays à passer d'un approvisionnement en énergie basé sur les seuls combustibles fossiles à une plus grande efficacité énergétique et au recours à des sources d'énergie renouvelable, contribuant ainsi à la transition vers une économie verte (Brown 2009). Alors qu'en 2010, la Chine prenait la place des Etats-Unis en tant que plus grand consommateur d'énergie du monde, elle est également devenue un leader dans le domaine de l'énergie renouvelable, en particulier pour les énergies éoliennes et solaires (IEA 2010a). En 2009, les nouveaux investissements en énergie durable ont atteint dans le monde 162 milliards de dollars, ce qui représente une nouvelle capacité de génération d'énergie renouvelable estimée à 50 gigawatts (GW), qui vient s'ajouter aux 28 GW de capacité des nouveaux grands projets hydroélectriques. Si la tendance se confirme, la capacité supplémentaire des énergies bas carbone pourrait en 2011 dépasser pour la première fois celle

des combustibles fossiles (UNEP et Bloomberg New Energy Finance 2010). Cette tendance s'exprime également dans d'autres signes d'un passage plus permanent à l'énergie durable, comme le taux croissant de l'amélioration de l'efficacité énergétique, l'augmentation des investissements publics dans la recherche, le développement et la démonstration des technologies bas carbone, ainsi que la poursuite du développement de voitures hybrides ou tout électriques par les grands constructeurs (IEA 2010a).

Les dernières données disponibles montrent qu'en 2009, pour la deuxième année consécutive, l'Europe et les Etats-Unis ont tous deux davantage augmenté leur capacité énergétique provenant de sources renouvelables, comme l'éolien et le solaire, que la capacité fondée sur des sources conventionnelles, comme le charbon, le gaz et le nucléaire. En 2009, les énergies renouvelables représentaient 60 % de la capacité nouvellement créée en Europe et plus de 50 % aux Etats-Unis. Les experts prédisent qu'en 2010 ou 2011, l'ensemble du monde ajoutera à son approvisionnement en énergie plus de capacité provenant de sources renouvelables que de sources non renouvelables (REN 21 2010, UNEP et Bloomberg New Energy Finance 2010). On pense que la demande en énergies renouvelables triplera dans les décennies à venir, et que ces énergies produiront un tiers de l'électricité contre un cinquième actuellement (**Figure 1**).

Pour que notre avenir soit sobre en carbone, nous devons absolument améliorer notre efficacité énergétique. Des options peu coûteuses pour réduire la consommation d'énergie dans les bâtiments peuvent entraîner des baisses significatives des émissions de CO₂ (**Encadré 1**). Environ 10 % des émissions mondiales de CO₂ viennent directement des bâtiments ; si l'on compte les émissions indirectes provenant de leur consommation d'électricité, cette part atteint près de 30 % (IEA 2010a).

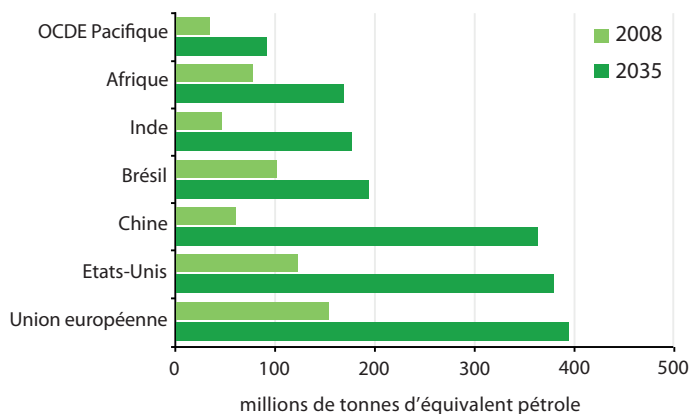


Figure 1 : Demande projetée en énergie renouvelable, 2008-2035. On estime que la part des énergies renouvelables dans la production mondiale d'électricité passera de 19 % en 2008 à 32 % en 2035, essentiellement en raison de la croissance de l'éolien et de l'hydroélectrique. Source : IEA (2010b)



Un modèle à suivre au sein du système des Nations Unies : le PNUE et ONU-Habitat emménagent dans des locaux basse consommation à Nairobi au Kenya. *Photo : Márton Bálint*

Encadré 1 : Economies d'énergie dans les bâtiments

A l'avenir, de nombreux consommateurs auront peut-être chez eux des compteurs intelligents leur permettant de surveiller et de bien gérer leur consommation d'énergie, quoique les applications pratiques de cette technologie n'en soient encore qu'au stade de l'évaluation. On pourrait potentiellement économiser environ 20 % de l'énergie consommée dans les bâtiments en corrigeant des défauts et des défaillances mécaniques et en réduisant les opérations inutiles. Le déploiement initial des systèmes de contrôle de pointe qui sont actuellement en développement suggère que ces systèmes permettraient de réaliser des économies supplémentaires de 10 à 20 %. Il est possible de réduire la consommation d'énergie en temps réel et de réaliser des économies d'énergie en permettant aux fournisseurs d'énergie de gérer les charges, par exemple en utilisant des infrastructures intelligentes basées sur internet, communiquant avec un « réseau intelligent » pour éteindre les climatiseurs pendant les périodes de pointe. Aux Etats-Unis, les bâtiments consomment 40 % de l'énergie primaire fournie (et plus de 70 % de toute l'énergie produite), essentiellement pour le chauffage, la climatisation et l'éclairage (Gershenfeld et al. 2010).

Le climat : un effort de longue haleine

A la fin de l'année 2010, lors de la Conférence des Nations Unies sur les changements climatiques à Cancún au Mexique, les gouvernements ont réaffirmé leur engagement à lutter contre le dérèglement du climat. Ils sont convenus d'un processus pour créer les organismes suivants : un Fonds vert pour le climat ; un nouveau cadre de travail pour permettre une meilleure planification et une meilleure mise en œuvre des projets d'adaptation ; et un mécanisme concernant le transfert de la technologie, doté d'un Comité exécutif concernant la technologie, d'un Centre de la technologie du climat et d'un Réseau d'échange d'informations, dans le but d'accroître la coopération technique, en soutien des mesures d'adaptation aux changements climatiques et d'atténuation de leurs effets. Ils se sont aussi mis d'accord pour encourager les initiatives visant à limiter les émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts dans les pays en développement grâce à un soutien technologique et financier, et ont réaffirmé l'objectif établi en 2009 à Copenhague de fournir aux pays pauvres 100 milliards de dollars d'aide annuelle jusqu'en 2020 (UNEP 2010a).

En marge des discussions officielles de Cancún, une série de manifestations ont réuni les chefs d'Etat et les représentants de gouvernements régionaux et locaux, du monde des affaires et de la société civile, pour démontrer que certains secteurs, communautés et individus sont en train d'accomplir des progrès rapides dans la transition vers un avenir sobre en carbone. Nombre de pays développent actuellement des stratégies nationales allant dans ce sens, notamment le Mexique et l'Uruguay. Il s'agit là d'une dynamique essentielle pour la campagne de lutte contre les changements climatiques.

Lors de la phase qui a précédé Cancún, le PNUE a publié avec des climatologues un rapport montrant qu'il existe pour les émissions un écart significatif entre les niveaux promis par les pays du monde et ceux qui sont nécessaires pour maintenir la hausse de température au-dessous de 2°C au 21^e siècle. Or cet écart existe toujours après Cancún. D'après ce rapport, il faudrait, pour que cette hausse de température ait des chances de rester inférieure à 2°C, que les émissions mondiales ne dépassent pas un niveau estimatif de l'ordre de 44 gigatonnes (Gt) d'équivalent CO₂ en 2020. Même en appliquant intégralement les promesses et les intentions de l'Accord de Copenhague, réitérées maintenant dans les Accords de Cancún (**Figure 2**), dans le meilleur des cas selon ce rapport, on ne réduirait les émissions qu'à environ 49 Gt d'équivalent CO₂ d'ici à 2020. Il resterait donc un écart d'environ 5 Gt d'équivalent CO₂ à combler au cours des dix années à venir, ce qui équivaut aux émissions de tous les camions, cars et voitures du monde en 2005 (UNEP 2010b).

Entre 2010 et 2030, il faudrait des investissements de plus de 2 billions de dollars par année, rien que dans les infrastructures, pour atteindre cet objectif de 2°C. Le Secrétariat de la Conférence des Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC, en anglais UNFCCC) a estimé que 86 % des fonds requis par les investissements dans les pays en développement viendraient du

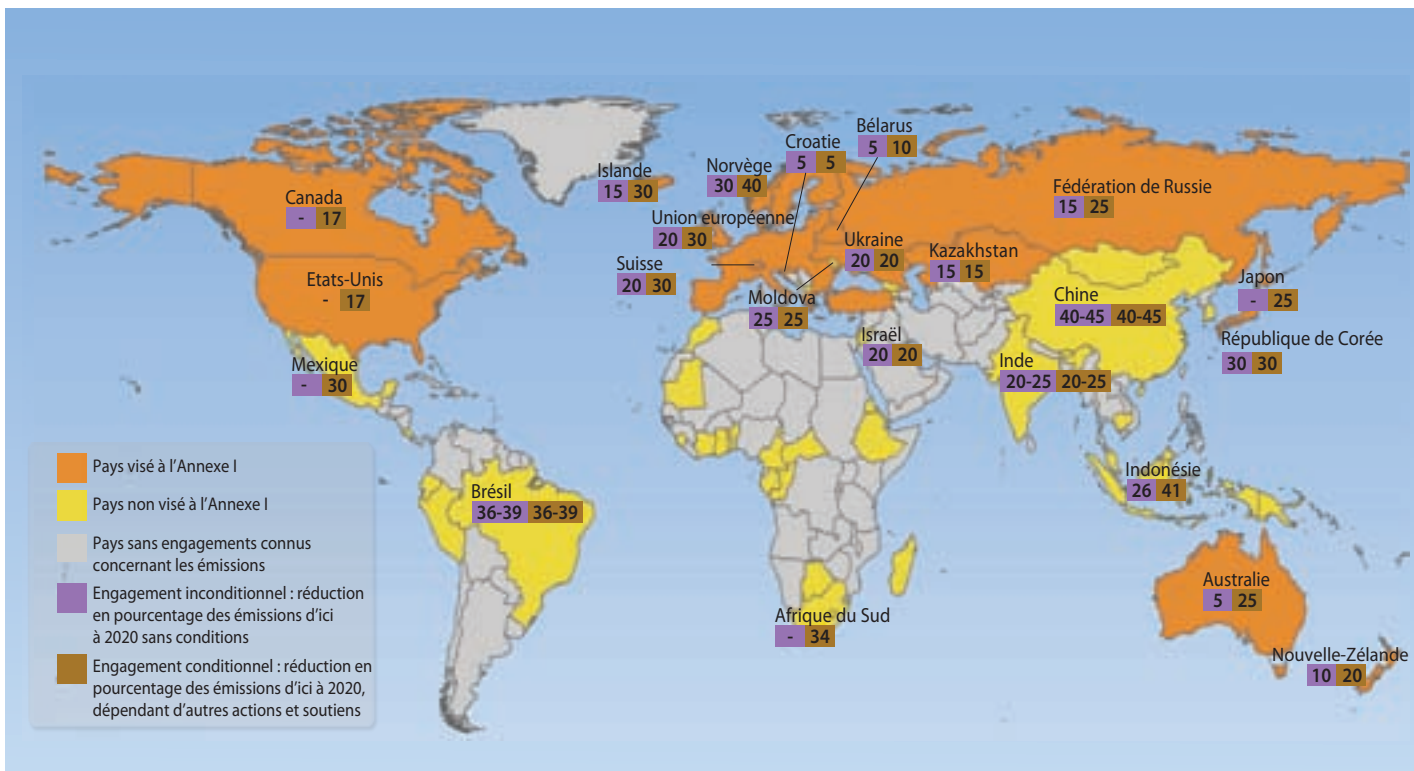


Figure 2 : Plus de 22 pays à l'Annexe I (pays industrialisés) ou non visés à l'Annexe I (pays en développement), de concert avec l'Union européenne, se sont engagés à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre (GES), en équivalent de CO₂, d'ici à 2020. Cette carte montre la situation au 31 décembre 2010. Ne figurent pas ici le Costa Rica (qui a l'intention de devenir neutre en carbone d'ici à 2021) et la Papouasie-Nouvelle-Guinée (qui entend réduire ses émissions de GES d'au moins 50 % avant 2030 et de devenir neutre en carbone d'ici à 2050). Source : UNEP (2010b)

secteur privé (UNFCCC 2007). Les entreprises sont prêtes à envisager ce type d'investissements s'ils sont commercialement et stratégiquement judicieux sur le long terme et entraînent des bénéfices financiers intéressants, compte tenu des risques (WBCSD 2010). Une récente analyse de grandes multinationales vient étayer ce constat puisque qu'elle montre que les entreprises à l'avant-garde des innovations dans le domaine climatique présentent également de meilleures performances économiques. L'innovation et le développement de nouvelles technologies, ainsi que leurs stratégies de marketing et leurs partenariats, permettront à ces entreprises de saisir les opportunités qui se présentent et d'atteindre une croissance durable dans l'environnement commercial sous contrainte carbone du futur (Maplecroft 2010a).

Les recherches scientifiques se sont depuis peu tournées vers des mesures qui réduisent les émissions autres que celles de dioxyde de carbone pour empêcher un réchauffement dangereux. Une réduction des émissions de polluants atmosphériques comme le carbone suie, l'ozone troposphérique et les précurseurs d'ozone, y compris le méthane, contribue non seulement à limiter les changements climatiques,

mais elle améliore aussi la qualité de l'air, ce qui est bon pour la santé (**Encadré 2**). Comme la plupart des substances appauvrissant la couche d'ozone stratosphérique sont également des gaz à effet de serre, les réglementations au titre du Protocole de Montréal ont d'ores et déjà supprimé 135 Gt d'équivalent de CO₂ en émissions de gaz à effet de serre au cours des deux dernières décennies (Velders et al. 2007). Cependant, les hydrochlorofluorocarbures (HCFC) et les hydrofluorocarbures (HFC) qui les remplacent sont des gaz à effet de serre et le bilan final des avantages climatiques dépendra donc des technologies de substitution adoptées par les pays. Au titre des stratégies de réglementation supplémentaires que pourraient adopter les pays à court terme, citons la poursuite de la réduction progressive des HFC, l'accélération de l'élimination des HCFC et la récupération et la destruction des substances appauvrissant la couche d'ozone dans les déchets (Molina et al. 2009). Les travaux récents de scientifiques et autres experts ont mis l'accent sur des opportunités d'atténuation des changements climatiques fondées sur la réduction des gaz à effet de serre autres que le dioxyde de carbone, comme le carbone suie et l'ozone troposphérique.

Encadré 2 : Réduction du carbone suie et de l'ozone troposphérique

Les **aérosols** sont des collections de particules solides ou liquides en suspension (autres que l'eau pure) qui se trouvent dans l'atmosphère pour un minimum de quelques heures. Ces particules peuvent être d'origine naturelle ou anthropique.

Le terme **carbone suie** désigne des aérosols noirs contenant du carbone, qui résultent de la combustion incomplète de combustibles fossiles, de biocarburants ou de biomasse. Les sources principales de carbone suie sont les émissions des moteurs diesels, des cuisinières et des feux de forêt. Bien que le carbone suie ne reste dans l'atmosphère que quelques jours ou semaines, on a constaté récemment qu'il contribuait d'une manière significative aux changements climatiques.

Le **méthane (CH₄)** est un gaz à effet de serre qui est plus de 25 fois plus efficace, sur une période de 100 ans, pour capter la chaleur de l'atmosphère que le dioxyde de carbone (CO₂). Il provient de sources tant naturelles qu'anthropiques. Parmi ces dernières, citons les décharges, les systèmes à base de gaz naturel et de pétrole, l'agriculture, les mines de charbon, le traitement des eaux usées et certains processus industriels. Le méthane est en outre un précurseur d'ozone troposphérique.

L'**ozone (O₃)** est un élément gazeux de l'atmosphère. Dans la troposphère, la partie inférieure de l'atmosphère (jusqu'à 8-15 km de la surface de la Terre) où se situent les nuages et les phénomènes météorologiques, l'ozone est le résultat de réactions photochimiques de gaz provenant de la nature ou d'activités humaines. A de fortes concentrations, l'ozone troposphérique peut être dangereux pour beaucoup d'organismes. C'est aussi un gaz à effet de serre. Dans la stratosphère, l'ozone protège des rayons ultraviolets (UV).

Les **précurseurs de l'ozone** sont des composés chimiques qui, en présence du rayonnement solaire, réagissent avec d'autres composés chimiques pour former l'ozone de la troposphère.

Les **particules** sont de minuscules morceaux de matière solide ou liquide, par exemple particules de suie (carbone suie), poussière, fumée et gaz d'échappement, brumes et aérosols.

Le **forçage radiatif** sert à mesurer la manière dont l'équilibre entre le système Terre-atmosphère et l'espace est influencé par des modifications de facteurs qui ont un effet sur le climat. L'influence d'un facteur qui peut causer des changements climatiques, comme un gaz à effet de serre, est souvent mesurée en termes de son forçage radiatif. Le terme « radiatif » (de « rayon ») vient de ce que, dans l'atmosphère terrestre, ces facteurs modifient l'équilibre entre le rayonnement solaire qui y arrive et le rayonnement infrarouge qui en provient. Cet équilibre radiatif règle la température de surface de la Terre.

Source : Adapté du GIEC (IPCC 2007) et d'US EPA (2011)

Limiter les changements climatiques et améliorer la qualité de l'air : voilà deux des défis environnementaux les plus urgents. Ils sont bien entendu indissociables. La plupart des gens s'accordent à dire qu'il faut réagir aux changements climatiques à court terme, soit dans la première moitié du siècle, et protéger le climat à long terme. Des efforts visant à réduire les émissions de CO₂ afin de protéger le climat à long terme doivent être entrepris dès maintenant, même s'ils n'auront guère d'incidence sur les changements climatiques à court terme. Une baisse des émissions des agents de forçage climatique de courte durée (en anglais « short-lived climate forcers » ou SLCF), particulièrement le carbone suie et les précurseurs d'ozone troposphérique que sont le méthane (CH₄) et le monoxyde de carbone (CO), rendra ces efforts beaucoup plus efficaces. Puisque ces substances sont aussi des polluants atmosphériques nocifs, les mesures concernant la qualité de l'air qui visent à les combattre pourraient bien avoir des avantages connexes pour le climat.

D'après les résultats de recherches scientifiques ainsi que de nouvelles analyses, notamment une récente évaluation du PNUE et de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) (UNEP/WMO 2011), si l'on limitait les émissions de carbone suie et d'ozone troposphérique en mettant rapidement en place des mesures éprouvées de réduction des émissions, cela aurait immédiatement de multiples effets bénéfiques pour le bien-être humain. Une réduction des émissions des SLCF ne fait pas qu'atténuer les changements climatiques, elle peut aussi améliorer directement la santé humaine, la production alimentaire et la fourniture de services écosystémiques.

Le carbone suie et l'ozone troposphérique sont deux substances qui ont largement contribué au réchauffement planétaire et aux perturbations climatiques régionales, sans parler des dommages directs infligés à la santé et aux récoltes. Pourtant ces substances n'ont pas été prioritaires lors des négociations sur les changements climatiques. Une des propriétés fondamentales du carbone suie et de l'ozone troposphérique, comme du méthane (un important gaz à effet de serre et un précurseur d'ozone), est que dans l'atmosphère, leur durée de vie est courte. En réduisant leurs concentrations, on enregistrera donc à court terme des résultats positifs tant pour le climat que pour la qualité de l'air.

L'évaluation du PNUE et de l'OMM mentionnée ci-dessus donne une vue d'ensemble de l'état des recherches scientifiques sur ces deux substances. On y trouve aussi de nouvelles analyses sur les avantages d'une série de mesures basées sur des technologies existantes. Ces mesures ont pour but principal de réduire les émissions de carbone suie et des précurseurs d'ozone (**Tableau 1**). Lorsque l'on évalue leurs effets bénéfiques, il est important de prendre en compte leurs impacts sur toutes les émissions. D'après cette évaluation, ces mesures sont bénéfiques tant pour le climat que pour la santé et les rendements agricoles. Si elles étaient appliquées intégralement partout dans le monde, le réchauffement planétaire à court terme s'en trouverait nettement atténué, la production alimentaire mondiale augmenterait et la mortalité prématurée due à la pollution extérieure baisserait.

Alliées à des mesures de limitation du CO₂ visant à stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à 450 parties par million (ppm) d'équivalent de CO₂, ces mesures réduisent considérablement le risque d'un réchauffement de plus de 2 °C, ce qui correspond à l'objectif convenu lors de la seizième session de la Conférence des Parties (COP 16) à Cancún (**Figure 3**). Sans des mesures à court terme pour limiter les émissions tant des polluants de courte durée que des gaz à effet de serre de longue durée (principalement le CO₂), il est extrêmement peu probable que le réchauffement restera inférieur à 2 °C. Même si toutes ces mesures de limitation des émissions étaient appliquées, les températures mondiales moyennes auraient de fortes chances de dépasser 2 °C d'ici à la fin du siècle.

Tableau 1 : Mesures identifiées comme susceptibles d'atténuer sensiblement les changements climatiques à court terme et d'améliorer la qualité de l'air

Mesure	Domaine
Mesures carbone suie (concernant le carbone suie et d'autres composés émis avec ce dernier)	
Filtres à particules diesel pour véhicules routiers et autres	Transport
Élimination des véhicules très pollués du transport routier et hors routes	
Remplacement du charbon par des briquettes dans les réchauds, cuisinières et poêles	Domestique
Cuisinières et chaudières à boulettes, alimentées en combustibles à base de déchets de bois et de sciure recyclés, en remplacement des technologies actuelles à base de bois dans le secteur domestique des pays industrialisés	
Introduction de réchauds et de poêles écologiques à biomasse dans les pays en développement	
Remplacement des réchauds traditionnels à biomasse par des réchauds écologiques à combustibles modernes dans les pays en développement	
Remplacement des fours en briques traditionnels par des fours verticaux et des fours Hoffmann	Industrie
Remplacement des fours à coke traditionnels par des chaudières de récupération modernes, y compris amélioration des mesures anti-émissions en fin de cycle dans les pays en développement	
Interdiction de brûler les déchets agricoles en plein air	Agriculture
Mesures CH₄	
Dégazage et récupération prolongés avant opérations minières et oxydation du CH ₄ de l'air de ventilation des mines de charbon	Extraction et transport des combustibles fossiles
Récupération et utilisation prolongées, plutôt que mise à l'air, des gaz associés et meilleur contrôle des émissions par fuite accidentelle provenant de la production de pétrole et gaz naturel	
Réduction des fuites de gaz des pipelines de transport longue distance	
Séparation et traitement des déchets municipaux biodégradables par le recyclage, le compostage et la digestion anaérobie, ainsi que collecte des gaz des décharges avec combustion/utilisation	Gestion des déchets
Passage du traitement primaire des eaux usées au traitement secondaire/tertiaire avec récupération des gaz et système anti-débordement	
Contrôle des émissions de CH ₄ provenant des animaux, surtout la digestion anaérobie du fumier des bovins et des porcs à la ferme	Agriculture
Aération intermittente des rizières inondées en continu	

Source : UNEP/WMO (2011)

D'autres mesures de réduction des émissions seraient donc peut-être requises si l'on ne veut pas dépasser les 2 °C, ou un objectif plus ambitieux de 1,5 °C.

Le réchauffement varie en fonction des régions. Le carbone suie et l'ozone troposphérique ont davantage contribué à la hausse de la température de surface de l'Arctique depuis 1890 qu'à celle de la moyenne mondiale. Les mesures identifiées pourraient réduire le réchauffement de l'Arctique d'environ 0,7 °C (dans une fourchette de 0,2-1,3 °C) d'ici à 2040. Cela représente près des deux tiers du réchauffement estimé de 1,1 °C (dans une fourchette de 0,7-1,7 °C) projeté pour l'Arctique dans le scénario de référence de cette évaluation, et devrait réduire d'une manière significative le risque d'impacts mondiaux de changements qui se produiraient dans cette région sensible, comme la perte de glace marine (qui influence l'albédo mondial) et la fonte du permafrost. Le carbone suie et l'ozone dans la basse atmosphère ont aussi d'autres impacts climatiques importants au

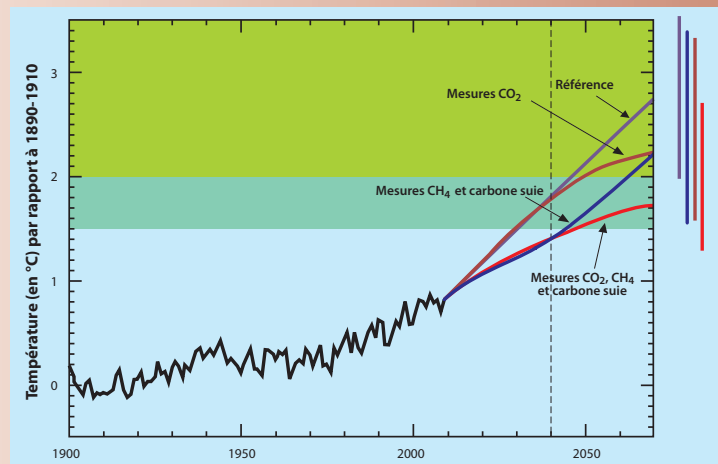


Figure 3 : Températures observées en 2009 et températures projetées pour les années suivantes selon différents scénarios, toujours par rapport à la moyenne 1890-1910. Les fonds vert clair et vert foncé représentent les zones où les températures projetées sont supérieures à 1,5 °C et 2 °C, respectivement.

Note : Les températures moyennes réelles observées en 2009 et celles projetées selon différents scénarios pour les années suivantes sont indiquées par rapport à la température moyenne pour 1890-1910. Les fourchettes estimées pour 2070 sont indiquées par les barres à droite. Tous les scénarios comportent des incertitudes et les fourchettes qui se chevauchent ne signifient pas forcément une absence de différence. Si, par exemple, la sensibilité climatique est importante, elle l'est dans tous les scénarios ; les températures auront donc tendance à se situer en haut de la fourchette dans tous les scénarios. Source : UNEP/WMO (2011)

niveau régional. Ils perturbent par exemple les pluies tropicales et les schémas de circulation régionaux, notamment la mousson asiatique, ce qui a des conséquences pour les moyens de subsistance de millions de personnes.

Une mise en œuvre complète des mesures identifiées permettrait d'éviter 2,4 millions de décès prématurés (dans une fourchette de 0,7-4,6 millions) et la perte de 52 millions de tonnes (soit 1-4 %) de production mondiale de maïs, de riz, de soja et de blé chaque année (dans une fourchette de 30-140 millions de tonnes) (Figure 4). Les effets bénéfiques les plus marqués seront immédiatement ressentis dans les régions où ont été appliquées les mesures visant à faire baisser les émissions, ou à proximité, et les effets sur la santé et les récoltes seront les plus sensibles en Asie. C'est la population de ce continent qui bénéficiera de plus de 80 % de la baisse de mortalité résultant de la mise en œuvre de ces mesures.

Les avantages liés aux pertes de rendement agricole évitées peuvent être attribués tant aux mesures visant à réduire les émissions de méthane qu'à celles qui concernent les émissions de carbone suie. En effet, l'application des mesures visant à réduire le carbone suie entraîne une baisse des émissions des précurseurs d'ozone qui sont émis avec le carbone suie. Les mesures énumérées au Tableau 1 sont toutes actuellement en vigueur dans différentes régions du globe, avec en point de mire divers objectifs pour l'environnement et le développement. Il faut cependant qu'elles soient appliquées beaucoup plus largement et plus rapidement pour réaliser pleinement les effets bénéfiques exposés dans l'évaluation du PNUE et de l'OMM.

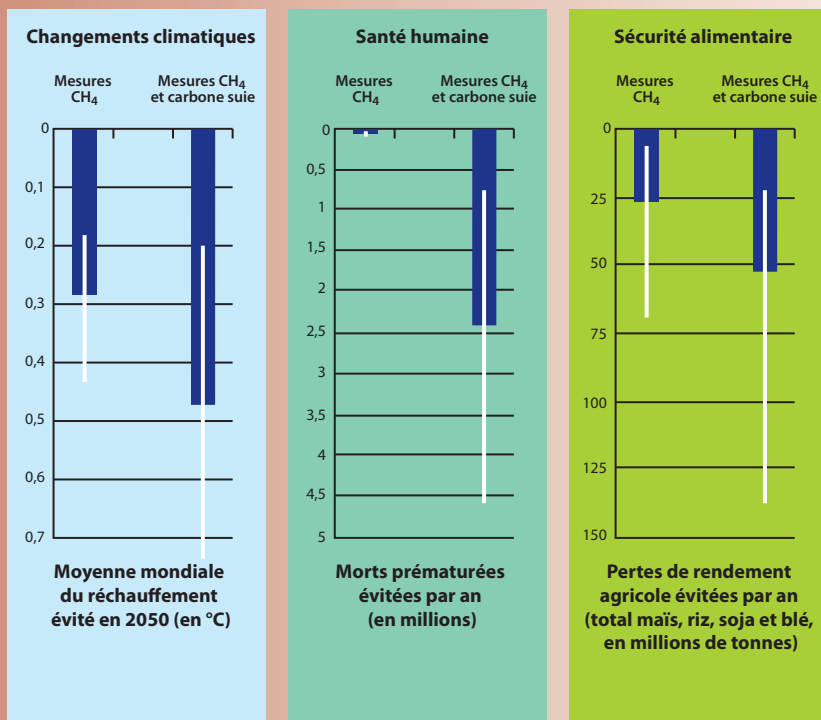


Figure 4 : Impacts mondiaux des mesures de contrôle des émissions identifiées, plus particulièrement celles de méthane (CH₄) et de carbone suie, calculés en prenant les résultats moyens de deux modèles de composition climatique mondiale, GISS et ECHAM. Les avantages de ces mesures de contrôle sont indiqués par le mouvement vers le bas des valeurs à la hausse, indiquant qu'il s'agit d'une réduction des dégâts.

Note : Les lignes sur chaque barre indiquent la fourchette des estimations. Elles comprennent : pour les changements climatiques, la fourchette d'incertitude du forçage radiatif et de la sensibilité climatique ; pour la santé humaine, l'incertitude des rapports concentration-réponse (pour PM_{2,5} et ozone) et de l'utilisation de résultats provenant de différents modèles ; et pour la sécurité alimentaire, la fourchette des impacts calculés en utilisant les changements de l'ozone provenant de différents modèles et l'incertitude du rapport exposition-réponse. Les pertes de rendement agricole évitées correspondent à la somme des valeurs de l'impact des concentrations réduites d'ozone sur le blé, le riz, le soja et le maïs. Source : UNEP/WMO (2011)

Impacts de la pollution atmosphérique sur la santé humaine : nouvelles découvertes

On sait depuis longtemps que la pollution atmosphérique a des effets importants sur la santé humaine. La mauvaise qualité de l'air provoque une hausse des taux de morbidité et de mortalité. Mais s'il est désormais certain que l'exposition à des polluants atmosphériques peut endommager les poumons, les dernières

recherches montrent qu'une telle exposition peut également avoir des effets sur d'autres organes du corps et joue probablement un rôle dans la hausse de maladies auto-immunes comme le diabète de type 1, la sclérose en plaques et la polyarthrite rhumatoïde (Ritz 2010) (Figure 5).

Les **maladies auto-immunes** sont généralement définies comme un groupe de troubles qui ciblent les tissus et les organes, entraînant une suractivation du système immunitaire, qui se met à réagir d'une manière destructive aux autoantigènes (c'est-à-dire les éléments des tissus humains capables de stimuler l'immunité).

La **matière particulaire** (généralement désignée simplement par le terme **particules**) est constituée de particules en suspension dont les plus petites sont capables de s'infiltrer au plus profond des voies respiratoires et d'avoir des effets graves sur la santé. Les particules et le SO₂ peuvent provenir des centrales électriques au charbon sans contrôle efficace des émissions, des aciéries, des chaudières industrielles, du chauffage domestique et des combustibles fossiles.

Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air (WHO AQG) : concentrations moyennes annuelles de 20 µg/m³ pour PM₁₀ et de 10 µg/m³ pour PM_{2,5} au maximum (diamètre inférieur à 10 µm ou à 2,5 µm).

Le **dioxyde d'azote (NO₂)** est émis par les véhicules automobiles, les activités industrielles, les engrais azotés, les combustibles et la combustion de biomasse, ainsi que la décomposition aérobie des matières organiques dans les sols et les océans.

WHO AQG : concentrations annuelles moyennes inférieures à 40 µg/m³.

Le **dioxyde de soufre (SO₂)** est un polluant aérien produit lorsque sont brûlés des combustibles fossiles contenant du soufre. Les émissions de SO₂ et NO₂ entraînent des retombées de pluies acides et d'autres composés acides sur de grandes distances, ce qui peut provoquer le lessivage d'oligoéléments et de nutriments essentiels pour les arbres et autres plantes.

WHO AQG : concentrations quotidiennes moyennes de 20 µg/m³.

Pollution atmosphérique urbaine :

- Particules PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Dioxyde d'azote ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Dioxyde de soufre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

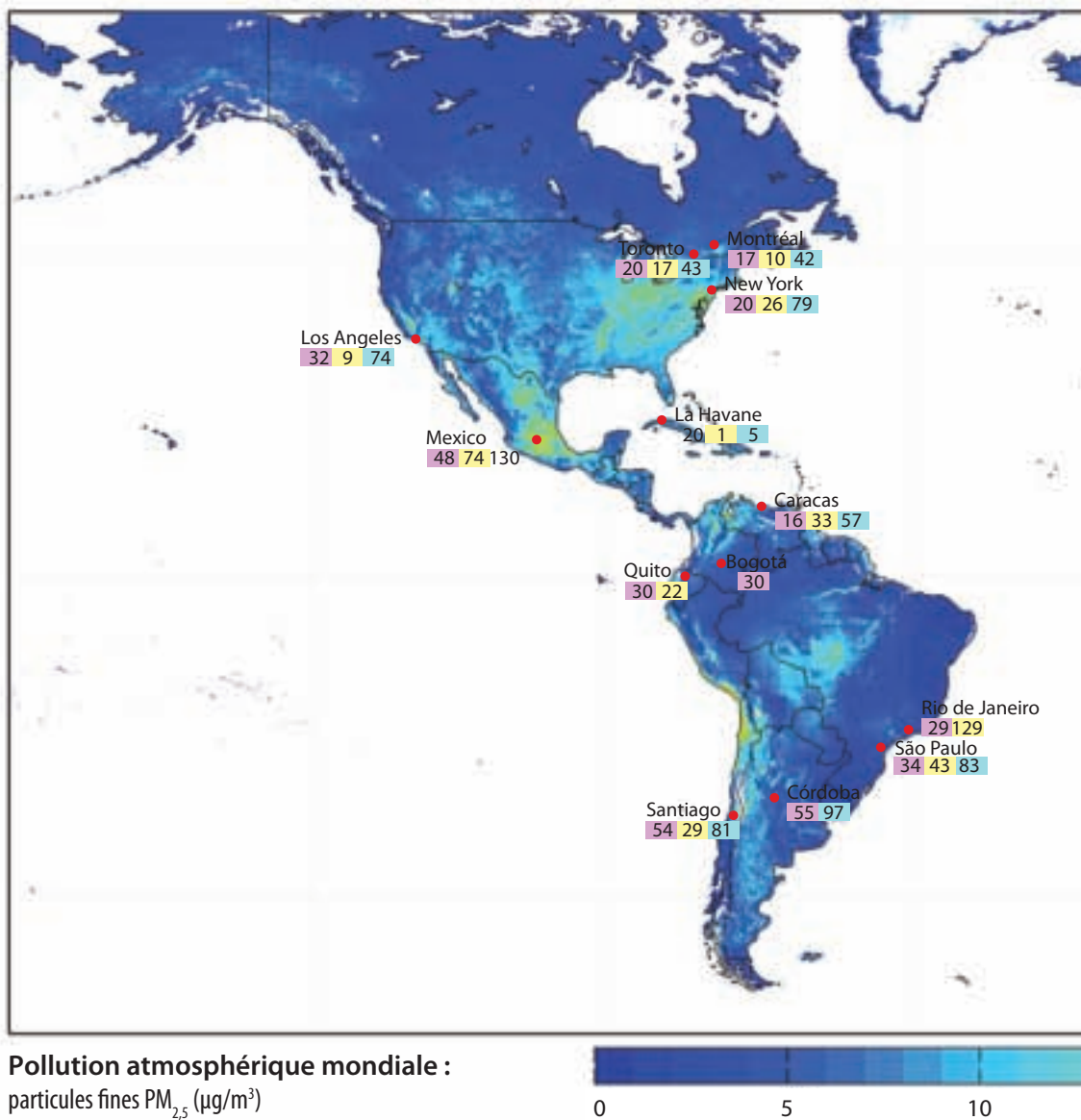
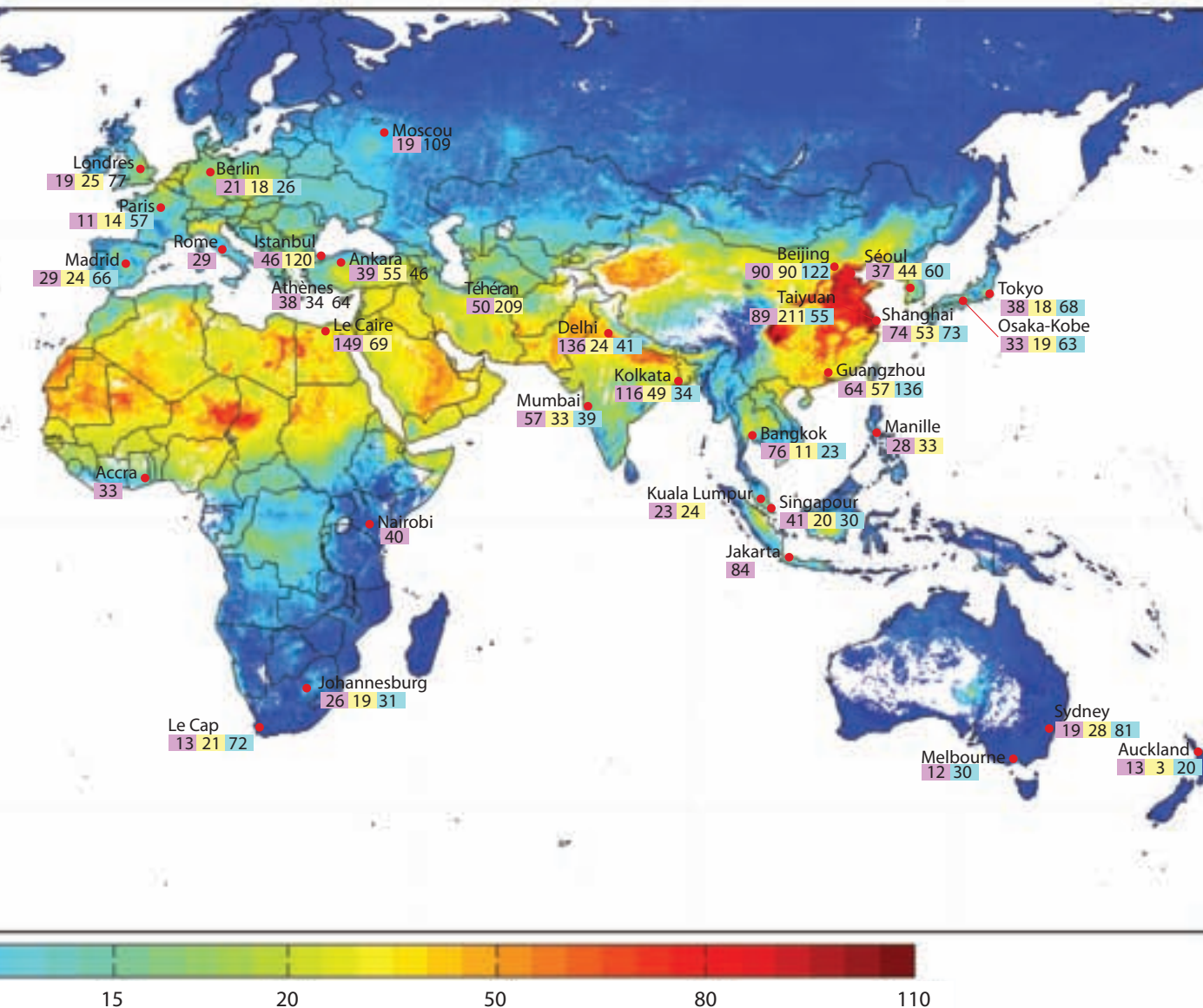


Figure 5 : Pollution atmosphérique mondiale et urbaine. Source : Adapté de van Donkelaar et al. (2010) et de la Banque mondiale (World Bank 2010)

La carte du monde montre les concentrations de particules fines d'un diamètre inférieur ou égal à 2,5 micromètres ($PM_{2,5}$). Elle combine mesures des aérosols provenant d'observations satellitaires entre 2001 et 2006 et informations concernant la répartition verticale des aérosols provenant d'un modèle informatique. On y voit des concentrations particulièrement

élevées de $PM_{2,5}$ en Asie de l'Est et centrale. Ces concentrations dépassent 35 microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) pour 40-50 % de la population de cette région. Selon les lignes directrices de l'OMS relatives à la qualité de l'air, on observe à partir de telles concentrations une hausse du taux de mortalité d'environ 15 % (WHO 2006, van Donkelaar et al. 2010).



Les évaluations de la pollution atmosphérique peuvent également représenter le niveau annuel moyen d'exposition des habitants à d'autres polluants, comme les particules en plein air de moins de 10 micromètres de diamètre (PM₁₀), le dioxyde de soufre (SO₂) et le dioxyde d'azote (NO₂). Les concentrations urbaines en polluants indiquées sur la carte changent en fonction des conditions locales et peuvent même varier d'un quartier

à l'autre. Les données sur les particules sont souvent estimées en tant que concentrations moyennes annuelles dans les zones d'habitation, en dehors des points chauds de pollution atmosphérique, comme les zones industrielles et les corridors de transports. Les données concernant les concentrations en SO₂ et NO₂ sont basées sur des concentrations moyennes observées sur des sites de surveillance urbains (World Bank 2010).

Réchauffement des lacs

Dans nombre des grands lacs du monde, l'eau se réchauffe sous l'effet des changements climatiques (**Figure 6**). Telle est la conclusion d'un relevé sur 25 ans des températures des eaux de surface de 167 des grands lacs à partir de données satellitaires (Schneider et Hook 2010). Au cours de chaque décennie, les températures ont augmenté de 0,45 °C en moyenne. Dans certains lacs, elles ont gagné 1 °C. Si cette orientation à la hausse semble modeste, même une faible augmentation des températures peut avoir des conséquences dramatiques sur la qualité de l'eau et les écosystèmes lacustres. Elle peut en effet induire des efflorescences algales, accroître le risque de voir s'établir des espèces envahissantes, ou provoquer une modification des populations de végétaux et de poissons. Sachant qu'une grande partie de la vie aquatique est confinée à l'intérieur des lacs, les options pour migrer vers d'autres habitats moins chauds sont limitées. Tout nouveau réchauffement pourrait donc se traduire par une perte rapide de la biodiversité dans les écosystèmes d'eau douce.

La plupart des scientifiques ont utilisé la température de l'air pour suivre les changements climatiques. Le suivi des tendances du réchauffement des lacs pourrait offrir une nouvelle manière d'évaluer les incidences de l'évolution du climat sur la planète.

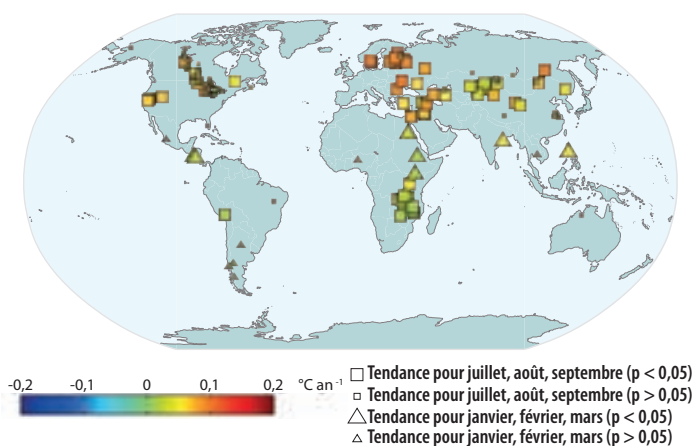


Figure 6 : Tendances mondiales dérivées de données satellitaires de la température nocturne de surface des lacs. Source : Schneider et Hook (2010)

La biodiversité menacée : il est temps d'agir

2010 était l'Année internationale de la biodiversité. Un accord intergouvernemental significatif a été conclu à Nagoya au Japon en octobre lors de la Conférence des Parties à la Convention sur la diversité biologique (COP 10), quand les gouvernements ont décidé de renouveler leur promesse de réduire le taux mondial de perte de biodiversité. Le nouveau Plan stratégique décennal, qui remplace l'ancien objectif manqué qui espérait mettre un terme à la perte de biodiversité d'ici à 2010, guidera désormais les efforts internationaux et nationaux. Il entend réduire au moins de moitié et, là où c'est possible, ramener à près de zéro le taux de perte des habitats naturels, y compris les forêts, et protéger 17 % des

zones terrestres et d'eaux intérieures et 10 % des zones marines et côtières d'ici à 2020. Actuellement, 13 % des terres et moins de 1 % des océans sont protégés à des fins de conservation. Les participants à la réunion se sont également mis d'accord sur le Protocole de Nagoya relatif à l'accès et au partage des avantages découlant de l'utilisation des ressources génétiques de la planète. Ce protocole international constitue un cadre d'accès aux ressources génétiques sur la base d'un consentement préalable en connaissance de cause et selon des conditions convenues d'un commun accord, avec un partage juste et équitable des avantages et en tenant compte du savoir traditionnel. Le protocole devrait entrer en vigueur d'ici à 2012 (CBD 2010).

Les données de suivi confirment que la biodiversité est plus que jamais menacée. D'après un rapport récent, plus de 22 % des végétaux du monde sont en péril, en grande partie du fait de la perte d'habitats suite à la conversion d'aires naturelles à des fins agricoles, notamment la production de denrées alimentaires et de biocarburants. Parmi les régions où les espèces végétales sont les plus menacées figurent l'Asie du Sud-Est, le Brésil (Mata Atlântica), l'Australasie, Madagascar et l'Europe (IUCN 2010).

Une enquête par le Fonds de l'environnement mondial (FEM) montre que la conservation de la biodiversité est l'une des principales préoccupations environnementales des Etats. Par ailleurs, cette enquête identifie le manque de politiques environnementales détaillées et appropriées et la faiblesse des instruments législatifs et réglementaires comme causes du manque d'amélioration dans la gestion de l'environnement (GEF 2010) (**Figure 7**).

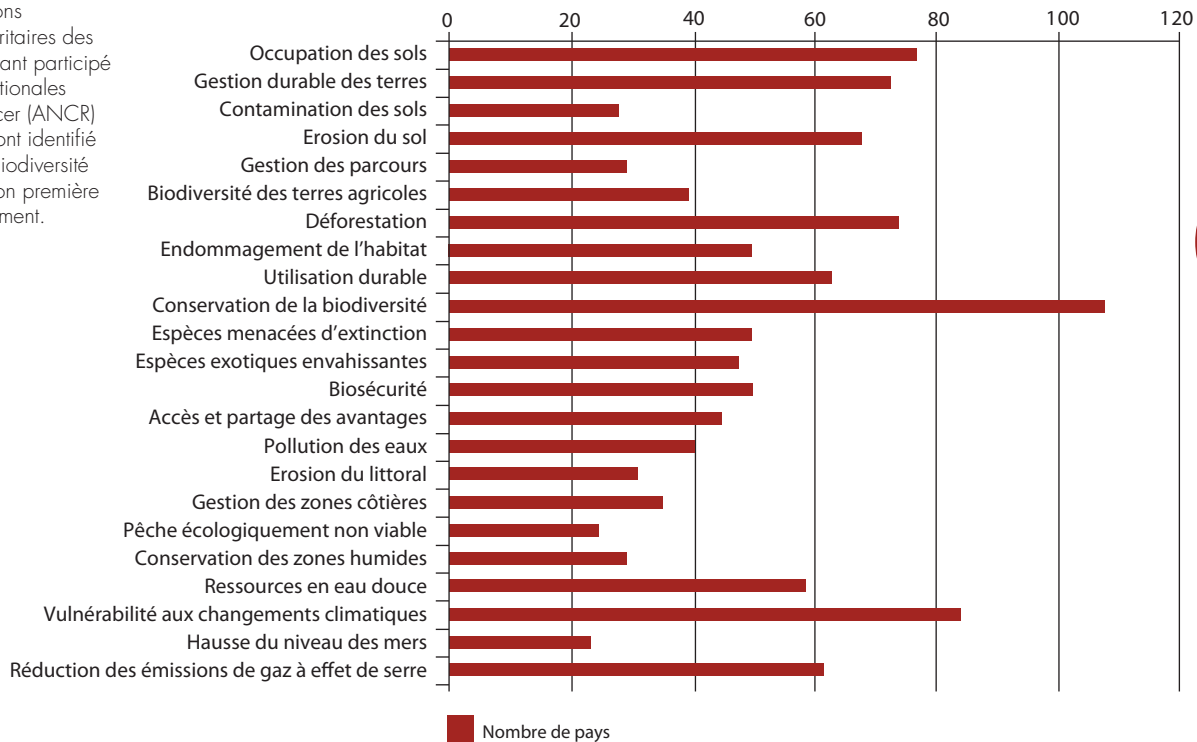
De nouvelles réponses politiques au besoin de conservation de la biodiversité entendent rendre les valeurs de la biodiversité de plus en plus visibles, et encourager ainsi son utilisation plus efficace et sa conservation. Par tradition, le fait que la société soit prête à payer pour conserver des espèces ou des paysages précis, par exemple pour la production de denrées alimentaires ou de bois, a influencé les évaluations économiques de la nature. Les valeurs intangibles, souvent passées sous silence, varient en fonction des circonstances biophysiques et écologiques locales et des contextes sociaux, économiques et culturels.

Un changement de raisonnement s'impose, de façon à ce que les décideurs et autres parties prenantes considèrent la conservation et la restauration des écosystèmes comme une option d'investissement viable susceptible d'appuyer toute une gamme d'objectifs politiques, y compris la sécurité alimentaire, le développement urbain, le traitement de l'eau de boisson et l'épuration des eaux usées, le développement régional ainsi que l'adaptation aux changements climatiques et l'atténuation de leurs effets (TEEB 2010). Le Brésil, l'Inde et le Japon sont trois pays qui ont pris des mesures afin d'intégrer une approche des services écosystémiques susceptible d'identifier à la fois les avantages et les coûts de conservation et de restauration du milieu naturel. L'Inde a d'ores et déjà annoncé qu'elle avait l'intention de développer et de mettre en œuvre un cadre pour des comptes nationaux verts d'ici à 2015.

L'engagement des citoyens dans des programmes de conservation de la biodiversité peut promouvoir la prise de conscience et accroître le processus politique. Avec 2 milliards de personnes en ligne et 90 % de la population mondiale qui utilise des téléphones portables (ITU 2010), de nouvelles occasions de prendre part aux efforts de conservation de la biosécurité ne cessent de se présenter.

Figure 7 : Préoccupations environnementales prioritaires des Etats. Sur 119 pays ayant participé aux autoévaluations nationales des capacités à renforcer (ANCR) du FEM, plus de 100 ont identifié la conservation de la biodiversité comme la préoccupation première en matière d'environnement.

Source : GEF (2010)



La création d'un nouvel organe international, la Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES), a été formellement approuvée par l'Assemblée générale des Nations Unies en décembre. Elle s'efforcera de servir d'interface entre les connaissances scientifiques sur le recul de la biodiversité et la dégradation des écosystèmes d'une part et le savoir lié aux solutions et réactions stratégiques efficaces requises pour inverser les tendances dommageables d'autre part (UNEP 2010c et d). Photo : Conrad Savy

S'impliquer : la science citoyenne

La participation du grand public à des recherches scientifiques – phénomène que l'on appelle parfois « science citoyenne » – peut accroître la prise de conscience et promouvoir un engagement local vis-à-vis de la prise de décisions. Cela peut aussi faciliter la collecte de données précieuses. La science citoyenne offre notamment un potentiel considérable pour mobiliser les parties prenantes et les inciter à se pencher sur des questions complexes et dynamiques comme la conservation de la biodiversité (**Encadré 3**).

Le problème mondial de la perte de biodiversité est lié à des enjeux locaux tels que l'urbanisation, le développement des infrastructures, l'expansion de l'agriculture et la surexploitation des ressources halieutiques. L'engagement local peut donc faciliter l'intégration des préoccupations en matière de biodiversité dans les décisions de planification et freiner la perte des espèces végétales et animales. De surcroît, il est urgent de collecter plus de données sur la biodiversité car la couverture incomplète des indicateurs spatiaux et taxonomiques fait qu'il est difficile de brosser un tableau exact de l'état global de la biodiversité (Butchart et al. 2010). Les satellites et autres techniques de télédétection permettent d'estimer l'étendue et la productivité de différents écosystèmes ainsi que la diversité des espèces – dans le cas du couvert forestier, par exemple. Toutefois, ce genre de techniques ne se prête à des évaluations des variations que pour certains des éléments de la diversité biologique. Dans le cas de la plupart des groupes écologiques, qu'il s'agisse des oiseaux, des papillons ou des amphibiens, il faut des observateurs humains pour échantillonner et reconnaître les espèces, alors que les appareils automatiques peuvent être utilisés et associés pour estimer les modèles de diversité des micro-organismes (Couvet et al. 2008).

Les projets de suivi par des bénévoles peuvent intégrer la collecte de données de base avec des activités journalières, comme la pêche (Levrel et al. 2010). En utilisant des techniques d'enquête ou des méthodes d'analyse des données très pointues, ces projets fournissent des données relativement fiables et débouchent donc sur des résultats impartiaux. La qualité des données collectées par les bénévoles est souvent plus fonction du type d'enquête, de la méthodologie analytique et des techniques de communication adoptés au sein des projets que de la participation de bénévoles proprement dite (Schmeller et al. 2009).

D'après une enquête européenne, il existe 623 projets portant sur le suivi des espèces et des habitats, avec une participation de plus de 100 000 bénévoles disséminés dans plus de 35 pays d'Europe. Les projets de suivi des espèces, le comptage des oiseaux par exemple, font appel à un nombre élevé de bénévoles par rapport aux professionnels qui les encadrent (EuMon 2010). Près de la moitié de ces projets sont financés à l'échelle nationale (47 %), un tiers à l'échelle (sous-)régionale, et 11 % par des fonds privés. Les subventions scientifiques ne représentent que 4 % du financement, même si c'est l'intérêt scientifique qui incite le plus souvent les bénévoles à s'embarquer dans ce genre de projet (**Figure 8**).

En France, il existe des projets de surveillance, mis au point et gérés par des scientifiques, dont l'effectif à plein temps est constitué à 75 % par des bénévoles. Une récente étude suggère que le suivi des espèces actuellement assuré par les bénévoles français coûterait entre 0,8 et 5,3 millions de dollars par an s'il était confié à des professionnels (Levrel et al. 2010).

Les projets de suivi citoyen peuvent aussi améliorer le processus politique. Ceux qui font intervenir la population locale et évaluent directement l'évolution des ressources écologiques qui la touchent donnent souvent d'excellents résultats lorsqu'il s'agit d'influer sur les décisions relatives à la gestion des ressources et ils peuvent réduire le temps requis pour que les décisions soient mises en œuvre (Danielsen et al. 2010). Pourtant, le potentiel offert par les projets de surveillance basés localement reste encore largement inexploité dans les pays en développement. Alors que la biodiversité y est souvent plus riche et les populations plus directement tributaires des ressources naturelles que dans les pays développés, les manques de financement et un savoir-faire limité constituent des entraves considérables (Danielsen et al. 2008).

Des programmes intégrés de surveillance portant sur des espèces d'animaux terrestres, de papillons et de végétaux désignées peuvent être lancés moyennant une aide financière modeste. Il est estimé qu'il faudrait environ 50 000 dollars par Etat et par an pour développer des projets pilotes dont l'objectif serait de fournir, d'ici à 2020, des tendances rigoureuses concernant les recensements d'espèces désignées dans des régions qui sont actuellement trop peu surveillées, comme l'Afrique

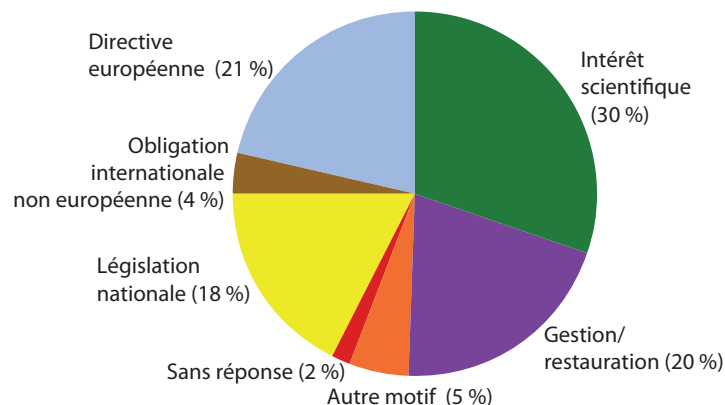


Figure 8 : Raisons à l'origine du lancement de projets de suivi volontaire en Europe, exprimées en pourcentage. La plupart des projets européens de surveillance des espèces et des habitats sont mis sur pied à des fins scientifiques (30 %). Dans une moindre mesure, ils voient le jour en réponse à des directives européennes, à une législation nationale ou à des obligations internationales. Un cinquième des projets visent directement la gestion et la restauration de l'habitat. Source : EuMon (2010)



Un bénévole du Projet PteroCount utilise un détecteur de chauves-souris dans un site de surveillance. Le suivi régulier d'animaux tels que le vespertilion du Népal (*Myotis nipalensis*), illustré sur notre photo, permet d'établir les tendances des populations. Photo : Sanjan Thapa

Encadré 3 : S'impliquer dans des programmes de science citoyenne sur la biodiversité

Earthdive : Registre mondial de plongée (Global Dive Log) contenant les résultats d'observations sur des espèces de référence clés et sur les pressions anthropiques notables exercées sur la conservation des milieux marins. Centre mondial de surveillance pour la conservation de la nature du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE-WCMC) : www.earthdive.com

Projet PteroCount : Programme de surveillance des chauves-souris en Asie du Sud. Zoo Outreach Organisation/Wildlife Information Liaison Development/Chiroptera Conservation and Information Network of South Asia : www.pterocount.org/index.html

REEFCHECK : Surveillance et conservation des récifs coralliens tropicaux et des récifs rocheux de Californie. Reef Check Foundation : <http://reefcheck.org/>

South American Wildlands Mapping : Cartographie et analyse des zones vierges/non développées du Chili et de l'Argentine. Pacific Biodiversity Institute : www.pacificbio.org/helpout/volunteer-south-america.html

Treewatch : Observation et enregistrement des changements dans la santé d'un arbre préalablement adopté. Sylva Foundation : <http://sylva.org.uk/treewatch/>

subsaharienne, l'Amérique du Sud et l'Asie de l'Est (Pereira et al. 2010).

De nouvelles occasions d'observer l'environnement apparaissent également grâce au développement rapide de la technologie de détection mobile (Sutherland et al. 2010) (**Encadré 4**). Les usagers peuvent enregistrer des sons, des images, des vidéos, des coordonnées GPS et d'autres données. Ces données sont ensuite téléchargées sur internet par le biais de réseaux mobiles qui donnent des données en temps réel et servent à assurer le suivi, par exemple, de la situation environnementale pendant et après une catastrophe naturelle ou le suivi des pollinisateurs, ou encore la détection de la faune. Un programme éducatif récemment lancé permet aux jeunes de nombreux pays de faire un levé topographique à distance de neuf hectares de forêts tropicales. Les participants relatent directement sur internet les changements observés dans la zone de forêt qui leur est attribuée, par le biais d'un portail serveur.

Encadré 4 : Surveillance inédite par téléphone portable

Des technologies et applications inédites de téléphonie mobile sauvent des vies dans les zones frappées par des catastrophes. Des portails permettent de connecter les populations aux ressources afin de faciliter le relèvement après la catastrophe et de mobiliser les parties prenantes pour résoudre les problèmes qui se présentent. Au départ, le logiciel Ushahidi – « témoignage » en swahili – utilisé dans ce but avait été développé pour cartographier les rapports faisant état de violences au Kenya suite aux élections de 2008. L'information était échangée par SMS et les rapports étaient vérifiés par les administrateurs. De même, en 2010, les renseignements fournis par des citoyens ont permis d'identifier les besoins dans les régions du Pakistan touchées par les inondations et de déterminer l'emplacement exact des déplacements. Citons par exemple le cas de Pakreport, mis au point par un groupe de personnes peu de temps après le début des inondations en juillet. Un autre service établi par USAID a permis aux populations de mettre en commun par SMS les informations et mises à jour de dernière minute sur les efforts de relèvement. Au Pakistan, pays qui compte plus de 99 millions d'abonnés au réseau de téléphonie mobile sur une population totale de 170 millions d'habitants, le niveau d'accessibilité est très élevé (IRIN 2010).

Développement agricole durable

La sécurité alimentaire est restée un sujet de préoccupation en 2010, car la consommation mondiale croissante de denrées, l'évolution des régimes alimentaires et la vulnérabilité du climat exercent des pressions sur la production. La moisson mondiale de blé devrait croître de 1,5 million de tonnes en 2010/11, contre une augmentation de la consommation de blé de 2,5 millions de tonnes (USDA 2010). Trente-six des 50 pays dont les disponibilités alimentaires sont les plus vulnérables en raison des sécheresses extrêmes, des taux élevés de pauvreté et de la médiocrité des infrastructures pour le transport des produits agricoles se trouvent en Afrique, plus particulièrement en Afrique subsaharienne (Maplecroft 2010b). Lorsqu'on revient sur 2007/2008, l'analyse montre que la hausse des prix pétroliers, l'accroissement de la demande en biocarburants et les restrictions à l'exportation comptent parmi les facteurs qui ont touché les cours céréaliers mondiaux et contribué à la crise alimentaire générale (Headey et Fan 2010).

La production mondiale de produits alimentaires aurait besoin de croître de 70 % pour nourrir la population de plus de 9 milliards d'habitants attendue sur notre planète d'ici à 2050 (ID2E 2010). En outre, la demande primaire en biomasse dans le monde devrait atteindre entre 1 604 et 1 952 millions de tonnes d'équivalent pétrole d'ici à 2030, en fonction de la disponibilité de terres agricoles excédentaires (OECD/IEA 2010). L'agriculture fournit des moyens de subsistance à 75 % des pauvres des pays en développement. De surcroît, plus d'un tiers des émissions directes mondiales de carbone sont dues à l'agriculture ou

à d'autres changements d'occupation des sols. Cette quote-part devrait encore augmenter au cours des prochaines décennies. On estime que l'agriculture a le potentiel de piéger jusqu'à 90 % du total de ses émissions de carbone (ARDD 2010). Le problème consiste à trouver des moyens d'utiliser durablement les ressources naturelles dans l'agriculture, les forêts et les pêches sans les amenuiser.

La première Conférence mondiale sur l'agriculture, la sécurité alimentaire et les changements climatiques, qui s'est tenue à La Haye, aux Pays-Bas, en novembre 2010, a servi de tribune aux décideurs pour envisager des solutions pratiques susceptibles de gagner sur trois fronts : l'adaptation aux changements climatiques, l'atténuation de leurs effets et la sécurité alimentaire. Il faudra toutefois une panoplie d'outils pour améliorer les pratiques et la gestion foncières existantes et pour piéger le carbone dans les sols et la biomasse végétale. Parmi ces outils figurent la restauration des paysages agricoles dégradés, la collecte et la conservation de l'eau, le contrôle des ravageurs et des maladies, la gestion des sols et des nutriments, la conservation et la maintenance de la diversité culturelle par des contributions à des mécanismes de partage des avantages, des méthodes de récolte performantes et la transformation précoce des produits agricoles pour réduire les pertes après récolte, la conservation de l'énergie et la minimisation des déchets (ID2E 2010). La restauration réussie des terres désertifiées en Chine est un exemple qui illustre comment on peut mettre un terme à la désertification et restituer les terres réhabilitées à la production agricole (**Encadré 5**).

Moisson de millet au Niger. Les projets d'agroforesterie améliorée en Afrique ont profité à la fois à l'environnement, aux agriculteurs et à la sécurité alimentaire. Au Niger, plus de 4,8 millions d'hectares de millet et de sorgho sont cultivés sur des terres où se pratique l'agroforesterie.
Source : ARDD (2010). Photo : USDA/FAS/OGA



Encadré 5 : Renverser la désertification dans la région du Ningxia, en Chine

La région autonome Hui du Ningxia dans le nord-ouest de la Chine est l'une des régions les plus arides et les moins développées du pays. Le Ningxia est principalement constitué de terres sablonneuses, de steppes désertiques et de sables mouvants. Quelque 8 770 000 hectares, soit 57 % du total de la superficie de la région, ont été touchés par la désertification, la dégradation des sols et les sables mouvants, ce qui a affecté plus de 3 millions de personnes ou environ 60 % de la population du Ningxia. Environ 1 320 000 hectares de terres agricoles et 1 210 000 hectares de steppes désertiques et d'herbages, associés à plus de 600 villages, sont menacés d'une nouvelle désertification.

Toutefois, le Ningxia est aussi l'une des régions où l'on a pu reconquérir les terres désertifiées à des fins agricoles. Une approche de gestion de la désertification qui associe réglementation, amendements des procédures administratives, incitations au développement durable et partenariats public-privé a permis d'augmenter la superficie des terres mises en valeur. Cette approche contribue également au développement d'une économie verte et à la création d'emplois. Outre les activités des agriculteurs, des ménages individuels et autres, des « entreprises vertes » ont pris part au reboisement, à la plantation de vignobles, de plantes médicinales et de vergers de pommiers ainsi qu'à la construction d'établissements vinicoles et d'une usine de fabrication de jus de pommes.

Au Ningxia, les agriculteurs sont invités à pratiquer une agriculture de conservation et une gestion des éléments nutritifs. La superficie sur laquelle croissent des cultures de rapport comme les raisins, les melons, les baies de goji et les abricots ne cesse de s'étendre et la culture de l'éphédre, ou raisin de mer, aux vertus médicinales est encouragée. Parmi les méthodes utilisées pour protéger les plantes dans le climat rude et aride de la région du Ningxia, on citera l'interdiction de laisser les moutons et les chèvres paître en liberté, de cueillir des herbes sauvages ou la mousse noire comestible dite « fat choy » ou nostoc flagelliforme.

Parmi les projets de grande envergure en vue d'inverser la désertification du Ningxia, on peut citer le barrage de Shapotou sur le fleuve Jaune, des périmètres d'irrigation et la construction de plus de 200 000 hectares d'oasis artificiels, où sont réinstallés plus de 200 000 migrants venus des zones en butte à la désertification. Ne serait-ce que dans le comté de Yanchi, 293 000 hectares ont été plantés d'arbres, arbustes et herbacées, 33 000 hectares de dunes de sables mouvants ont été stabilisées et 80 000 hectares de steppes et herbages désertiques dégradés ont été revégétalisés et réhabilités.

Pour remettre en valeur des terres désertifiées et les protéger d'une nouvelle érosion, il est indispensable de pratiquer une agriculture et une gestion durables des terres. Dans le contexte de l'atténuation de la dégradation des sols et de la gestion des risques de sécheresse, le Ningxia se concentre également sur la gestion des ressources en eau et la conservation de la biodiversité dans les zones arides.

Source : Gouvernement de la région autonome Hui du Ningxia (2010)



Des raisins et autres fruits, légumes, céréales et plantes médicinales sont cultivés sur des terres réhabilitées. Au Ningxia, de nouveaux vignobles et établissements vinicoles créent des emplois et contribuent à lutter contre la désertification. Photo : Bureau des forêts du Ningxia



Des barrières anti-sable érigées à partir de paille et de javelles de roseaux sont fréquemment utilisées pour lutter contre la désertification en Chine. A demi enterrées et disposées en échiquier, elles stabilisent la surface du sable. Parmi les autres techniques adoptées figurent la plantation d'herbacées, d'arbustes et d'arbres, le désensablement et l'irrigation. Photo : Bureau des forêts du Ningxia

Références

- ARDD (2010). There is no climate security without food security and no food security without climate security. Agriculture and Rural Development Day. Statement. Saturday December 4. Cancun, Mexico. <http://cafsc.cjar.org/blog/there-no-climate-security-without-food-security-and-no-food-security-without-climate-security>
- Barbier, E. (2009). A Global Green New Deal: Rethinking the Economic Recovery Report prepared for the Economics and Trade Branch, Division of Technology, Industry and Economics, United Nations Environment Programme. <http://www.unep.org/greeneconomy/portals/30/docs/GGND-Report-April2009.pdf>
- Brown, L.R. (2009). Plan B 4.0: Mobilizing to Save Civilization. Earth Policy Institute. http://www.earth-policy.org/images/uploads/book_files/pb4book.pdf
- Butchart, S. H. M., Stuart, H. M., Walpole, M., Collen, B., van Strien, A. et al. (2010). Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. *Science*, 328 (5982), 1164–1168
- CBD (Convention on Biological Diversity) (2010). A new era of living in harmony with Nature is born at the Nagoya Biodiversity Summit. Press release <http://www.cbd.int/doc/press/2010/pr-2010-10-29-cop-10-en.pdf>
- Couvet, D., Jiguet, F., Julliard, R., Levrel, H. and Teysseire, A. (2008). Enhancing citizen contributions to biodiversity science and public policy. *Interdisciplinary Science Reviews*, 33(1), 95–103. <http://www.unesco.org/mab/doc/euromab/2009/isr.pdf>
- Danielsen, F., Burgess, N.D., Balmford, A., Donald, P.F., Funder, M., Jones, J.P.G., Alviola, P., Balete, D.S., Blombery, T., Brashares, J., Child, B., Enghoff, M., Fjeldså, J., Holt, S., Hübertz, H., Jensen, A.E., Jensen, P.M., Massao, J., Mendoza, M.M., Ngaga, Y., Poulsen, M.K., Rueda, R., Sam, M., Skielboe, T., Stuart-Hill, G., Topp-Jørgensen, E. and Yonten, D. (2008). Local Participation in Natural Resource Monitoring: A Characterization of Approaches. *Conservation Biology*, 23(1), 31–42.
- Danielsen, F., Burgess, N. D., Jensen, P. M., Pirhofer-Walzl, K. (2010). Environmental monitoring: the scale and speed of implementation varies according to the degree of peoples involvement. *Journal of Applied Ecology*, 47(6), 1166–1168
- Donkelaar van, A., Martin, R.V., Brauer, M., Kahn, R., Levy, R., Verduzco, C. and Villeneuve, P.J. (2010). Global Estimates of Ambient Fine Particulate Matter Concentrations from Satellite-Based Aerosol Optical Depth: Development and Application. *Environmental Health Perspectives*. 118(6), 847–855
- EuMon (2010). EU-wide monitoring methods and systems of surveillance for species and habitats of Community interest. <http://euemon.ckff.si/index1.php>
- G20 Seoul Summit (2010). The Seoul Summit Document. <http://www.g20.utoronto.ca/2010/g20seoul-doc.pdf>
- GEF (Global Environment Facility) (2010). National Capacity Self-Assessments: Results and Lessons Learned for Global Environmental Sustainability. <http://www.thegef.org/gef/sites/thegef.org/files/publication/NCSA-SR-web-100913.pdf>
- Gershenfeld, N., Samouhos, S. and Nordman, B. (2010). Intelligent Infrastructure for Energy Efficiency. *Science*, 327 (5969), 1086–1088
- Global Conference on Agriculture, Food Security and Climate Change, The Hague, the Netherlands, 31 October–5 November 2010. Chair's Summary. <http://www.afconference.com/final-roadmap-for-action>
- Government of Ningxia Hui Autonomous Region (2010). Governmental Guiding, Projects Motivating and Public Participation to Push forward the Progress Combating Desertification. Summary Report Combating Desertification in Ningxia
- Headley, D. and Fan, S. (2010). Reflections on the global food crisis : how did it happen? how has it hurt? and how can we prevent the next one? IFPRI research monograph
- IDZE (2010). Global Conference on Agriculture, Food Security and Climate Change, the Hague, the Netherlands, 31 October–5 November 2010. Chair's Summary. www.afconference.com/final-roadmap-for-action
- IEA (International Energy Agency) (2010a). Energy Technology Perspectives 2010. Scenarios and Strategies to 2050. Executive Summary. <http://www.iea.org/techno/etp/etp10/English.pdf>
- IEA (2010b). World Energy Outlook 2010. Presentation to the press. London, 9 November 2010. http://www.worldenergyoutlook.org/docs/weo2010/weo2010_london_nov9.pdf
- IISD (International Institute for Sustainable Development) (2010). A report of the High-level Plenary Meeting of the 65th Session of the UN General Assembly on the Millennium Development Goals (MDGs). *MDG Summit Bulletin*, 153, 9. <http://www.iisd.ca/download/pdf/sd/ymbvol153num9e.pdf>
- IPCC (2007). The physical science basis: contribution of working group 1 to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, New York
- IRIN (2010). Using SMS to pinpoint humanitarian needs. IRIN News 28 September www.irinnews.org/report.aspx?ReportId=90602
- ITU (International Telecommunication Union) (2010). The World in 2010. The Rise of 3G, Geneva
- IUCN (International Union for Conservation of Nature) (2010). Plants under pressure: A global assessment. The first report of the IUCN Sampled Red List Index for Plants. Royal Botanic Gardens, Kew, UK. http://www.kew.org/ucm/groups/public/documents/document/kpccnt_027694.pdf
- Levrel, H., Fontaine, B., Henry, P., Jiguet, F., Julliard, R., Kerbiriou, C. and Couvet, P. (2010). Balancing state and volunteer investment in biodiversity monitoring for the implementation of CBD indicators: A French example. *Ecological Economics*, 69(7), 1580–1586
- Maplecroft (2010a). Index of 350 biggest US companies reveals relationship between climate innovation and financial performance. <http://www.maplecroft.com/about/news/cii.html>
- Maplecroft (2010b). African nations dominate Maplecroft's new Food Security Risk index – China and Russia will face challenges. <http://www.maplecroft.com/about/news/food-security.html>
- Molina, M., Zaelke, D., Sarma, K.M., Andersen, S.O., Ramanathan, V. and Kaniaru, D. (2009). Reducing abrupt climate change risk using the Montreal Protocol and other regulatory actions to complement cuts in CO₂ emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(49), 20616–20621
- OECD/IEA (2010). Sustainable Production of Second-Generation Biofuels. Potential and perspectives in major economies and developing countries. Information Paper. Organisation for Economic Co-operation and Development/International Energy Agency, Paris
- Pereira, M.H., Belpap, J., Brummitt, N., Collen, B., Ding, H., Gonzalez-Espinosa, M., Gregory, R.D., Honrado, J., Jongman, R.H.G., Julliard, R., McRae, L., Proença, V., Rodrigues, P., Opige, M., Rodriguez, J.P., Schmeller, D.S., van Swaay, C. and Vieira, C. (2010). Global biodiversity monitoring. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 8, 459–460
- Red Cross (2010). In the news 2010. <http://www.redcross.org/portal/site/en/>
- REN 21 (2010). Renewables 2010 Global Status Report. REN 21 Secretariat. Paris, France
- Ritz, S. A. (2010). Air pollution as a potential contributor to the 'epidemic' of autoimmune disease. *Medical Hypotheses*, 74, 110–117
- Schmeller, D.S., Henry, P., Julliard, R., Gruber, B., Clobert, J., Dziock, F., Lengyel, S., Nowicki, P., Déri, E., Budrys, E., Kull, T., Tali, K., Bauch, B., Settele, J., van Swaay, C., Kobler, A., Babij, V., Papastergiadou, E. and Henle, K. (2009). Advantages of Volunteer-Based Biodiversity Monitoring in Europe. *Conservation Biology*, 23(2), 307–316
- Schneider, P. and Hook, S.J. (2010). Space observations of inland water bodies show rapid surface warming since 1985. *Geophysical Research Letters*, 37(22), L22405
- Sutherland, J.W., Clout, M., Cote, I.M., Daszak, P., Depledge, M.H. et al. (2010). *Conservation Issues for 2010 Trends in Ecology and Evolution*, 25, 1–7
- TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) (2010). The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB. http://www.teebweb.org/LinkClick.aspx?fileticket=bYhDohL_TuM%3D&tabid=924&mid=1813
- UN (United Nations) (2010a). High-level Plenary Meeting on the Millennium Development Goals. Keeping the promise: a forward-looking review to promote an agreed action agenda to achieve the Millennium Development Goals by 2015. Compilation of Partnership Events and Action Commitments. http://www.un.org/en/mdg/summit2010/pdf/HLPM_Side%20Events_CR8.pdf
- UN (United Nations) (2010b). The Millennium Development Goals Report 2010. <http://www.un.org/millenniumgoals/pdf/MDG%20Report%202010%20En%20r15%20-low%20res%2020100615%20.pdf>
- UNEP (2010a). UN Climate Change Conference in Cancun delivers balanced package of decisions, restores faith in multilateral process. Press Release. www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=653&ArticleID=6866&=en
- UNEP (2010b). *The Emissions Gap Report: Are the Copenhagen Accord Pledges Sufficient to limit Global Warming to 2°C or 1.5°C?* United Nations Environment Programme, Nairobi
- UNEP (2010c). Report of the third ad hoc intergovernmental and multi-stakeholder meeting on an intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services. Busan, Republic of Korea, 7–11 June 2010
- UNEP (2010d). Biodiversity Year Ends on a High Note as UN General Assembly Backs Resolution Signing into Life an 'IPCC for Nature'. Press release, 21 Dec. <http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=653&ArticleID=6872&=en>
- UNEP/WMO (in press). *Integrated assessment of black carbon and tropospheric ozone*. United Nations Environment Programme, Nairobi
- UNEP and Bloomberg New Energy Finance (2010). Global Trends in Sustainable Energy Investment 2010. Analysis of Trends and Issues in the Financing of Renewable Energy and Energy Efficiency. United Nations Environment Programme, Paris
- UNFCCC (2007). Dialogue on long-term cooperative action to address climate change by enhancing implementation of the Convention. UNFCCC, Bonn
- UNGA (United Nations General Assembly) (2010). Keeping the Promise: United to Achieve the Millennium Development Goals. Draft Resolution Referred to the High-level Plenary Meeting of the General Assembly by the General Assembly at its sixty-fourth session. <http://www.un.org/en/mdg/summit2010/pdf/mdg%20outcome%20document.pdf>
- USDA (United States Department of Agriculture) (2010). World Agricultural Supply and Demand Estimates, 9 Nov. <http://www.usda.gov/oc/commodity/wasde/latest.pdf>
- US EPA (2011). Climate Change - Health and Environmental Effects. United States Environmental Protection Agency <http://www.epa.gov/climatechange/effects/health.html#air>
- Velders, G.J.M., Andersen, O.S., Daniel, J.S., Fahey, D.W. and McFarland, M. (2007). The importance of the Montreal Protocol in protecting climate. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(12), 4814–4819
- WBCSD (2010). WBCSD emphasizes need for public private cooperation to find solutions for climate change challenges. world Business Council for Sustainable Development. Press Release. 6 September. www.wbcsd.org/Plugins/DocSearch/details.asp?type=DocDet&ObjectID=Mzq2Mzk
- WHO (2006). *WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide*. Global update 2005. Summary of risk assessment. World Health Organization, Geneva
- WMO (2011). Press Release No. 906. http://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/pr_906_en.html
- World Bank (2010). *World Development Indicators 2010*. World Bank. Washington, D.C.

Calendrier des événements 2011

10-11 janvier

Première réunion intersessions de la Conférence sur le développement durable (CNUDD), aussi appelée Rio+20, New York, Etats-Unis
www.uncsd2012.org/

11-12 janvier

Premier Sommet sur le financement des infrastructures durables, Bâle, Suisse
<http://globalenergybasel.com/programme-and-slides-geb-2011/>

24-28 janvier

Deuxième session du Comité de négociation intergouvernemental chargé d'élaborer un instrument international juridiquement contraignant sur le mercure (INC2), Chiba, Japon
www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/Negotiations/INC2/tabid/3468/language/en-US/Default.aspx

24 janvier-4 février

Nuvième session du Forum des Nations Unies sur les forêts (FNUF 9)/Lancement de l'Année internationale des forêts 2011, Secrétariat du FNUF, Siège de l'ONU, New York, Etats-Unis
www.un.org/esa/forests/session.html

26-30 janvier

Forum économique mondial de Davos, « Des normes partagées pour la nouvelle réalité », Davos, Suisse
www.weforum.org/events/world-economic-forum-annual-meeting-2011

2 février

Ouverture à la signature du Protocole de Nagoya sur l'accès aux ressources génétiques et le partage juste et équitable des avantages découlant de leur utilisation à la Convention sur la diversité biologique, Siège des Nations Unies, New York, Etats-Unis
www.cbd.int/meetings/

3-5 février

Phosphore, alimentation et notre avenir : Sommet sur le phosphore durable, université de l'Etat d'Arizona, Tempe Campus, Tempe, Etats-Unis
<http://sols.asu.edu/frontiers/2011/index.php>

10-11 février

Atelier sur la stratégie pour une croissance verte de l'Organisation pour la coopération et le développement économiques (OCDE), Siège de l'OCDE, Paris, France
www.oecd.org/document/56/0,3343,en_2649_37465_46328312_1_1_1_1,00.html

14-18 février

Processus périodique d'évaluation et d'établissement de rapports sur l'état du milieu marin dans le monde, y compris les aspects socioéconomiques (processus périodique), réunion du Groupe de travail ad hoc plénier de l'Assemblée générale, Siège de l'ONU, New York, Etats-Unis
www.un.org/Depts/los/global_reporting/global_reporting.htm

21-24 février

Vingt-sixième session du Conseil d'administration du PNUE/Forum ministériel mondial sur l'environnement, Nairobi, Kenya
www.unep.org/gc/gc26/

28 février-4 mars

Réunion préparatoire intergouvernementale de la dix-neuvième session de la Commission du développement durable (CDD 19), Siège de l'ONU, New York, Etats-Unis
www.un.org/esa/dsd/csd/csd_csd19_ipm.shtml

7-8 mars

Deuxième Comité préparatoire de la Conférence des Nations Unies sur le développement durable (Rio+20), Division du développement durable, Siège de l'ONU, New York, Etats-Unis
www.un.org/esa/dsd/index.shtml

14-18 mars

Forum de partenariat des Fonds d'investissement climatiques (FIC), Tunis, Tunisie
www.climateinvestmentfunds.org/cif/partnership_forum_2011_home

14-18 mars

Table ronde sur le changement climatique dans le Pacifique, Alofi, Nioué
www.sprep.org/event/

20-25 mars

Cinquième Conférence internationale sur les débris marins, Honolulu, Hawaï, Etats-Unis
www.SIMDC.org

3-5 avril

Première session de l'Agence internationale des énergies renouvelables (IRENA), Assemblée et cinquième Commission préparatoire de l'IRENA, Abu Dhabi, Emirats arabes unis
www.irena.org/

25-29 avril

Cinquième réunion de la Conférence des Parties à la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (POP), Genève, Suisse
<http://chm.pops.int/default.aspx>

2-13 mai

Dix-neuvième session de la Commission du développement durable (CDD 19), Siège de l'ONU, New York, Etats-Unis
www.un.org/esa/dsd/csd/csd_csd19.shtml


10-13 mai

Trente-troisième session du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC 33), Abu Dhabi, Emirats arabes unis
www.ipcc.ch/calendar_of_meetings/calendar_of_meetings.shtml

14-18 mai

Deuxième Congrès international sur la conservation

WORLD ENVIRONMENT DAY



5 JUNE
Forests: Nature at Your Service
In support of the UN International Year of Forests

marine, IMCC 2, Faire que les sciences marines comptent, Victoria, Canada
www.conbio.org/IMCC2011/

5 juin

Journée mondiale de l'environnement, « Forêts : la nature à votre service », Delhi, Inde
www.unep.org/wed/

20-22 juin

Réunion conjointe du WGI, WGII et WGIII du GIEC sur la géoingénierie, Lima, Pérou
www.ipcc-wg2.gov/meetings/EMS/index.html#5

20-22 juin

Conférence 2011 de Vienne sur l'énergie : L'énergie pour tous - Le temps de l'action, Vienne, Autriche
www.unido.org/index.php?id=1001185

20-24 juin

Cinquième rencontre de la Conférence des Parties à la Convention de Rotterdam sur le consentement préalable en connaissance de cause (PIC COP 5), Genève, Suisse
www.pic.int/

11-15 juillet

Soixante-deuxième session du Comité de la protection du milieu marin, Organisation maritime internationale, Siège de l'OMI, Londres, Royaume-Uni
www.imo.org/MediaCentre/MeetingSummaries/Pages/Default.aspx

16-22 juillet

Treizième session ordinaire de la Commission des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture (CGRFA 13), Siège de la FAO, Rome, Italie
www.fao.org/nr/cgrfa/cgrfa-home/en/

29 août-2 septembre 2011

Groupe de travail intersessions ad hoc ouvert de la Conférence internationale sur la gestion des produits chimiques (ICCM OEWG), Belgrade, Serbie
www.saicm.org/index.php?content=meeting&mid=124&menuid=&def=1

8-12 septembre

Deuxième Congrès mondial de la biodiversité, Kuching, Malaisie
www.worldbiodiversity2011.com/

13 septembre

Ouverture de la soixante-sixième session de

l'Assemblée générale des Nations Unies, Siège de l'ONU, New York, Etats-Unis
www.un.org/en/ga/

20 septembre

Manifestation de haut niveau de l'Assemblée générale des Nations Unies sur « La lutte contre la désertification, la dégradation des sols et la sécheresse dans le contexte du développement durable et l'éradication de la pauvreté », Siège de l'ONU, New York, Etats-Unis
www.uncccd.int/

21-23 septembre

Septième Conférence ministérielle « Environnement pour l'Europe », Astana, Kazakhstan
www.unecce.org/env/efe/Astana/welcome.html

10-21 octobre

Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification dans les pays qui connaissent de graves sécheresses et/ou la désertification, en particulier en Afrique (UNCCD) et la dixième session de la Conférence des Parties, UNCCD COP 10, Changwon, République de Corée
www.uncccd.int/cop/cop10/menu.php

17-21 octobre

Dixième réunion de la Conférence des Parties à la Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination, Cartagena, Colombie
www.basel.int/meetings/meetings.html

30 octobre-4 novembre

Troisième session du Comité de négociation intergouvernemental chargé d'élaborer un instrument juridiquement contraignant sur le mercure (INC3), Ouagadougou, Burkina Faso
www.unep.org/hazardoussubstances/MercuryNot/MercuryNegotiations/tabid/3320/language/en-US/Default.aspx

14-15 novembre

Deuxième réunion intersessions de la Conférence des Nations Unies sur le développement durable (CNUDD), aussi baptisée Rio+20, Siège de l'ONU, New York, Etats-Unis
www.uncsd2012.org/

14-18 novembre

Nuvième Conférence commune des Parties à la Convention de Vienne et vingt-troisième réunion des Parties au Protocole de Montréal, Bali, Indonésie
<http://ozone.unep.org/Events/meetings2011.shtml>

28 novembre-9 décembre

Dix-septième session de la Conférence des Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) (COP 17) et septième session de la réunion des Parties au Protocole de Kyoto (COP/MOP 7), Durban, Afrique du Sud
http://unfccc.int/meetings/unfccc_calendar/items/2655.php



Une otarie à fourrure antarctique prise dans des feuilles de plastique. *Photo : British Antarctic Survey*

Déchets de plastique dans l'océan

Chaque année, des quantités de déchets de plastique se retrouvent dans l'océan, où ils se désagrègent lentement et s'accumulent dans des zones de convergence. Les scientifiques s'inquiètent de l'impact possible des petits fragments de plastique, ou microplastiques, sur l'environnement. On ne comprend pas encore bien le rôle des plastiques en tant que vecteurs véhiculant des produits chimiques et des espèces dans l'océan, mais ils représentent une menace potentielle pour les écosystèmes et la santé humaine. C'est grâce à une meilleure gestion des déchets que l'on empêchera les plastiques et d'autres types de déchets d'entrer dans l'océan.

L'océan est devenu le lieu où viennent s'accumuler une grande partie des déchets que produit l'humanité. Parmi les déchets marins, on compte du bois, du verre, du métal et du plastique provenant de nombreuses sources. On réalise depuis peu que l'accumulation des particules de microplastique dans l'océan et leurs impacts potentiels constituent un nouveau problème écologique. Certains scientifiques envisagent avec une inquiétude grandissante l'effet potentiel des composés persistants, bioaccumulables et toxiques (PBT) provenant des déchets de plastique. En outre, les secteurs de la pêche et du tourisme subissent dans beaucoup de parties du monde l'impact économique du plastique lorsque ce dernier se prend dans les filets, s'emmêle dans les hélices et autres équipements et vient polluer les plages. Malgré les efforts de la communauté internationale pour enrayer l'arrivée des déchets de plastique, ils continuent de s'accumuler et d'avoir un impact sur l'environnement marin. Il faudra, pour réduire la quantité de plastique qui se retrouve dans l'océan, rendre plus efficaces les mesures de gestion existantes et améliorer tous les aspects du traitement et de l'élimination des déchets.

Plusieurs types communs de plastique flottent et peuvent être emportés par les courants océaniques vers les régions les plus lointaines du globe, y compris l'Arctique et l'Antarctique (Barnes et al. 2010). Les médias se sont surtout intéressés à l'incidence relativement élevée des déchets de plastique dans les parties de l'océan que l'on appelle « zones de convergence » ou « gyres océaniques ». C'est ainsi que se sont répandus les termes « soupe de plastique », « plaque de déchets » et « décharge marine ». Mais ces termes sont trompeurs puisque la plupart des déchets de plastique de l'océan consistent en de minuscules fragments et que les zones dans lesquelles ils flottent ne se voient pas sur les images satellites, par exemple. La publicité suscitée par les reportages et les

activités de plusieurs ONG a cependant permis de sensibiliser le public et les gouvernements à l'ampleur globale du problème des déchets de plastique, ainsi qu'au problème général des déchets marins.

Evaluation de l'ampleur du problème

Il est difficile de quantifier les volumes et les sources du plastique et des autres types de déchets qui se retrouvent dans l'océan. Parmi les sources terrestres de ces déchets, citons les décharges mal gérées, le transport fluvial, les eaux usées et les eaux pluviales non traitées, les installations industrielles insuffisamment réglementées, les déchets transportés par le vent, les régions côtières servant d'espaces récréatifs, ainsi que le tourisme (Barnes et al. 2009). On considère généralement que ce sont là les principales sources des déchets marins, mais il existe d'importantes variations régionales. Ainsi la navigation et la pêche contribuent-elles largement aux déchets marins de la région des mers d'Asie de l'Est et de la partie sud de la Mer du Nord (UNEP/COBSEA 2009, Galgani et al. 2010). En général, on trouve plus de déchets à proximité des centres de population, notamment une plus grande proportion de plastiques de consommation, comme les bouteilles et sacs en plastique et les produits de toilette (Ocean Conservancy 2010).

Les plastiques modernes ont connu leur développement technologique le plus important pendant la première moitié du 20^e siècle. Depuis, leur production et leur utilisation n'ont cessé de croître à un rythme accéléré (**Figure 1**). De nombreux secteurs y ont recours pour le conditionnement de leurs produits (**Encadré 1**). Pour l'industrie alimentaire en particulier, le plastique a l'avantage incontournable de prolonger la durée de conservation, ce qui fait baisser les risques d'infection et diminue le gaspillage d'aliments.

Au nombre des navires et plateformes qui sont à l'origine des déchets de plastique dans l'océan, on compte les bateaux de pêche et de plaisance, les paquebots de croisière, les navires marchands, les plateformes pétrolières et gazières et les installations d'aquaculture (**Figure 2**). On constate des variations importantes entre régions quant à l'importance relative de ces différentes sources potentielles (GESAMP 2010). La législation internationale traite des

Les **microplastiques** sont généralement définis en tant que particules de plastique de moins de 5 millimètres de diamètre (Arthur et al. 2009).

Les **substances persistantes**, bioaccumulables et toxiques (PBT) présentent toute une série d'effets chroniques sur la santé, notamment troubles endocriniens, mutagénicité et carcinogénicité. Une partie de ces substances tombent sous le coup de la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (POP).

*Auteurs : Saido Katsuhiko, Sangjin Lee, Jon Samseth et Doug Woodring, sous la direction de Peter Kershaw
Rédacteur scientifique : John Smith*

Encadré 1 : Les plastiques de consommation courante – usages et devenir

La plupart des emballages et des produits que l'on trouve dans le flux des déchets consistent en un petit groupe de plastiques de grande diffusion, comportant le polyéthylène (PE), le polypropylène (PP), le polyéthylène téréphtalate (PET), le polychlorure de vinyle (PVC), le polystyrène (PS) et le polyamide (PA), mieux connu sous le nom de nylon (Andrady et Neal 2009, PlasticsEurope 2010). Ces plastiques ont des propriétés différentes en fonction de leur usage. Ces propriétés peuvent influencer leur durabilité et leur devenir dans l'océan. Par exemple PE et PP sont moins denses que l'eau de mer et tendront à flotter, tandis que PS, PA et PET sont plus denses et tendront à couler. Tous ces plastiques peuvent être récupérés et recyclés, si l'on dispose des infrastructures requises et si l'attitude du public est favorable. La collecte et le recyclage des types mixtes de plastique restent difficiles, quoique la séparation basée sur la différence de densité puisse être efficace. Les objets en plastique de consommation courante se retrouvent souvent dans l'océan en raison de l'effet combiné d'une mauvaise gestion des déchets, de politiques et de réglementations inadaptées, appliquées d'une manière inefficace, et de l'attitude et du comportement des individus.

Les motivations principales de l'utilisation du plastique sont les suivantes : meilleures propriétés physiques et chimiques que les alternatives ; moindre coût ; production en série ; utilisation moindre des ressources. L'analyse des cycles de vie a en outre montré que l'utilisation du plastique plutôt que de ses alternatives entraîne souvent une baisse considérable de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre, dans des applications allant des récipients pour aliments aux avions et autres véhicules (PWC/Ecobilan 2004).

Les applications des plastiques pour les produits de grande consommation sont nombreuses et variées. On constate en outre des variations géographiques importantes dans la manière de les utiliser et de s'en débarrasser. En Afrique de l'Ouest, on utilise communément les sacs en polyéthylène pour transporter l'eau potable, mais ils se retrouvent souvent dans les eaux parce qu'il n'y a pas d'infrastructure d'enlèvement des ordures. En Europe, environ 38 % des plastiques servent d'emballages jetables (Barnes et al. 2009). Pour beaucoup de pays, il est difficile d'obtenir des données quantitatives, surtout concernant l'utilisation et le devenir des objets à usage unique, comme les bouteilles, les sacs et les emballages alimentaires.

L'utilisation des matières plastiques a atteint environ 100 kg par année et par habitant en Amérique du Nord et en Europe de l'Ouest en 2005 ; on pense qu'elle atteindra 140 kg d'ici à 2015. Les pays à développement rapide d'Asie présentent

le plus fort potentiel de croissance du monde : on estime que l'usage de matières plastiques par année et par habitant passera d'environ 20 kg actuellement à 36 kg d'ici à 2015 (EuPC et al. 2009). Quant aux taux de recyclage et de réutilisation du plastique, ils varient considérablement, même entre régions développées. En 2009, par exemple, plus de 84 % des plastiques étaient récupérés (soit recyclés soit réutilisés pour générer de l'énergie) dans sept pays de l'Union européenne, ainsi qu'en Norvège et en Suisse, alors que plusieurs pays européens n'en récupéraient que 25 % ou moins (EuPC et al. 2009, PlasticsEurope 2010). On oublie souvent que l'amélioration des opérations de gestion des déchets peut être une occasion d'innover et de créer des emplois, particulièrement dans les pays en voie de développement, où seule une part minime des plastiques produits est récupérée.

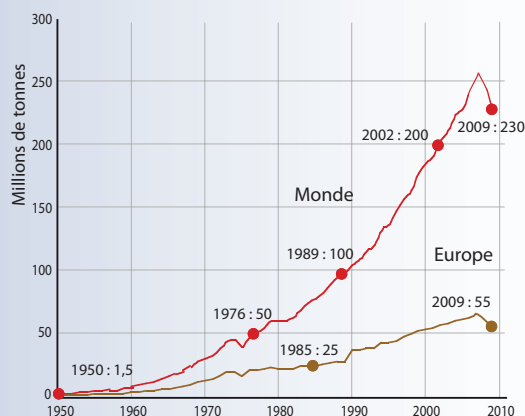


Figure 1 : Croissance de la production des plastiques, 1950-2009. Après un demi-siècle de croissance continue, la production mondiale des plastiques a connu une baisse en 2008 en raison de la crise économique. Près de 25 % de la production mondiale vient d'Europe. Les plastiques représentés ici sont les suivants : thermoplastiques, polyuréthanes, thermodurcissables, élastomères, adhésifs, revêtements et mastics, et fibres polypropylènes. Les fibres de PET, PA et polyacryliques ne sont pas incluses. Source : *PlasticsEurope 2010*

plastiques et autres déchets provenant des bateaux et structures offshore, mais la mise en œuvre et l'application des lois est souvent inadéquate (NAS 2009, UNEP 2009a, Galgani et al. 2010).

Les courants océaniques ont un effet considérable sur la redistribution et l'accumulation des déchets marins, tout comme la masse, la flottabilité et la durabilité du matériau (Moore et al. 2001). Des simulations à l'aide de modèles informatiques, basées sur les données provenant d'environ 12 000 flotteurs suivis par satellite, déployés depuis le début des années 1990 dans le cadre du projet Global Ocean Drifter Program (GODP 2011), confirment que les déchets sont transportés par les courants océaniques et tendent à s'accumuler dans un nombre restreint de zones de convergence ou gyres subtropicaux (IPRC 2008) (Figure 3). Cela signifie que les déchets peuvent se retrouver sur les rivages d'îles situées en plein océan, très loin de leur source. Les simulations



Un échantillon de déchets de plastique à bord du navire de recherche Meteor, trouvés à plus de 4 200 mètres de profondeur dans le bassin d'Ierapetra, au sud de la Crète, en Grèce. Photo : Michael Türkay, Senckenberg Research Institute, Francfort, Allemagne

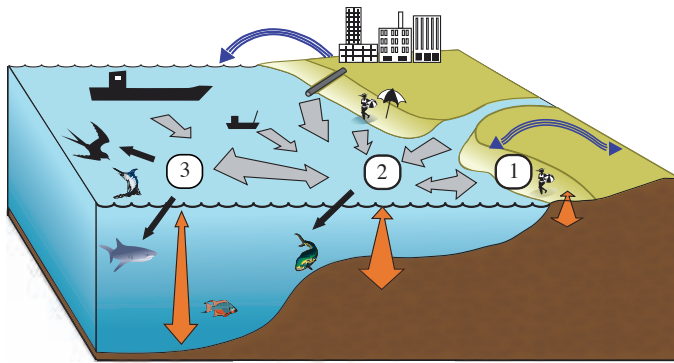


Figure 2 : Principales sources et parcours les plus fréquents du plastique dans l'environnement marin. La plupart du plastique s'accumule sur les plages (1), dans les eaux côtières et leurs sédiments (2) et en pleine mer (3). Les flèches bleu foncé représentent les déchets portés par le vent, les flèches grises, les déchets transportés par voie d'eau, les flèches orange, le mouvement vertical à travers la colonne d'eau, y compris l'enfouissement dans les sédiments, et les flèches noires, l'ingestion par des organismes marins. Source : Adapté de Ryan et al. (2009)

informatiques suggèrent que les déchets pourraient rester de nombreuses années dans ces gyres, mais cette constatation ne tient pas compte d'autres processus ou changements dans les propriétés des particules.

Une récente étude présente des données sur l'accumulation des plastiques dans l'Atlantique Nord et les Caraïbes de 1986 à 2008 (Law et al. 2010). Les concentrations les plus élevées (> 200 000 pièces par kilomètre carré) se trouvent dans les zones de convergence, comme l'avait prédit le modèle appliqué, mais les concentrations n'ont pas augmenté de manière significative au cours des 22 années en question. Bien que les auteurs avancent des hypothèses sur les causes possibles de ce phénomène – le plastique pourrait, par exemple, s'être enfoncé dans les profondeurs ou s'être fragmenté au point d'échapper au filet d'échantillonnage – leur conclusion est que ces résultats montrent l'insuffisance de nos connaissances actuelles des sources et des puits océaniques (Law et al. 2010). Une partie des déchets sont probablement éjectés au cours des trois ans que prend en moyenne une révolution complète dans la zone de convergence (Ebbesmeyer et Scigliano 2009). Une étude des microplastiques dans des échantillons de zooplancton du sud du courant côtier de Californie n'a pas non plus révélé de changement significatif dans la proportion de microplastiques sur 25 ans (Gillfillan et al. 2009). Une mauvaise gestion des déchets, conjuguée à la croissance démographique et à des facteurs économiques, pourrait également influencer les tendances de l'accumulation des plastiques dans d'autres régions. Mais nous ne disposons pas encore de données qui nous permettraient de confirmer ces hypothèses.

Pour des raisons pratiques, il est plus difficile d'effectuer un suivi de l'accumulation des déchets sur les fonds marins que dans la partie supérieure de la colonne d'eau. Une étude approfondie du plateau continental du nord-ouest de l'Europe a montré une répartition très large des déchets, en majorité mais pas exclusivement des déchets de plastique



Tentative pour empêcher les déchets de plastique de se déverser dans la mer après de fortes pluies en Californie du Sud, États-Unis. Photo : Bill Macdonald

(> 70 %), provenant de différentes sources (Galgani et al. 2000). Les canyons sous-marins servaient, semble-t-il, de dépôt pour des matériaux provenant de la terre ferme. La quantité de matériel de pêche était due à l'activité halieutique, connue. Dans le cadre du projet de recensement des espèces marines Census of Marine Life, achevé en 2010, on a trouvé des déchets de plastique à des profondeurs abyssales. Ce genre de constatation n'est pas rare (Galil et al. 1995). A de telles profondeurs, le plastique prend beaucoup plus de temps pour se fragmenter à cause du manque d'ultraviolets (UV) et de la température très basse de l'eau.

Les activités de suivi, de surveillance et de recherche portant sur le plastique et d'autres types de déchets marins se sont multipliées ces dernières années. Un ensemble complet d'indicateurs écologiques à appliquer lors des évaluations fait cependant défaut, et c'est également le cas pour les indicateurs sociaux et économiques correspondants. Parmi le type d'indicateurs qui seraient utiles, il y aurait par exemple les tendances démographiques des populations côtières, l'évolution de l'urbanisation, la production des plastiques, la proportion des déchets qui est recyclée, les revenus du tourisme, les méthodes de traitement des ordures, le tonnage des navires et les activités halieutiques. Les indicateurs permettent en outre d'évaluer l'efficacité des moyens d'atténuation, comme l'amélioration de la gestion des déchets et l'introduction de mesures économiques.

Au niveau régional, la Commission européenne est en train de mettre au point des méthodes pour évaluer l'étendue du problème des déchets marins grâce à sa Directive-cadre Stratégie pour le milieu marin (EU 2008, Galgani et al. 2010) ; y figureront des indicateurs permettant de suivre les progrès accomplis pour obtenir un « bon état écologique » d'ici à 2020. Ces indicateurs concernent la quantité, la répartition et la composition des déchets des quatre catégories suivantes : déchets rejetés sur les plages et/ou jetés sur le littoral ; en mer et au fond de la mer ; affectant la faune marine ; et

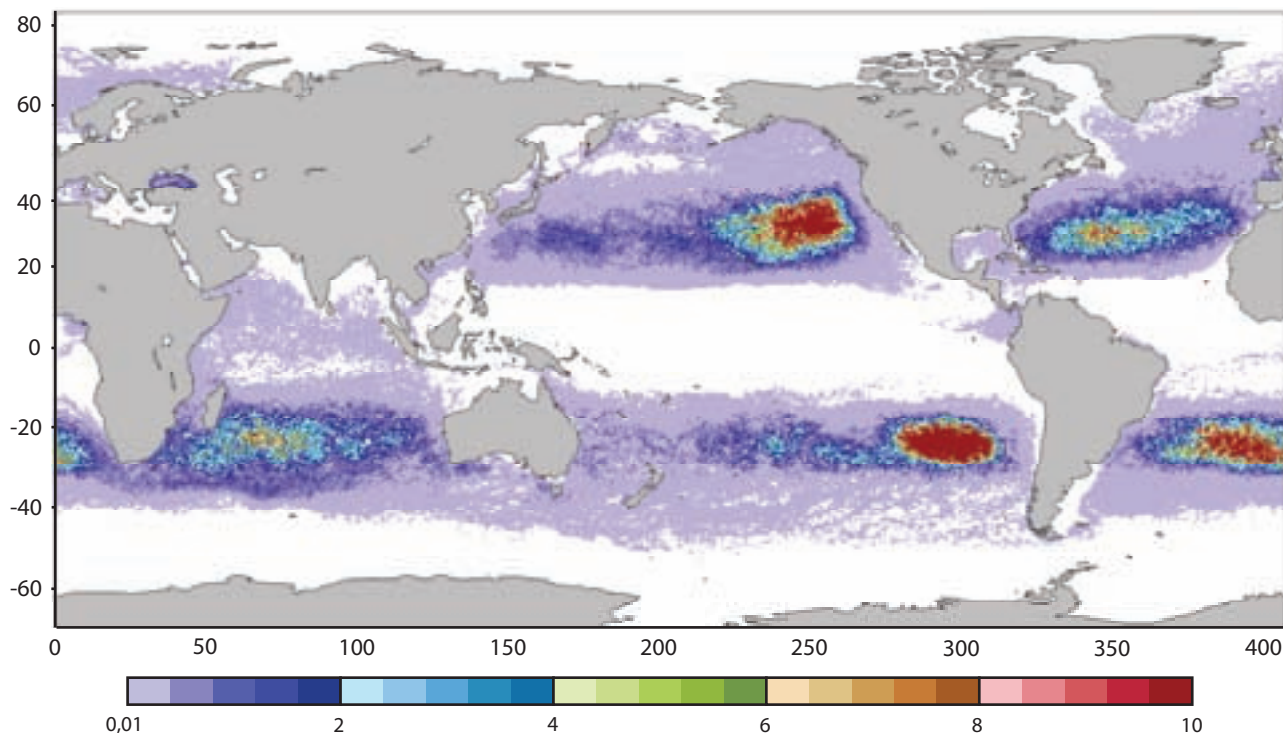


Figure 3 : Simulation de la répartition des déchets marins dans l'océan au bout de dix ans, montrant que le plastique converge dans les cinq gyres : ceux de l'océan Indien, du Pacifique Nord et Sud et de l'Atlantique Nord et Sud. Cette simulation, partant d'une répartition initiale uniforme et basée sur les mouvements réels de dériveurs, montre l'influence graduelle des cinq principaux gyres. Source : IPRC 2008



Plastique avalé par un albatros de Laysan dans le Pacifique. Si on savait comment et où les organismes marins entrent en contact avec les déchets marins, on pourrait perfectionner les stratégies de gestion visant à atténuer l'impact écologique de ces déchets. Source : Young et al. (2009)

déchets microplastiques (Galgani et al. 2010). Cette approche pourrait servir de modèle à d'autres programmes régionaux pour la création d'indicateurs de santé écologique, comme ceux des Objectifs de qualité écologique (EcoQO).

Les suivis offshore de routine du plastique dans la colonne d'eau par des méthodes d'évaluation traditionnelles sont généralement coûteux et limités dans leur portée géographique et leur fréquence. On est donc toujours en quête de techniques quantitatives plus économiques. Depuis 1977, on mesure ainsi le plastique retrouvé dans l'estomac des oiseaux de mer échoués dans l'Atlantique Nord-Est pour étudier sa répartition sous-régionale et l'évolution des tendances par rapport à un objectif EcoQO (10 milligrammes par oiseau). Le fulmar, ainsi que d'autres espèces d'oiseaux qui se nourrissent en mer, comme le pétrel, la starique et l'albatros, se nourrissent de tout ce qu'ils trouvent : on a retrouvé dans leur système digestif des objets en plastique qu'ils peuvent passer à leurs petits (Ryan et al. 2009, Young et al. 2009). C'est dans les années 1990 que l'on a constaté les niveaux les plus élevés de plastiques chez le fulmar. Les niveaux actuels sont semblables à ceux des années 1980, mais n'affichent pas de baisse quantitative suivie. Le seul changement porte sur la composition des plastiques, qui est maintenant dominée par les plastiques de consommation plutôt que ceux d'origine industrielle (van Franeker et al. 2010) (Figure 4). Dans une étude portant sur le puffin à bec grêle dans l'est de la mer

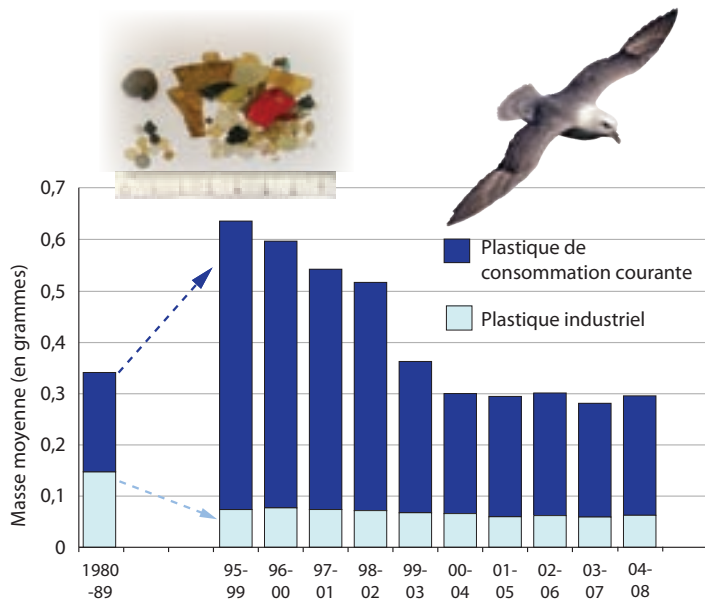


Figure 4 : Plastique de consommation courante et industriel ingéré par des fulmars échoués sur les plages de la mer du Nord, des années 1980 à l'année 2008. Depuis les années 1980, la masse annuelle moyenne de plastique industriel a diminué de moitié. L'ingestion de plastiques de consommation courante a triplé au milieu des années 1990, mais a baissé depuis. Source : van Franeker et al. (2010). Photo : Jan van Franeker, IMARES

de Béring entre les années 1970 et la fin des années 1990, Vlietstra et Parga (2002) ont fait état d'un changement semblable d'origine des plastiques.

Les indicateurs de performance par rapport aux objectifs EcoQO permettent d'évaluer l'efficacité des mesures d'atténuation. Dans les eaux néerlandaises, 90 % des déchets rejetés sur le littoral proviennent de la marine marchande et de la pêche (van Franeker et al. 2010). Alors que la législation européenne visant à améliorer les infrastructures portuaires de réception des déchets est entrée en vigueur vers 2005, on n'a constaté aucune baisse de la quantité de plastique trouvée dans l'estomac des fulmars depuis lors, ce qui suggère que la législation n'est pas respectée (van Franeker et al. 2010). Il existe maintenant des indicateurs supplémentaires pour les déchets marins, mais ils ne sont pas largement appliqués.

Impacts physiques et chimiques

On peut définir les dégâts écologiques dus au plastique et aux autres déchets marins en tant que mortalité ou effets sublétaux sur la biodiversité dus aux causes suivantes : dégâts physiques par ingestion ; empêtrement dans des filets « fantômes » (filets de pêche perdus ou abandonnés en mer) et autres déchets ; contamination chimique par ingestion ; et altération de l'organisation communautaire, y compris l'importation d'espèces exotiques (Galgani et al. 2010). L'exposition des déchets de plastique à toutes sortes de processus physiques, chimiques et biologiques dans les océans provoque

leur fragmentation et réduit leur taille (**Encadré 2**). Généralement, les effets chimiques potentiels risquent d'augmenter à mesure que diminue la taille des particules de plastique, tandis que les effets physiques, comme l'empêtrement des phoques et autres animaux dans le plastique flottant, augmentent avec la taille et la complexité des déchets.

On a signalé plus de 260 espèces empêtrées dans des déchets marins ou les ayant ingérés (Laist 1997, Derraik 2002, Macfadyen et al. 2009). Une récente étude des poissons planctivores du gyre du Pacifique Nord a trouvé une moyenne de 2,1 objets de plastique par poisson (Boerger et al. 2010). De nombreuses études attestent que les oiseaux, les tortues et les mammifères marins mangent tous des plastiques qu'ils prennent pour de la nourriture, et que cela peut leur être fatal (Jacobsen et al. 2010). Les albatros peuvent prendre du plastique rouge pour des calmars tandis que les tortues marines peuvent confondre sacs en plastique et méduses. Il est cependant difficile de quantifier l'impact de l'ingestion du plastique sur les espèces au niveau des populations, spécialement en présence de pressions supplémentaires comme la perte de sites de reproduction ou la surexploitation. Les particules avalées peuvent provoquer une obstruction ou endommager la muqueuse intestinale. Ces particules peuvent aussi provoquer une insuffisance nutritionnelle en remplaçant la nourriture (Young et al. 2009), mais ces effets sont, semble-t-il, spécifiques à certaines espèces. Les objets ou fragments de plastique flottants fournissent en outre un habitat temporaire ou vecteur aux espèces envahissantes, y compris les invertébrés sessiles, les algues et les agents pathogènes (Astudillo et al. 2009).

Les impacts chimiques potentiels du plastique dans l'océan inquiètent à deux titres : outre les effets potentiels des additifs qui faisaient partie de la formulation d'origine du plastique, il y a les impacts potentiels des substances persistantes, bioaccumulables et toxiques (PBT) qui s'accumulent progressivement dans les particules du plastique.



Les fermes piscicoles au large de la côte Pacifique de l'Amérique du Sud sont une importante source des déchets de plastique trouvés dans la région. Des bouées à la dérive pourraient causer la dispersion d'organismes venant de ces exploitations dans le Pacifique Sud-Est. Photo : Cristián Gutiérrez, Oceana

Encadré 2 : La lente biodégradabilité du plastique dans l'océan



Comme beaucoup d'autres matières, le plastique est fort sujet aux encrassements marins. Ces objets trouvés dans l'océan sont couverts d'anatifes. Photo : Algalita Marine Research Foundation

Première source d'inquiétude, certains des composés utilisés pour la fabrication du plastique, comme le nonylphénol, les phtalates, le bisphénol A (BPA) et les monomères styrènes peuvent, en fortes concentrations, avoir des effets néfastes pour la santé, notamment pour le système endocrinien, qui régule l'équilibre hormonal. D'après certaines études, ces effets pourraient se constater sur la terre ferme et dans les écosystèmes d'eau douce (Teuten et al. 2009). En revanche, une analyse des données provenant d'un suivi du BPA a conclu que ses effets secondaires seraient très limités dans les régions fortement industrialisées (Klecka et al. 2009). Les scientifiques n'ont pas encore bien quantifié combien ces composés subsistent dans l'environnement marin et combien d'effet ils ont sur les organismes marins : il faudra d'autres travaux pour évaluer leur impact potentiel.

La seconde source d'inquiétude est l'accumulation des PBT dans les petites particules de plastique (**Encadré 3**). Toutes sortes de déchets de

En règle générale, on ne sait pas combien de temps il faut au plastique pour se dégrader en milieu marin. On estime qu'il s'agit de centaines d'années. La plupart des types de plastique ne peuvent être considérés comme biodégradables dans ce milieu, puisque le terme « biodégradable » ne s'appliquerait qu'à ceux qui se décomposent sous l'action de bactéries ou par oxydation en des molécules plus simples, comme le méthane, le dioxyde de carbone et l'eau (Narayan 2009). Les plastiques « biodégradables » ou « oxydégradables » peuvent être décomposés dans des composteurs industriels ou des décharges, dans un environnement contrôlé, à une température qui reste toujours supérieure à 58 °C (Song et al. 2009). La température de la plupart des océans est nettement moins élevée, ce qui ralentit considérablement le processus de dégradation.

Dans l'océan, le plastique tend à se fragmenter en des particules plus petites de composition similaire, un processus favorisé par l'action des vagues et du vent. Les rayons UV du soleil jouent un rôle important dans la dégradation de certains plastiques (PP, PE). Lors de la fabrication du plastique, on ajoute parfois un agent de stabilisation des UV afin de prolonger la « vie » de certains objets, ce qui freine leur décomposition en fin de parcours. L'eau de mer absorbe et disperse les UV, ce qui fait que les plastiques flottant en surface ou à proximité se décomposeront plus rapidement qu'en profondeur. Lorsque des objets en plastique coulent et se retrouvent au fond de la mer, leur décomposition est nettement plus lente puisque les UV n'y pénètrent pratiquement pas et que la température est beaucoup plus froide. On a signalé des déchets de plastique au fond de l'océan depuis les profondeurs du détroit de Fram dans l'Atlantique Nord jusqu'aux canyons profonds du littoral de la Méditerranée ; on pense en outre que la plupart du plastique en mer du Nord est au fond de l'eau (Galgani et al. 1996, Galgani et al. 2000, Galgani et Lecornu 2004).

La surface de la plupart des objets en plastique est sujette aux encrassements marins puisqu'elle se recouvre de bactéries, d'algues, d'anatifes et autres crustacés et organismes. Ce phénomène s'applique aux déchets de toutes tailles, des microplastiques aux grands objets comme les bouées. Une couche biologique de surface peut influencer les processus de décomposition. Les encrassements peuvent également augmenter la densité des objets de plastique et les faire couler : leurs particules seront alors réparties dans toute la colonne d'eau et certaines finiront par se retrouver au fond de la mer. Si plus tard des organismes brouteurs enlèvent la couche de surface, les objets peuvent se mettre à flotter vers le haut.

plastique, allant des filets et autres équipements de pêche aux milliers d'objets de consommation courante qui se retrouvent dans l'océan, s'y décomposent en fragments capables d'absorber les PBT déjà présents dans l'eau de mer et les sédiments (Mato et al. 2001, Rios et al. 2007, Macfadyen et al. 2009). Parmi les PBT, on compte les polychlorobiphényles (PCB), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), l'hexachlorocyclohexane (HCH) et l'insecticide DDT, ainsi que d'autres polluants organiques persistants (POP) couverts par la Convention de Stockholm (Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants de 2011). Beaucoup de ces polluants, y compris les PCB, provoquent des effets chroniques comme des troubles endocriniens perturbant la reproduction, l'augmentation de la fréquence des mutations génétiques (mutagénicité) et ont une tendance cancérigène (carcinogénicité). Certains scientifiques craignent que ces contaminants persistants ne finissent par se retrouver dans la chaîne alimentaire, quoique l'on soit actuellement très peu au clair

Encadré 3 : Les pastilles de plastique

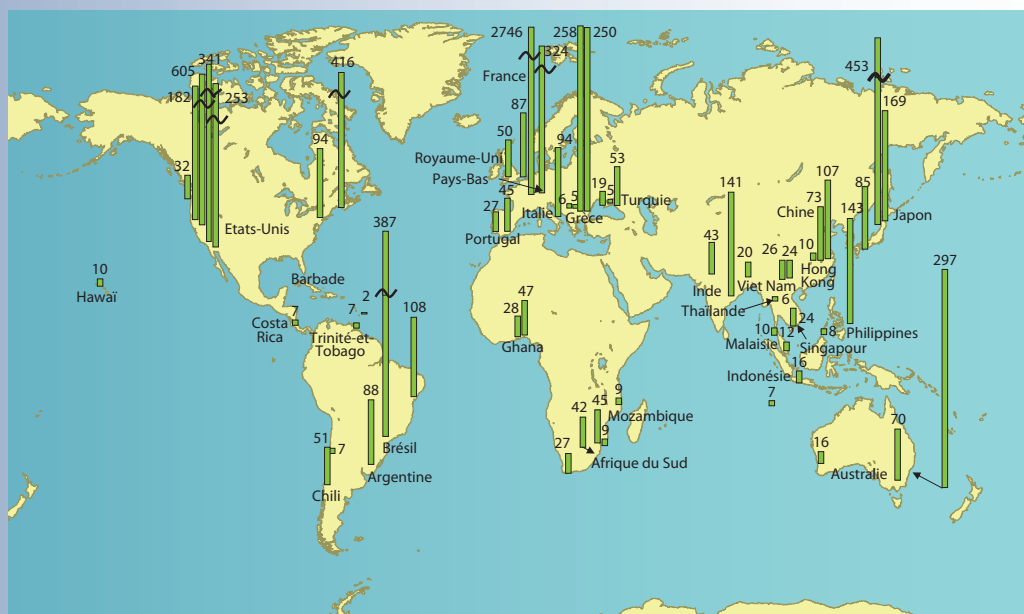
Les pastilles de résine plastique sont de petits granules, généralement en forme de cylindre ou de disque, de quelques millimètres de diamètre. Ces particules constituent une matière première industrielle qui est refondue et moulée pour obtenir les produits finis. Elles se retrouvent dans l'océan à la suite de déversements accidentels ou de fuites. Comme pour d'autres particules de plastique, on a montré qu'elles accumulaient les PBT. Dans le cas des pellicules de plastique fines, par exemple de 50 micromètres et moins, le processus d'accumulation et de libération des PBT peut ne prendre que quelques jours (Adams et al. 2007). Dans le cas des pastilles, l'équilibre entre la concentration d'un composé donné dans une pastille et celle dans l'eau ou le sédiment environnant peut prendre de nombreuses semaines ou mois. Les pastilles plus anciennes tendent donc à présenter des concentrations plus élevées de polluants et on s'en est servi pour établir une carte de la répartition de la pollution dans les eaux côtières du monde entier (Ogata et al. 2009, International Pellet Watch 2011) (**Figure 5**). La taille invariable de ces pastilles en fait un outil précieux de suivi.

A l'échelle internationale, le transport des PBT par les particules de plastique ne semble pas être quantitativement significatif par rapport au transport par le vent ou l'eau (Zarfl et Matthies 2010). En raison de la concentration des polluants dans les particules des microplastiques, ces dernières entraînent cependant un risque accru d'exposition aux organismes par ingestion ou introduction dans la chaîne alimentaire ; chez les prédateurs du haut de la chaîne alimentaire, comme l'espadon et le phoque, cela peut alors mener à la biomagnification. L'ingestion des petites particules par une grande variété d'organismes est amplement documentée. Mais, concernant la réponse biochimique et physiologique des organismes aux plastiques ingérés contaminés par des PBT, on ne dispose actuellement pas des données élémentaires requises pour quantifier l'ampleur du problème (Arthur et al. 2009, GESAMP 2010). Il est concevable que les PBT contenus dans les particules de plastique soient moins biodisponibles que ceux de l'eau environnante ou des sources alimentaires (Gouin et al. 2011).



Trouvées sur des plages du monde entier, les pastilles de plastique comme celles-ci se révèlent accumuler des substances persistantes, bioaccumulables et toxiques. Ces pastilles sont utilisées pour fabriquer des produits plastiques et ont été introduites accidentellement dans l'océan ; elles peuvent également y être introduites par une mauvaise manipulation ou une mauvaise gestion des déchets. Les données semblent suggérer que les quantités qui pénètrent en milieu marin diminuent en raison de l'amélioration des pratiques industrielles, mais les pastilles qui s'y trouvent déjà y resteront de nombreuses années. Photo : International Pellet Watch

Figure 5 : Concentration en PCB des pastilles de résine plastique échouées sur les plages, en nanogrammes par gramme de pastille. Des échantillons de pastilles de polyéthylène ont été collectés sur 56 plages de 29 pays et analysés pour établir leur concentration en composés organochlorés. Les concentrations en PCB étaient les plus élevées dans les pastilles collectées aux États-Unis, en Europe de l'Ouest et au Japon, et les plus faibles dans celles provenant d'Afrique et d'Asie tropicale. Cette tendance géographique est le reflet de différences régionales dans le recours aux PCB. Source : Ogata et al. (2009) avec des données supplémentaires fournies par International Pellet Watch en 2010



sur l'ampleur du danger que cela pose pour la santé humaine et celle de l'écosystème (Arthur et al. 2009, Teuten et al. 2009, Thompson et al. 2009, GESAMP 2010).

Nous savons que les microplastiques sont partout dans l'océan, contiennent une vaste gamme de contaminants chimiques et risquent d'être ingérés par les organismes marins. Cependant le manque de certitudes concernant leur rôle possible en tant que vecteurs additionnels des contaminants absorbés par les organismes invite à la prudence et mériterait de plus amples recherches.

Effets sociaux et économiques : « plus vastes que l'océan »

Les coûts résultant de la présence du plastique ou d'autres types de déchets marins sont souvent encourus par ceux qui en subissent les conséquences plutôt que par ceux qui en sont responsables (ten Brink et al. 2009, Mouat et al. 2010). Les impacts les plus évidents sont d'ordre économique, par exemple les occasions manquées d'aller à la pêche à cause du temps qu'il faut pour enlever les déchets des filets, des hélices et des prises d'eau bloquées. Les déchets marins coûtent en moyenne au secteur écossais de la pêche entre 15 et 17 millions de dollars américains par an, soit l'équivalent de 5 % du revenu total des pêcheries concernées. Les déchets marins représentent en outre un danger important et constant pour les bateaux, comme le montre le nombre croissant d'opérations menées par les gardes-côtes pour secourir des bateaux immobilisés par des hélices bloquées en Norvège et au Royaume-Uni : en 2008, on a compté 286 sauvetages de ce genre dans les eaux britanniques, coûtant jusqu'à 2,8 millions de dollars (Mouat et al. 2010).

Le nettoyage des plages et des voies navigables peut s'avérer coûteux. Aux Pays-Bas et en Belgique, on dépense environ 13,65 millions de dollars par an pour nettoyer les plages. Au Royaume-Uni, le coût de ces opérations de nettoyage pour les municipalités a augmenté de 38 % ces dix dernières années et se monte actuellement à environ 23,62 millions de dollars par an (Mouat et al. 2010). En Afrique du Sud, on estime qu'il faudrait compter quelque 279 millions de dollars par an pour enlever d'une manière efficace les déchets des voies d'eaux usées (ten Brink et al. 2009).

Un autre facteur à prendre en considération est le « coût esthétique non chiffrable ». Les déchets peuvent en effet modifier la perception qu'ont les gens de la qualité de leur environnement, ce qui peut entraîner une perte de revenus pour les collectivités comptant sur le tourisme et, dans certains cas, pour l'économie des pays vivant du tourisme et des activités économiques connexes (ten Brink et al. 2009, Mouat et al. 2010). En outre, le plastique cassé, tout comme le verre brisé, peut potentiellement blesser ou en tout cas incommoder les personnes venues profiter de la plage.

Selon l'organisme Asia-Pacific Economic Cooperation (Coopération économique pour l'Asie-Pacifique ou APEC), le coût estimé des déchets marins pour la seule région Asie-Pacifique s'élèverait à plus d'un milliard de dollars par an, pour des opérations allant du nettoyage aux réparations de bateaux. Les secteurs de la pêche, des transports et du tourisme de

nombreux pays, ainsi que les gouvernements et collectivités locales, subissent les impacts négatifs des déchets marins (McIlgorm et al. 2008, Ocean Conservancy 2010).

Comment aborder et résoudre les problèmes

Malgré l'existence d'un certain nombre de conventions internationales (**Encadré 4**), le problème du plastique et des autres déchets dans l'océan persiste. C'est révélateur de l'absence de stratégies internationales, régionales et nationales efficaces pour résoudre la question des sources municipales et autres de déchets. Cela montre en outre qu'il y a des faiblesses dans la mise en œuvre et dans l'application des règlements et des normes en vigueur, parfois sans doute par manque de fonds.

Plusieurs pays ont pris des mesures au niveau national pour traiter ce problème en promulguant des lois et en appliquant des accords régionaux et internationaux par l'intermédiaire de règlements nationaux. Mais dans la plupart des pays, de telles initiatives sont inexistantes ou inefficaces. Toute une gamme d'instruments économiques peuvent contribuer à changer les attitudes et les comportements (ten Brink et al. 2009). Pour être efficaces, ils doivent s'accompagner de mesures concrètes et d'une mise en œuvre adéquate, étayées par des programmes d'information, d'éducation et de sensibilisation du public, ainsi que par des mesures de renforcement des capacités et de transfert de technologie. On peut par exemple encourager le développement et l'utilisation de bonnes infrastructures de réception pour les déchets produits par les bateaux, monter des actions coordonnées avec le secteur de la pêche, prendre en compte le cycle de vie des produits au moment de leur conception pour limiter les déchets de plastique, ou encore améliorer les pratiques de gestion des déchets.

Le Programme d'action mondial pour la protection du milieu marin contre la pollution due aux activités terrestres

Le programme d'action mondial (GPA) pour la protection du milieu marin contre la pollution d'origine tellurique, dont le secrétariat est assuré par le PNUE, est la seule initiative internationale qui s'occupe directement du lien entre bassins versants, eaux côtières et haute mer (UNEP/GPA2011). Ce programme propose un mécanisme pour le développement et la mise en œuvre d'initiatives qui s'attaquent aux problèmes transfrontaliers, dont le plastique et les autres déchets marins sont un bon exemple. Afin d'améliorer sa base de connaissances, le PNUE a collaboré avec la Commission océanographique intergouvernementale de l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO-COI) pour mettre au point des directives pour l'étude et le suivi des déchets marins, *Guidelines on the Survey and Monitoring of Marine Litter* (Cheshire et al. 2009). En collaboration avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), le PNUE a publié un rapport détaillé sur les équipements de pêche abandonnés, perdus ou jetés (Macfadyen et al. 2009).

Encadré 4 : Les conventions internationales

L'Assemblée générale des Nations Unies a traité la question des déchets marins dans le cadre de ses résolutions annuelles sur les océans et le droit de la mer et sur la viabilité des pêches. En 2005, cette question a également figuré à l'ordre du jour de la sixième réunion du Processus consultatif informel ouvert à tous sur les océans et le droit de la mer des Nations Unies. Deux conventions internationales majeures portent spécifiquement sur les déchets marins dans l'océan. La première est la Convention MARPOL 73/78 (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, ou Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires, 1973, modifiée par le Protocole de 1978). La seconde est la Convention dite de Londres (Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter, ou Convention sur la prévention de la pollution des mers résultant de l'immersion des déchets et autres matières, 1972, avec son Protocole de 1996, dit Protocole de Londres). Cependant, malgré des restrictions sur l'élimination des déchets basées sur leur type et leur distance de la terre ferme, ainsi qu'une interdiction absolue de déverser des plastiques dans la mer, les plages et les océans du monde continuent d'être pollués par le plastique et d'autres types de déchets marins. Le contenu général de ces conventions est considéré comme adéquat, mais leur mise en œuvre et application pourrait sans doute être renforcée (NAS 2009).

La convention MARPOL 73/78 a pour objectif de limiter la pollution par les navires en réglementant les types et quantités de déchets que les bateaux déversent dans le milieu marin. L'Annexe V de MARPOL sur la prévention de la pollution par les ordures des navires est en vigueur depuis 1988. Selon l'Annexe V, le terme « ordures » englobe toutes sortes d'aliments, des déchets ménagers et opérationnels, sauf le poisson frais, produits dans le cadre de l'opération normale du bateau et dont on est susceptible de vouloir se débarrasser continuellement ou périodiquement. Il est strictement interdit de se débarrasser des plastiques où que ce soit dans la mer. L'Annexe V oblige en outre les gouvernements à faire en sorte que les ports et terminaux soient dotés d'infrastructures de réception des ordures. L'Organisation maritime internationale (OMI) a activement encouragé les pays à améliorer ces infrastructures. L'OMI est en train de revoir l'Annexe V ; des amendements visant à la réviser et à la mettre à jour doivent en outre être discutés en vue d'être adoptés en juillet 2011 (IMO 2011).

La Convention de Londres entend réglementer le déversement dans la mer des déchets produits sur la terre ferme. Elle exige des signataires (86 Etats) qu'ils interdisent le déversement dans la mer des plastiques persistants et d'autres matières non biodégradables, ainsi que de certains composés. De plus, la Convention des

Nations Unies sur le droit de la mer (UNCLOS) de 1982 définit le cadre légal dans lequel doivent s'effectuer toutes les activités dans les océans et les mers. La Partie XII (Articles 192-237) en particulier concerne la protection et la préservation du milieu marin. Elle contient des obligations générales de prévenir, réduire et maîtriser la pollution provenant de sources telluriques, y compris les rivières, estuaires, pipelines et déversoirs ; provenant des activités au fond de la mer sujettes aux juridictions nationales ; provenant des activités dans la zone, c'est-à-dire les fonds marins et leur sous-sol, au-delà des limites des juridictions nationales ; provenant des navires ; par déversement ; et provenant de l'atmosphère.



Aux Etats-Unis, les navires sont requis de remplir des registres des ordures, de tenir à jour des plans de gestion de bord et d'afficher des posters comme celui-ci, qui avisent l'équipage et les passagers des stipulations de l'Annexe V de MARPOL. Une violation peut entraîner une amende ou une peine de prison. Photo : United States Coast Guard, reproduit dans NAS (2009)

Initiatives régionales

La collaboration régionale est incontournable si l'on veut résoudre le problème des déchets de plastique dans l'océan. L'initiative mondiale sur les déchets marins (Global Initiative on Marine Litter), une collaboration entre deux initiatives du PNUE, le GPA (UNEP/GPA) et le Programme maritime régional (Regional Seas Programme ou UNEP/RSP), a organisé et mis en œuvre de nombreuses activités régionales en relation avec les déchets marins. Les programmes régionaux portent sur la mer Noire, la région des Caraïbes, les mers d'Asie de l'Est et d'Asie du Sud, l'Afrique de l'Est, la région couverte par l'Organisation régionale pour la protection de l'environnement marin (Regional Organization for the Protection of the Marine Environment ou ROPME), la Méditerranée, le Pacifique Nord-Est, le Pacifique Nord-Ouest, la mer Rouge et le golfe d'Aden, le Pacifique Sud-Est, le Pacifique et l'Afrique de l'Ouest. Parmi les activités, signalons une collaboration avec le Programme

international de nettoyage des côtes d'Ocean Conservancy (International Coastal Cleanup ou ICC), visant à sensibiliser les populations aux problèmes des déchets marins au plan régional et à encourager une meilleure éducation et un engagement plus actif de la population. Les 18 conventions et plans d'action pour les mers régionales pourraient servir de plateformes pour mettre au point des stratégies régionales communes et pour promouvoir des synergies, surtout au plan national, visant à prévenir, réduire et supprimer les déchets marins (UNEP 2009b).

Une manière pratique de limiter le déversement de déchets dans la mer est de proposer des incitations à laisser dans les ports les déchets produits à bord des bateaux. En offrant des incitations financières à ceux qui laissent leurs déchets sur la terre ferme, on peut en outre potentiellement empêcher les déchargements illégaux. Citons ici l'exemple du système sans redevance (« no-special-fee ») qui s'applique aux huiles et autres déchets laissés dans les infrastructures de réception portuaires dans la région de la mer Baltique (HELCOM 2011).



On peut rendre plus efficaces les mesures visant à réduire la quantité des déchets marins entrant dans l'océan en fournissant aux ports des équipements adéquats mais peu coûteux pour recueillir les déchets provenant des navires, comme ce conteneur dans le port de Bristol, au Royaume-Uni. *Photo : Bristol Port Company*

Initiatives nationales et locales

Diverses initiatives nationales et locales visent à trouver des moyens de mieux comprendre et donc de limiter le flux des déchets de plastique vers l'océan. Aux Etats-Unis, on a par exemple mis au point des méthodes améliorées de suivi et d'évaluation permettant d'identifier et de quantifier le volume et la composition des déchets marins. Cette initiative est coordonnée par l'agence américaine d'observation océanique et atmosphérique (National Oceanic and Atmospheric Administration ou NOAA) et ses partenaires. Au Royaume-Uni, l'initiative Waste and Resources Action Programme (WRAP) encourage les entreprises à produire moins de déchets, à recycler davantage et à devenir moins dépendantes des décharges (WRAP 2011). Dans le but de sensibiliser les parties prenantes, le PNUE et NOAA organisent ensemble la 5^e Conférence internationale sur les déchets marins (International Marine Debris Conference) en mars 2011 (IMDC 2011).

Initiatives industrielles

Plusieurs secteurs industriels reconnaissent que les déchets de plastique dans les océans posent problème. C'est ainsi, par exemple, que le secteur de la navigation a créé des associations régionales de protection de l'environnement marin (Marine Environment Protection Associations ou MEPA), avec pour mission de préserver l'environnement marin en sensibilisant à ce sujet les gens qui travaillent dans le secteur, les communautés portuaires et les enfants. Cette initiative, née en Grèce en 1982 en réponse à l'inquiétude du public devant la pollution de la Méditerranée, est le fruit des efforts du secteur maritime grec (HELMEPA 2011). Elle a été suivie de plusieurs autres initiatives régionales, qui sont désormais coordonnées par l'International Marine Environment Protection

Association (INTERMEPA). L'engagement des MEPA à sauver les océans (« To Save the Seas ») passe notamment par une coopération volontaire pour protéger l'environnement marin de la pollution, par des activités de sensibilisation et d'éducation, par la promotion de normes de santé et de sécurité, ainsi que par l'amélioration des normes de qualité et des compétences professionnelles chez tous leurs membres (INTERMEPA 2011).

Les industries américaines et britanniques du plastique ont mis en œuvre l'opération Clean Sweep pour réduire les pertes de pastilles de résine dans l'environnement, notamment lors de leur transport par voie de terre ou de mer. Motivée par la nécessité de se conformer à la loi, mais aussi par de bons principes économiques et par une gestion responsable de l'environnement, cette opération contribue à la réduction des pastilles de plastique retrouvées dans les déchets marins (Operation Clean Sweep 2011).

La campagne « Fishing for Litter » (pêche aux déchets) est un bon exemple d'activité peu coûteuse basée sur le volontariat. Développée par l'intermédiaire de l'organisme Local Authorities International Environmental Organisation ou KIMO, elle encourage les pêcheurs basés autour de la mer du Nord à collecter et à rapporter au port tous les déchets pris dans leurs filets (KIMO 2011). Cette approche, qui bénéficie pour sa promotion de la coopération entre la filière et les autorités locales, a été adoptée en 2007 par la Commission OSPAR en vertu de la Convention pour la protection de l'environnement marin dans l'Atlantique Nord-Est. En République de Corée, une autre approche de la réduction des déchets marins passe par un projet qui consiste à racheter les équipements de pêche redondants, le Waste Fishing Gear Buy-Back Project (Macfadyen et al. 2009). En Asie du Sud-Est, le projet Green Fins est une initiative du tourisme de plongée qui encourage l'utilisation durable des récifs de corail, notamment en enlevant les filets de pêche abandonnés et autres déchets pris dans les récifs (Green Fins 2011).

Initiatives des ONG

Plusieurs ONG se consacrent aux déchets dans l'océan. Depuis 1997, la fondation Algalita Marine Research se distingue par les études de l'océan qu'elle entreprend et les projets de recherche qu'elle soutient, tout d'abord dans le Pacifique Nord, mais désormais aussi dans l'Atlantique Nord et l'océan Indien (Algalita 2011). Comme plusieurs autres ONG, elle soutient l'initiative 5 Gyres, qui est en train d'enquêter sur la répartition des microplastiques et des POP dans chacun des cinq principaux gyres océaniques, en collaboration avec Pangea Expeditions et la campagne Safe Planet des Nations Unies (5 Gyres 2011). Une autre initiative novatrice est Travel Trawl : en se servant d'équipements qu'on leur prête, des scientifiques amateurs collectent au cours de leurs voyages en mer des échantillons de déchets de plastique et font part de leurs découvertes à la fondation Algalita (Travel Trawl 2011).



Sensibilisation du public et dialogue entre scientifiques et décideurs. Un débat sur les plastiques dans l'océan dans le cadre de la série de débats « Challenges du 21^e siècle » de la Royal Geographical Society (avec IBG) à Londres, Royaume-Uni. Parmi les invités, un océanographe, un représentant de l'industrie du plastique et le capitaine du *Plastiki*. Photo : Royal Geographical Society

En 2009, l'organisation Project Kaisei, en collaboration avec le centre de recherches Scripps Institution of Oceanography, a soutenu une expédition menée par des étudiants de troisième cycle pour explorer et analyser les déchets de plastique dans le gyre du Pacifique Nord (Scripps Institution 2009). Project Kaisei est en train de tester des méthodes pour enlever certains des plastiques qui se trouvent dans l'océan grâce à des procédés de ramassage à faible consommation d'énergie. D'autres études visent à trouver des types de dépollution et de recyclage qui conviendraient pour les matières plastiques collectées, y compris les filets de pêche abandonnés, afin d'exploiter leur valeur économique potentielle et de pouvoir ainsi subventionner les opérations de nettoyage (Project Kaisei 2011).

L'opération annuelle internationale de nettoyage des côtes organisée par Ocean Conservancy est le plus vaste effort de bénévoles du monde pour collecter des informations quantitatives et qualitatives sur les déchets marins. En 2009, 498 818 volontaires de 108 pays et régions ont collecté 3 357 tonnes de déchets provenant de plus de 6 000 sites (Ocean Conservancy 2010) (**Figure 6**). Les sacs en plastique, qui viennent en deuxième place parmi les déchets les plus communément récoltés, ont un impact potentiel nettement supérieur à celui des déchets les plus communs, les cigarettes et bouts filtres. Une autre initiative, Nettoyons la Terre, est due à un seul individu, qui a décidé d'agir en découvrant lors d'une traversée de l'océan des quantités de déchets de plastique. Depuis 1993, cette initiative s'est transformée en un programme international visant à encourager les communautés à travailler ensemble pour modifier l'environnement d'une manière positive (CUW 2011).

Classement	Déchet	Nombre
1	Cigarettes / bouts filtres	2 189 252
2	Sacs (en plastique)	1 126 774
3	Emballages / barquettes d'aliments	943 233
4	Bouchons, couvercles	912 246
5	Bouteilles pour boissons (en plastique)	883 737
6	Tasses, gobelets, assiettes, couverts	512 517
7	Bouteilles pour boissons (en verre)	459 531
8	Canettes	457 631
9	Pailles, mélangeurs	412 940
10	Sacs (en papier)	331 476
Total des 10 déchets les plus communs		8 229 337

Figure 6 : Les dix principaux déchets marins trouvés sur les côtes et dans les cours d'eau du monde au cours de l'opération International Coastal Cleanup en 2009. Cette liste montre que le plastique fait partie du problème plus général des déchets marins ; ne sont cependant pas inclus certains objets en plastique moins communs et potentiellement plus dangereux, comme les filets de pêche abandonnés. Source : Ocean Conservancy

En 2010, le *Plastiki*, un catamaran de 60 pieds (18 mètres) fabriqué à partir de 12 500 bouteilles en plastique recyclées et d'autres plastiques PET et déchets, a accompli la traversée du Pacifique, entre San Francisco et Sydney, pour sensibiliser le public au problème du plastique dans l'océan (Plastiki 2011). Le voyage du *Plastiki* a eu lieu deux ans après celui du *Junkkraft*, un bateau construit avec 15 000 bouteilles en plastique recyclées, qui a traversé le gyre du Pacifique Nord dans le cadre d'un projet 5 Gyres/Algalita (Junkkraft 2008).

Perspectives d'avenir

De toute évidence, nous avons besoin de plus amples informations sur les sources, la répartition, le devenir et l'impact potentiel des plastiques en milieu marin. C'est le cas en particulier pour les microplastiques : nous avons encore beaucoup à apprendre au sujet de leurs effets chimiques et physiques potentiels sur les organismes marins. Il faut pour cela des données à l'échelle locale, régionale et internationale puisque les sources, les circonstances, les capacités et les stratégies d'atténuation varient en fonction du contexte. Les solutions doivent s'inscrire dans des programmes complets d'amélioration générale de la gestion des déchets, portant sur les infrastructures de ramassage et de traitement des déchets, les pratiques de gestion des déchets et leur mise en application. Ces programmes pourraient s'attacher également à améliorer la conception et les applications de plastiques à usage unique, à conscientiser les consommateurs et à modifier leur comportement, à améliorer le recyclage et la réutilisation, à faire adopter des instruments économiques qui limiteraient l'abandon des déchets et encourageraient les utilisations secondaires des déchets de plastique (ten Brink et al. 2009). Des technologies innovantes issues du secteur du recyclage proposent des moyens de recycler une plus forte proportion des déchets et méritent d'être encouragées. Une partie de la solution réside sans doute dans l'application du concept de la responsabilité élargie du producteur, selon lequel la responsabilité du producteur se prolonge au-delà du stade consommateur du cycle de vie du produit (OECD 2006).

Si l'on considère le plastique comme une ressource précieuse plutôt qu'un simple déchet, toute occasion de créer de la valeur secondaire pour cette matière après son utilisation première constituera une incitation économique à sa collecte et son retraitement. Dans plusieurs pays européens, par exemple, une part importante des déchets servent à générer de l'énergie dans des fours à haute température modernes, dont les émissions sont strictement contrôlées. De nouvelles technologies pour transformer le plastique en gazole et en d'autres combustibles sont une option prometteuse pour réduire le volume des nombreux plastiques qui ne sont pas susceptibles d'être recyclés ; elles pourraient constituer de nouvelles sources de revenus issus de la gestion des déchets pour les collectivités et les municipalités. Il faut cependant reconnaître que certains petits pays, notamment les petits États insulaires en développement (PEID), ont des difficultés spécifiques lorsqu'il s'agit d'attirer des investissements et de créer les infrastructures requises pour le traitement des déchets, notamment ceux qui proviennent du secteur du tourisme.

Pour bien gérer le problème international des déchets marins, il faudra développer et mettre en œuvre des politiques et des mesures efficaces, étayées par des conventions et des traités internationaux et régionaux ; les décideurs devront en outre accorder une place plus importante à la question des déchets marins dans les plans de développement et les règlements de protection de l'environnement au niveau national. Il sera particulièrement important d'utiliser les programmes d'éducation et d'information pour encourager les principales parties prenantes, les secteurs industriels clés et le grand public à modifier leur comportement et à assumer une plus grande part de responsabilité pour leurs actions. Parmi les principales parties prenantes, citons les pêcheurs et leurs associations, les marins, les touristes, les associations de consommateurs, les organisations sportives, les organisateurs de croisières et les hôteliers. Pour tenter de résoudre la question des déchets de plastique, il faudra l'engagement des gouvernements, des investissements et une approche intégrée à tous les niveaux de la société afin d'empêcher les déchets d'arriver dans l'océan, à partir de sources situées en mer et sur la terre ferme, et afin de rendre l'océan plus propre, tout en limitant les multiples pressions et impacts qui pèsent sur la biodiversité et en réduisant considérablement les coûts sociaux et économiques associés.

Références

- 5 Gyres (2011). Understanding Plastic Pollution through Exploration, Education and Action. <http://5gyres.org>
- Adams, R.G., Lohmann, R., Fernandez, L.A., MacFarlane, J.K. and Gschwend, P.M. (2007). Polyethylene Devices: Passive Samplers for Measuring Dissolved Hydrophobic Organic Compounds in Aquatic Environments. *Environmental Science and Technology*, 41(4), 1317-1323
- Algalita (2011). Algalita Marine Research Foundation. <http://www.algalita.org>
- Andrady, A.L. and Neal, M.A. (2009). Applications and societal benefits of plastics. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 1977-1984
- Arthur, C., Baker, J. and Barnford, H. (eds.) (2009). *Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects, and Fate of Microplastic Marine Debris, September 9-11, 2008*. National Oceanic and Atmospheric Administration Technical Memorandum NOS-OR&R-30
- Astudillo, J.C., Bravo, M., Dumont, C.P. and Thiel, M. (2009). Detached aquaculture buoys in the SE Pacific: potential dispersal vehicles for associated organisms. *Aquatic Biology*, 5, 219-231
- Barnes, D.K., Galgani, F., Thompson, R.C. and Barlaz, M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 1995-1998
- Barnes, D.K.A., Walters, A. and Gonçalves, L. (2010). Macropastics at sea around Antarctica. *Marine Environmental Research*, 70(2), 250-252
- Boerger, C.M., Lattin, G.L., Moore, S.L. and Moore, C.J. (2010). Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre. *Marine Pollution Bulletin*, 60(12), 2275-2278
- Brink, P. ten, Lutchnan, I., Bassi, S., Speck, S., Sheavly, S., Register, K. and Woolaway, C. (2009). *Guidelines on the Use of Market-based Instruments to Address the Problem of Marine Litter*. Institute for European Environmental Policy (IEEP), Brussels, Belgium, and Sheavly Consultants, Virginia Beach, USA
- Cheshire, A.C., Adler, E., Barbière, J., Cohen, Y., Evans, S., Jarayabhand, S., Jettif, L., Jung, R.T., Kinsey, S., Kusui, E.T., Lavine, I., Manyara, P., Oosterbaan, L., Pereira, M.A., Sheavly, S., Tkalin, A., Varadarajan, S., Wenneker, B. and Westphalen, G. (2009). *UNEP/IOC Guidelines on Survey and Monitoring of Marine Litter*. UNEP Regional Seas Reports and Studies, No. 186; IOC Technical Series No. 83
- CUW (2011). Clean Up the World. <http://www.cleanuptheworld.org/>
- Derraik, J.G.B. (2002) The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 44, 842-852
- Ebbesmeyer, C. and Scigliano, E. (2009). *Flotsametrics and the Floating World. How One Man's Obsession With Runaway Sneakers and Rubber Ducks Revolutionized Ocean Science*. Smithsonian Books/Collins/HarperCollins, Washington, D.C.
- EU (European Union) (2008). Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of

the Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive)

EuPC (European Plastics Converters), EPRO (European Association of Plastics Recycling and Recovery Organisations), EuPR (European Plastics Recyclers) and PlasticsEurope (2009). *The Compelling Facts About Plastics 2009: An analysis of European plastics productivity, demand and recovery for 2008*

Franeker, J.A. van, Meijboom, A., de Jong, M. and Verdaat, H. (2010). *Fulmar litter EcoQO monitoring in the Netherlands 1979-2007 in relation to EU Directive 2000/59/EC on Port Reception Facilities*. Report nr. CO32/09. IMARES Wageningen UR

Galgani, F., Fleet, D., van Franeker, J., Katsanevakis, S., Maes, T., Mouat, J., Oosterbaan, L., Poitou, I., Hanke, G., Thompson, R., Amato, E., Birkun, A. and Janssen, C. (2010). *Marine Strategy Framework Directive Task Team 10 Report Marine Litter*. JRC (EC Joint Research Centre) Scientific and Technical Reports

Galgani, F., Léauté, J.P., Mogueued, P., Souplet, A., Verin, Y., Carpentier, A., Goragner, H., Lalrouite, D., Andrea, B., Cadiou, Y., Mahe, J.C., Poulard, J.C. and Nerisson, P. (2000). *Marine Litter on the Sea Floor Along European Coasts*. *Marine Pollution Bulletin*, 40(6), 516-527

Galgani, F. and Lecomu, F. (2004). Debris on the sea floor at 'Hausgarten': in the expedition ARKTIS XIX/3 of the research vessel POLARSTERN in 2003. *Berichte zur Polar- und Meeresforschung*, 488, 260-262

Galgani, F., Souplet, A. and Cadiou, Y. (1996). Accumulation of debris on the deep sea floor off the French Mediterranean coast. *Marine Ecology Progress Series*, 142(1-3), 225-234

Galič, B.S., Golik, A. and Türkay, M. (1995). Litter at the Bottom of the Sea: A Sea Bed Survey in the Eastern Mediterranean. *Marine Pollution Bulletin*, 30(1), 22-24

GESAMP (2010), IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection; Bowmer, T. and Kershaw, P.J., 2010 (eds.), *Proceedings of the GESAMP International Workshop on plastic particles as a vector in transporting persistent, bio-accumulating and toxic substances in the oceans*. GESAMP Reports and Studies No. 82

Gillilan, L.R., Doyle, M.J., Ohman, M.D. and Watson, W. (2009). Occurrence of Plastic Micro-debris in the Southern California Current System. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations, *CalCOFI Rep.* 50

GODP (Global Ocean Drifter Program) (2011) The Global Ocean Drifter Program. Satellite-tracked surface drifting buoys. <http://www.aoml.noaa.gov/phod/dac/index.php>

Gouin, T., Roche, N., Lohmann, R., Hodges, G. (2011). A thermodynamic approach for assessing the environmental exposure of chemicals absorbed to microplastic. *Environmental Science and Technology*

Green Fins (2011). Green Fins Project is Underway in Indonesia, Malaysia, Philippines and Thailand. <http://www.greenfins.net>

HELCOM (2011). Application of the "No-Special-Fee" System in the Baltic Sea Area. Convention on the Protection of the Marine Environment of the Baltic Sea Area (Helsinki Commission). http://www.helcom.fi/Recommendations/en_GB/rec19_8/

HELMPEA (Hellenic Marine Environment Protection Association) (2011). 25 years of International Voluntary Action for Clean Beaches. <http://www.helmpea.gr/en/index.php>

IMDC (International Marine Debris Conference) (2011). Fifth International Marine Debris Conference. Waves of Change: Global lessons to inspire local action. <http://www.simdc.org>

IMO (International Maritime Organization) (2011). Prevention of Pollution by Garbage from Ships. Regulations for the Prevention of pollution by garbage from ships are contained in Annex V of MARPOL. Overview of Annex V. <http://www.imo.org/OurWork/Environment/PollutionPrevention/Garbage/Pages/Default.aspx>

INTERMEPA (2011). International Marine Environment Protection Association. http://www.intermepea.org/about_us.html

International Pellet Watch (2011). Global Monitoring of Persistent Organic Pollutants (POPs) using Beached Plastic Resin Pellets. <http://www.pelletwatch.org/>

IPRC (International Pacific Research Center) (2008). Tracking Ocean Debris. *IPRC Climate*, 8, 2

Jacobsen, J.K., Massey, L. and Gulland, F. (2010). Fatal ingestion of floating net debris by two sperm whales (*Physeter macrocephalus*). *Marine Pollution Bulletin*, 60(15), 765-767

Junkraft (2008). JUNK. Sailing to Hawaii on 15,000 Plastic Bottles and a Cessna 310 to Raise Awareness About Plastic Fouling Our Ocean. <http://junkkraft.blogspot.com>

KIMO (Kommunen Internasjonale Miljøorganisasjon/Local Authorities International Environmental Organisation) (2011). <http://www.kimointernational.org>

Klecka, G.M., Staples, C.A., Clark, K.E., van der Hoeven, N., Thomas, D.E., Hentges, S.G. (2009). Exposure analysis of bisphenol A in surface water systems in North America and Europe. *Environmental Science and Technology*, 43(16), 6145-6150

Laist, D.W. (1997). Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records. In: *Marine debris: sources, impacts and solutions* (Coe, J.M. and Rogers, B.D., eds.), 99-141. Springer, Berlin

Law, K.L., Moré-Ferguson, S., Maximenko, N.A., Proskurowski, G., Peacock, E.E., Hafner, J. and Reddy, C.M. (2010). Plastic Accumulation in the North Atlantic Subtropical Gyre. *Science*, 329 (5996), 1185-1188

Macfadyen, G., Huntington, T. and Cappell, R. (2009). *Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear*. UNEP Regional Seas Reports and Studies 185, FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 523

Mato, Y., Isobe, T., Takada, H., Kanehiro, H., Ohtake, C. and Kaminuma, T. (2001). Plastic Resin Pellets as a Transport Medium for Toxic Chemicals in the Marine Environment. *Environmental Science and Technology*, 35(3), 318-324

McIlgorm, A., Campbell, H.F. and Rule, M.J. (2008). *Understanding the economic benefits and costs of controlling marine debris in the APEC region* (MRC 02/2007). A report to the Asia-Pacific Economic Cooperation Marine Resource Conservation Working Group by the National Marine Science Centre (University of New England and Southern Cross University), Coffs Harbour, NSW, Australia, December

Moore, C.J., Moore, S.L., Leecaster, M.K. and Weisberg, S.B. (2001). A comparison of plastic and plankton in the North Pacific Central Gyre. *Marine Pollution Bulletin*, 42(12), 1297-1300

Mouat, T., Lopez Lozano, R. and Bateson, H. (2010). *Economic Impacts of Marine Litter*. KIMO (Kommunen Internasjonale Miljøorganisasjon/Local Authorities International Environmental Organisation)

Narayan, R. (2009). Fundamental Principles and Concepts of Biodegradability – Sorting through the facts, hypes, and claims of biodegradable plastics in the marketplace. *bioplastics MAGAZINE*, 4, 01/09

NAS (National Academy of Sciences) (2009). *Tackling Marine Debris in the 21st Century*. National Research Council, Committee on the Effectiveness of International and National Measures to Prevent and Reduce Marine Debris and Its Impacts, Washington, D.C.

Ocean Conservancy (2010). Trash Travels. From Our Hands to the Sea, Around the Globe, and Through Time. http://www.oceanconservancy.org/images/2010ICCReportRelease_pressPhotos/2010_ICC_Report.pdf

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2006). Fact Sheet: Extended Producer Responsibility. http://www.oecd.org/document/19/0,3746,en_2649_34281_35158227_1_1_1_1,00.html

Ogata, Y., Takada, H., Mizukawa, K., Hirai, H., Iwasa, S., Mato, Y., Saha, M., Okuda, K., Nakashima, A., Murakami, M., Zurcher, N., Booyatumanonond, R., Zakaria, M.P., Dung, Ie Q., Gordon, M., Miguez, C., Suzuki, S., Moore, C., Karapanagioti, H.K., Weerts, S., McClurg, T., Bures, E., Smith, W., Van Velkenburg, M., Lang, J.S., Lang, R.C., Laursen, D., Danner, B., Stewardson, N. and Thompson, R.C. (2009). International Pellet Watch: Global monitoring of persistent organic pollutants (POPs) in coastal waters I. Initial phase data on PCBs, DDTs, and HCHs. *Marine Pollution Bulletin*, 58 (10), 1437-1446

Operation Clean Sweep (2011). Pellet Handling Manual. APC (American Plastics Council) and SPI (The Society of the Plastics Industry). <http://www.opcleansweep.org/manual>

PlasticsEurope (2010). Plastics – the facts. <http://www.plasticseurope.org>

Plastiki (2011). Plastiki Time. Discover More About the Plastiki, A Boat Made of 12,000 Plastic Bottles. <http://www.theplastiki.com>

Project Kaisei (2011). Capturing the Plastic Vortex. <http://www.projectkaisei.org>

PWC/Ecobilan (2004). *Évaluation des impacts environnementaux des sacs de caisse Carrefour*. Price-Waterhouse-Coopers/Ecobilan. http://www.ademe.fr/htdocs/actualite/rapport_carrefour_post_revue_critique_v4.pdf

Rios, L.M., Moore, C. and Jones, P.R. (2007). Persistent organic pollutants carried by synthetic polymers in the ocean environment. *Marine Pollution Bulletin*, 54, 1230-1237

Ryan, P.G., Moore, C.J., van Franeker, J.A. and Moloney, C.L. (2009). Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 1999-2012

Scripps Institution (2009). SEAPLEX: Scripps Research Cruise, 17 August 2009. <http://scrippsnews.ucsd.edu/Releases/ReleaseID=1015>

Song, J.H., Murphy, R.J., Narayan, R. and Davies, G.B.H. (2009). Biodegradable and compostable alternatives to conventional plastics. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2127-2139

Stockholm Convention on Organic Pollutants (2011). What are POPs? <http://www.pops.int>

Teuten, E.L., Saqing, J.M., Knappe, D.R.U., Barlaz, M.A., Jonsson, S., Björn, A., Rowland, S.J., Thompson, R.C., Galloway, T.S., Yamashita, R., Ochi, D., Watanuki, Y., Moore, C., Viet, P.H., Tana, T.S., Prudente, M., Boonyatumanond, R., Zakaria, M.P., Akkavong, K., Ogata, Y., Hirai, H., Iwasa, S., Mizukawa, K., Hagino, Y., Imamura, A., Saha, M. and Takada, H. (2009). Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2027-2045

Thompson, R.C., Moore, C.J., vom Saal, F.S. and Swan, S.H. (2009). Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2153-2166

Travel Trawl (2011). 5 Gyres: Our Travel Trawl Program. http://5gyres.org/get_involved/travel_trawl

UNDP (2009a). *Marine Litter: A Global Challenge*. United Nations Environment Programme

UNDP (2009b). UNEP's Global Initiative on Marine Litter. United Nations Environment Programme. http://www.unep.org/regionalseas/marinelitter/publications/docs/Marinelitter_Flyer2009.pdf

UNDP/COBSEA (2009). *State of the Marine Environment Report for the East Asian Seas 2009* (Chou, L.M. ed.). COBSEA Secretariat, Bangkok.

UNDP/GPA (2011). Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Land-based Activities. <http://www.gpa.unep.org/>

Vlietstra, L.S. and Parga, J.A. (2002). Long-term changes in the type, but not amount, of ingested plastic particles in short-tailed shearwaters in the southeastern Bering Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 44(9), 945-955

Young, L.C., Vanderlip, C., Duffy, D.C., Afanasyev, V. and Shaffer, S.A. (2009). Bringing Home the Trash: Do Colony-Based Differences in Foraging Distribution Lead to Increased Plastic Ingestion in Laysan Albatrosses? *PLoS ONE*, 4, 10

WRAP (Waste & Resource Action Programme) (2011). WRAP: Material change for a better environment. <http://www.wrap.org.uk>

Zarfi, C. and Matthies, M. (2010). Are marine plastic particles transport vectors for organic pollutants to the Arctic? *Marine Pollution Bulletin*, 60(10), 1810-1840



Avant d'être traités avec des engrais phosphatés, les sols de la région du Cerrado au Brésil ne présentaient guère d'intérêt pour l'agriculture. Les plants de maïs cultivés sur des sols engraisés au phosphore sont beaucoup plus grands que les plantes témoins qui n'ont pas reçu d'apports supplémentaires suffisants en phosphore, comme celles que l'on peut voir au premier plan. *Photo : D.M.G. de Sousa*

Phosphore et production alimentaire

L'offre mondiale de phosphore est limitée mais c'est pourtant un nutriment indispensable pour la production alimentaire. Il faut donc tenter de mieux comprendre la disponibilité de cette ressource non renouvelable et les conséquences environnementales associées à son utilisation. L'optimisation des pratiques agricoles, associée à l'exploration des approches novatrices propices à une utilisation durable, peut réduire les pressions sur l'environnement et accroître la pérennité des ressources de cet élément nutritif essentiel.

Presque toutes les cellules vivantes ont besoin de phosphore, qui s'inscrit au onzième rang des éléments les plus abondants dans la croûte terrestre. Toutefois, le sol d'où les plantes tirent le phosphore n'en contient généralement que de petites quantités sous une forme facilement accessible. Il n'existe pas d'alternative connue au phosphore en agriculture. Si les sols manquent de phosphore, la production alimentaire est bridée à moins que ce nutriment ne soit apporté sous forme d'engrais. Par conséquent, pour accroître le rendement des plantes vivrières, il est essentiel de disposer de suffisamment de phosphore.

Les pratiques agricoles qui contribuent à nourrir des milliards de personnes comprennent l'application d'engrais phosphatés fabriqués à partir de phosphate naturel, une ressource non renouvelable de plus en plus utilisée depuis la fin du 19^e siècle. La dépendance de la production alimentaire envers le phosphate naturel incite à adopter des pratiques de gestion durable pour garantir aux agriculteurs sa rentabilité économique et sa disponibilité. S'il existe du phosphate naturel en quantités commercialement exploitables dans plusieurs pays, ceux qui n'ont pas de réserves nationales pourraient être particulièrement vulnérables en cas de pénurie mondiale.

L'utilisation du phosphore dans l'agriculture est associée à plusieurs types d'impacts environnementaux potentiels. Trop peu de phosphore bride la croissance de la plante, ce qui entraîne l'érosion du sol. À l'inverse, une

utilisation excessive de phosphore peut se traduire par un ruissellement vers les eaux de surface et par leur eutrophisation. Des pratiques plus durables, telles que des applications sur le terrain mieux maîtrisées et un recyclage amélioré du phosphore, peuvent contribuer à accroître la productivité et à réduire les impacts environnementaux tout en augmentant la durée de vie de cette ressource limitée. La **Figure 1** montre les flux du phosphore dans l'environnement. Si l'on maîtrise plutôt bien la manière d'accroître localement la fertilité du sol par l'apport de phosphore, il est impératif de mieux comprendre et de mesurer avec plus de précision les circuits mondiaux.

Les scientifiques commencent à quantifier les flux mondiaux du phosphore à travers le système de production et de consommation de produits alimentaires. On estime que seul un cinquième du phosphore extrait dans le monde est consommé par les humains dans leur alimentation (Schröder et al. 2010). Pourtant, les connaissances restent très lacunaires concernant la quantité de phosphore obtenue, les volumes utilisés en agriculture et conservés dans le sol et la quantité rejetée dans les milieux aquatiques ou perdue dans les déchets alimentaires.

Un élément nutritif essentiel

Aujourd'hui, les rendements agricoles élevés dépendent essentiellement du phosphate naturel extrait de gisements, ce qui se démarque sensiblement des méthodes traditionnelles de production alimentaire. Lorsque la planète comptait beaucoup moins d'habitants, les agriculteurs pouvaient atteindre des rendements adéquats en fertilisant les sols avec du phosphore obtenu à partir des déjections humaines et animales. La croissance démographique du 18^e et du 19^e siècles a stimulé la production vivrière, entraînant un amenuisement plus rapide des éléments nutritifs du sol. Les agriculteurs ont donc commencé à utiliser des volumes croissants de phosphore provenant de sources extérieures à l'exploitation, notamment la poudre d'os, le guano et le phosphate naturel (Jacob 1964). Le phosphate naturel, abondant et bon marché, est ainsi devenu la source de prédilection (Smil 2000) (**Figure 2**). Les agriculteurs ont aussi adopté de nouvelles méthodes, par exemple la plantation de variétés à haut rendement auxquelles ils apportaient des

Ressources et réserves de phosphore

Les **ressources** sont des concentrations de phosphate naturel présentes sous une forme ou dans une quantité qui rend possible ou envisageable l'extraction rentable d'un produit.

Les **réserves** sont la partie d'une ressource identifiée qui répond aux critères minima correspondant à des pratiques minières et de production, en termes de grade, qualité, épaisseur et profondeur, et qui peut être extraite ou produite de manière économiquement rentable au moment de l'évaluation. L'usage de ce terme ne signifie pas pour autant que les installations d'extraction nécessaires soient en place ou en état de marche.

Source : Adapté de Van Kauwenbergh (2010) et Jasinski (2011)

Auteurs : Mateete Bekunda, Dana Cordell, Jessica Corman, Johnny Johnston, Arno Rosemarin et Ignacio Salcedo, sous la direction de Keith Syers
Rédacteur scientifique : Tim Loughheed

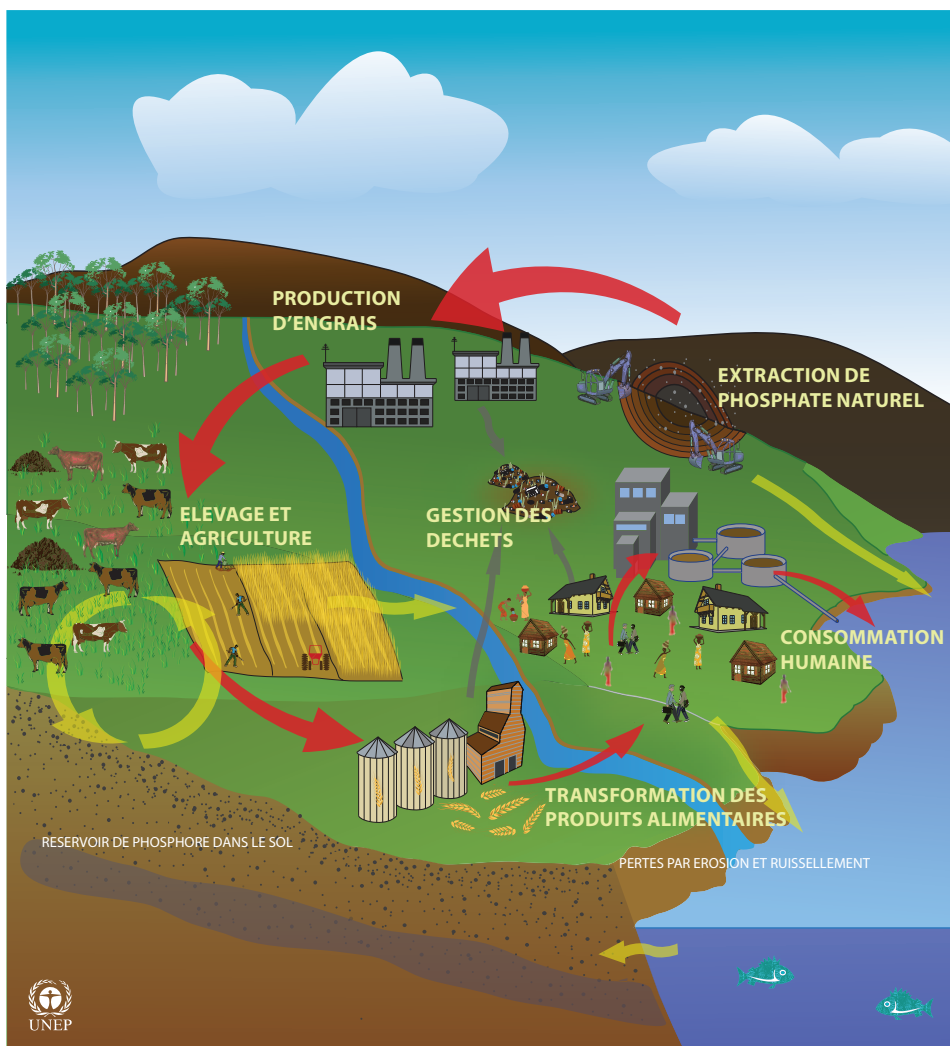


Figure 1 : Flux de phosphore dans l'environnement. Pour augmenter la production alimentaire, du phosphore est apporté au sol sous forme d'engrais minéral ou de fumier. La majeure partie du phosphore qui n'est pas absorbé par les plantes reste dans le sol et peut être utilisé ultérieurement. Le phosphore peut être transféré aux eaux de surface lorsqu'il est extrait ou transformé, lorsqu'un taux excessif d'engrais est appliqué au sol, en cas d'érosion du sol ou lorsque des effluents sont déversés par les stations d'épuration. Les flèches rouges indiquent la principale direction des flux de phosphore ; les flèches jaunes montrent le recyclage du phosphore dans le sol et les plantes ainsi que le mouvement vers les masses d'eau ; enfin, les flèches grises montrent le phosphore perdu dans les déchets alimentaires des décharges.

éléments nutritifs – notamment de l'azote, du phosphore et du potassium (NPK) – et d'autres intrants comme des pesticides (Fresco 2009). Les progrès scientifiques ont continué durant la deuxième moitié du 20^e siècle avec la révolution verte. Si celle-ci a réussi à éviter la faim à une grande partie du monde face à l'emballement de la croissance démographique, la révolution verte a été critiquée pour les dommages environnementaux qu'elle a engendrés en encourageant une utilisation excessive ou inappropriée d'engrais et autres intrants (IFPRI 2002).

Pour maintenir la productivité agricole aux niveaux actuels et anticipés, il est impératif de quantifier avec précision les disponibilités de cette ressource limitée. Trente-cinq pays produisent actuellement du phosphate naturel et il est estimé que 15 autres disposent de ressources susceptibles d'être exploitées (IFA 2009). La valeur des roches phosphatées dépend de différents facteurs, y compris leur accessibilité physique, niveau d'impuretés et teneur en phosphate. La disponibilité connue de réserves bon marché de qualité se raréfie alors que la demande ne cesse de croître. Les volumes restants de

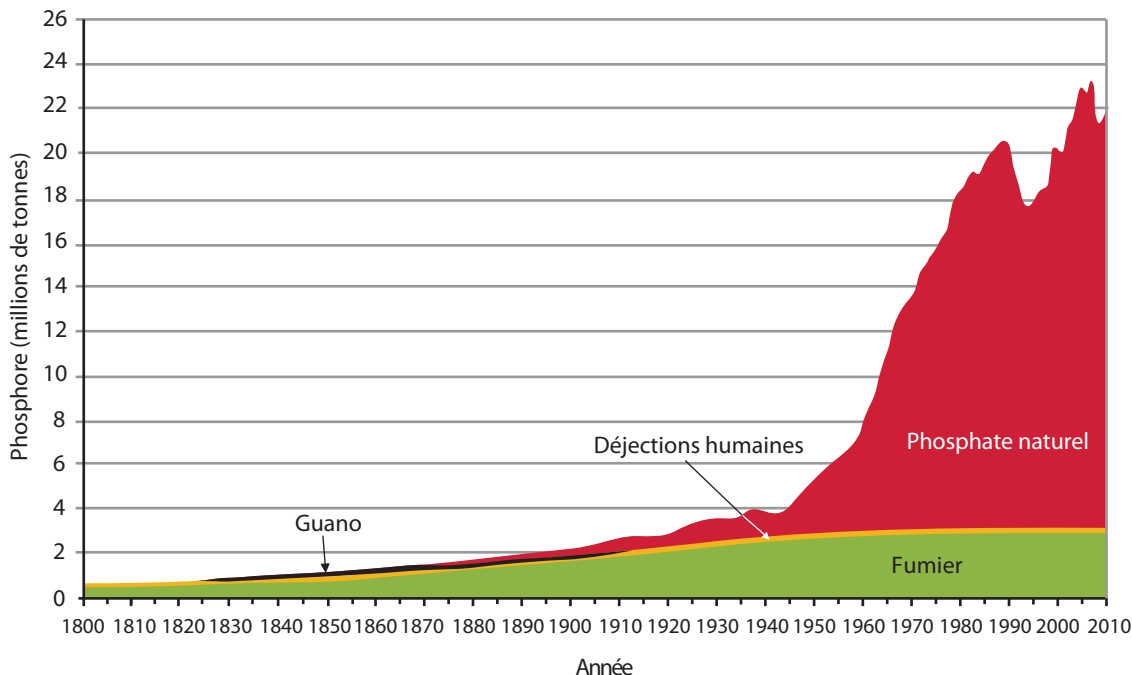


Figure 2 : Sources mondiales d'engrais phosphatés. Depuis le milieu des années 1940, la croissance démographique, conjuguée à une plus forte demande en produits alimentaires et une urbanisation accrue, a entraîné une hausse spectaculaire de l'utilisation de phosphates naturels issus de gisements miniers plutôt que d'autres sources de phosphore. *Source : Cordell et al. (2009)*

phosphate naturel commercialement viable, et plus particulièrement la durée de vie des réserves, ont fait l'objet d'âpres débats entre experts ces dernières années (Vaccari 2009) (**Encadré 1**).

De nouvelles mines de roches phosphatées ont été mises en service dans plusieurs pays, notamment en Australie, au Pérou et en Arabie saoudite, tandis que de nouveaux gisements sont activement recherchés, y compris dans les fonds marins, au large des côtes de la Namibie (Drummond 2010, Jung 2010, Jasinski 2010 et 2011). Alors que les estimations de l'étendue des réserves connues augmentent, la qualité de ces réserves nécessite une évaluation plus poussée. Si la concentration de phosphate dans la roche recule et si de plus gros volumes de minerai sont donc requis pour obtenir une quantité donnée de phosphore, les coûts de production vont probablement augmenter. Une telle situation pourrait aussi nécessiter de plus gros besoins énergétiques et engendrer plus de déchets dans le cadre de l'extraction du phosphate naturel. Sur le marché libre, ces facteurs pourraient faire augmenter le prix des engrais phosphatés et limiter leur accessibilité pour beaucoup d'agriculteurs, ce qui aurait une incidence néfaste sur les rendements. Un tel scénario menacerait la sécurité alimentaire des pays qui sont fortement dépendants des importations de phosphore.

L'éradication de la faim et de la pauvreté est le premier Objectif de la Déclaration du Millénaire, adoptée par l'Assemblée générale des Nations Unies en 2000. En 2010, un examen des progrès accomplis vers la réalisation des Objectifs du Millénaire pour le développement a révélé que

la faim et la malnutrition avaient augmenté entre 2007 et 2009, balayant en partie les progrès antérieurs (UNGA 2010). On estime que bon nombre des 925 millions de personnes mal nourries dans le monde sont des petits exploitants (IAASTD 2009, FAO 2010). Il est généralement impossible pour ces petits producteurs de se procurer des engrais phosphatés ; pourtant, leur productivité pourrait être améliorée par un meilleur accès à cet intrant (Buresh et al. 1997).

Une meilleure appréciation du rôle et de la valeur du phosphore pourrait servir de base à une collaboration accrue aux efforts de recherche et développement en vue de mieux comprendre ce nutriment essentiel, notamment la meilleure façon de le récupérer, de l'utiliser et de le recycler pour répondre à la demande alimentaire future. Les recherches ont d'ores et déjà démontré l'importance que revêtent l'accumulation et le maintien d'un niveau idéal de phosphore dans le sol pour optimiser son absorption par les plantes ; tout niveau inférieur constitue une perte de rendement agricole et tout niveau supérieur est une dépense superflue pour les agriculteurs et une cause potentielle de ruissellement du phosphore dans les eaux réceptrices (Syers et al. 2008). De bonnes pratiques de gestion des engrais et des déchets agricoles sont prônées par bon nombre d'organisations et d'initiatives, y compris l'International Plant Nutrition Institute (Institut international de la nutrition des plantes) et le Global Partnership on Nutrient Management (GPNM, Partenariat mondial sur la gestion des nutriments) (GPNM 2010).

Encadré 1 : Débat sur le « pic du phosphore » : combien de temps dureront les réserves mondiales de phosphate naturel ?

L'étendue des réserves mondiales de phosphate naturel est difficile à évaluer. Nos connaissances sur les gisements de roches phosphatées évoluent, de même que leur technologie et économie de production (IFDC/UNIDO 1998). Le temps que dureront les réserves dépendra de leur quantité, qualité et cadence d'utilisation.

Les chercheurs ont tiré la sonnette d'alarme en évoquant un « pic du phosphore » ; d'après ce postulat, les contraintes économiques et énergétiques définiront un niveau maximum de production de phosphate naturel, qui va ensuite diminuer à mesure que la demande en phosphore va augmenter. Beaucoup de scientifiques et d'experts de l'industrie contestent les affirmations catégoriques qui ont été faites quant à l'horizon exact auquel un tel pic est susceptible de survenir. Ainsi, Cordell et al. (2009) estimaient que le pic de production des réserves actuelles (c'est-à-dire les gisements de roches phosphatées qui sont jugées économiquement disponibles pour l'extraction et la transformation) se produirait entre 2030 et 2040. Cette estimation se basait sur les données du United States Geological Survey (USGS, Bureau d'enquête géologique des Etats-Unis) concernant les réserves mondiales de phosphate

(Jasinski 2006, 2007 et 2008). De plus en plus souvent, les experts estiment à présent que l'étendue de ces réserves a été sous-estimée (Van Kauwenbergh 2010). Les estimations les plus récentes de l'USGS ont été corrigées à la hausse (Jasinski 2011). Les défenseurs de la théorie du pic du phosphore soutiennent que, même si l'échéance peut varier, le problème fondamental ne changera pas pour autant, à savoir le fait que la disponibilité du phosphore bon marché et facilement accessible n'est pas inépuisable.

Un récent rapport de l'International Fertilizer Development Center (IFDC, Centre international de développement des engrais) sur les réserves et les ressources révisait provisoirement les estimations de réserves de phosphate naturel, placées par l'USGS aux alentours de 16 milliards, à environ 60 milliards de tonnes (Van Kauwenbergh 2010), ce qui est plus ou moins conforme au chiffre avancé dans le rapport le plus récent de l'USGS (Jasinski 2011) (**Figure 3**). Aux taux de production actuels de 160 à 170 millions de tonnes par an, ces réserves dureront 300 à 400 ans. Puisqu'on s'attend à ce que la production d'engrais phosphatés augmente de 2 à 3 % par an au cours des cinq prochaines années, la durée de vie des réserves pourrait être inférieure (Heffer et Prud'homme 2010). Le rapport de l'IFDC signale aussi que les ressources mondiales de phosphate se montent à environ 290 milliards de tonnes et pourraient même atteindre jusqu'à 490 milliards de tonnes (Van Kauwenbergh 2010).

Le phosphate naturel est la seule nouvelle source de phosphore entrant dans la chaîne de production alimentaire. La régularité et le volume de production alimentaire dépendront donc de l'accessibilité du phosphore aux agriculteurs. Compte tenu des difficultés que présente l'estimation de la longévité des réserves de phosphate naturel et l'importance vitale d'une prise de décisions basée sur des informations fiables et transparentes concernant ces ressources et réserves mondiales, l'IFDC recommande la création d'un réseau international multidisciplinaire qui mettrait régulièrement à jour une base de données faisant autorité sur les gisements de roches phosphatées (Van Kauwenbergh 2010).

Pays	Réserves de phosphate naturel, en millions de tonnes
Maroc	5 700
Chine	3 700
Afrique du Sud	1 500
Jordanie	1 500
Etats-Unis	1 100
Brésil	260
Russie	200
Israël	180
Syrie	100
Tunisie	100
Autres pays	1 660
Total mondial (arrondi)	16 000

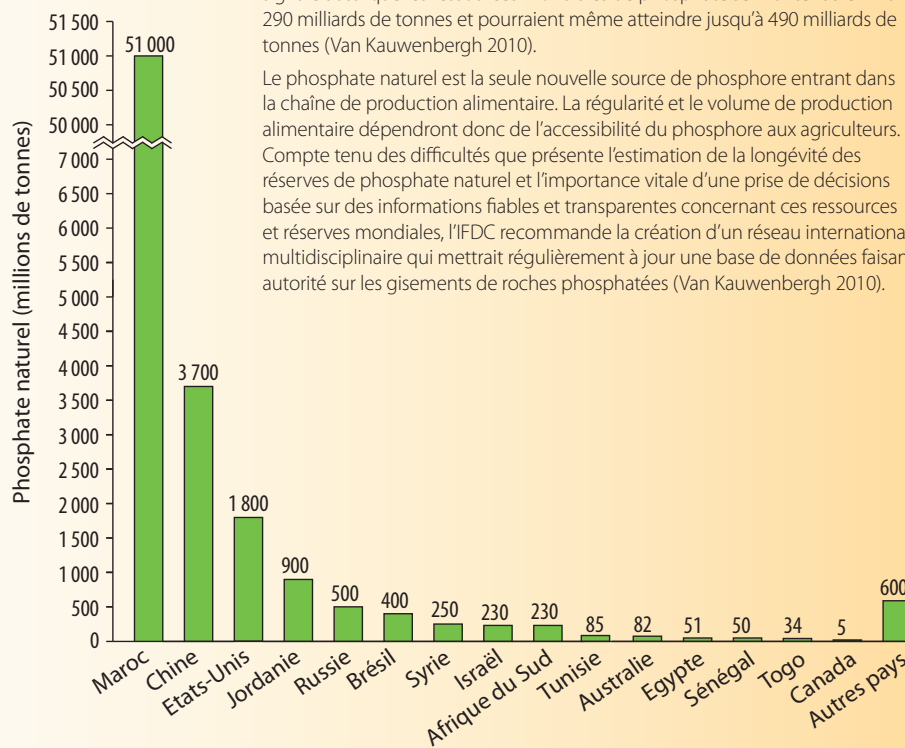


Figure 3 : Récentes estimations de la répartition des réserves mondiales de phosphate naturel, telles que rapportées par le United States Geological Survey (à gauche) et le International Fertilizer Development Center (à droite). La plupart des réserves de phosphate naturel potentiellement viables sont concentrées dans une poignée de pays. Sources : Jasinski (2010) et Van Kauwenbergh (2010)

Note : Le rapport Mineral Commodity Summaries 2011 du United States Geological Survey, publié le 21 janvier 2011, révisait à 65 milliards de tonnes les estimations des réserves mondiales de phosphate naturel formulées par l'USGS. Son estimation révisée des réserves marocaines s'élevait à 50 milliards de tonnes, sur la base d'informations obtenues auprès du producteur marocain et de l'IFDC. Les dix premiers pays producteurs du rapport 2011 sont le Maroc, la Chine (3 700 millions de tonnes ou Mt), l'Algérie (2 200 Mt), la Syrie (1 800 Mt), la Jordanie (1 500 Mt), l'Afrique du Sud (1 500 Mt), les Etats-Unis (1 400 Mt), la Russie (1 300 Mt), le Brésil (340 Mt) et Israël (180 Mt). Source : Jasinski (2011)

Une utilisation plus durable d'une ressource limitée

Près de 90 % de la production de phosphate naturel dans le monde sert à fabriquer des ingrédients pour l'alimentation humaine et animale (Prud'homme 2010). Le besoin d'une productivité agricole accrue va créer une demande supérieure d'engrais pour satisfaire les besoins des cultures en améliorant les disponibilités de phosphore, d'azote et de potassium. Les volumes exacts requis varieront en fonction du type de sol. La consommation d'engrais phosphatés a atteint un plateau dans une grande partie du monde développé, mais elle devrait poursuivre sa croissance régulière dans les pays en développement (**Figure 4** (**Encadré 2**)). La croissance démographique va impulser une bonne partie de cette demande, mais elle viendra aussi de l'accroissement de la consommation de viande et de produits laitiers et de la culture de récoltes à des fins non alimentaires, telles que les matières premières destinées à la production de biocarburants (FAO 2008, IFA 2008, van Vuuren et al. 2010).

L'utilisation mondiale d'engrais contenant du phosphore, de l'azote et du potassium a augmenté de 600 % entre 1950 et 2000 (IFA 2006). Si cela a contribué à nourrir la population mondiale, l'utilisation excessive ou inappropriée d'engrais a aussi entraîné des problèmes considérables de pollution dans certaines parties du monde.

Au cours du demi-siècle écoulé, les concentrations de phosphore dans les systèmes terrestres et d'eaux douces ont augmenté d'au moins 75 % alors que les rejets estimatifs de phosphore vers l'océan en provenance des terres émergées ont grimpé à 22 millions de tonnes par an (Bennett et al. 2001). Ce volume dépasse la consommation annuelle mondiale d'engrais phosphatés, estimée à 18 millions de tonnes en 2007 (FAOStat 2009). Si une bonne partie du phosphore accumulé dans les systèmes terrestres finira par profiter à la croissance des plantes, il n'existe aucun moyen pratique de recouvrer le phosphore ayant gagné les systèmes aquatiques.

Dans les systèmes aquatiques, un excédent de phosphore et d'autres éléments nutritifs entraîne une eutrophisation, qui favorise une croissance excessive d'algues et de plantes aquatiques et engendre des effets indésirables sur la biodiversité, la qualité de l'eau, les stocks de poissons et la valeur récréative de l'environnement. L'efflorescence algale peut concerner des espèces qui dégagent des toxines nuisibles pour l'homme et les animaux, alors que la décomposition des algues peut abaisser les niveaux d'oxygène dissous, entraînant une mortalité de masse chez les poissons (Carpenter et al. 1998, MA 2005). D'après les scientifiques, un surenrichissement anthropique du sol en nutriments risque de faire basculer les écosystèmes aquatiques au-delà de leurs seuils naturels

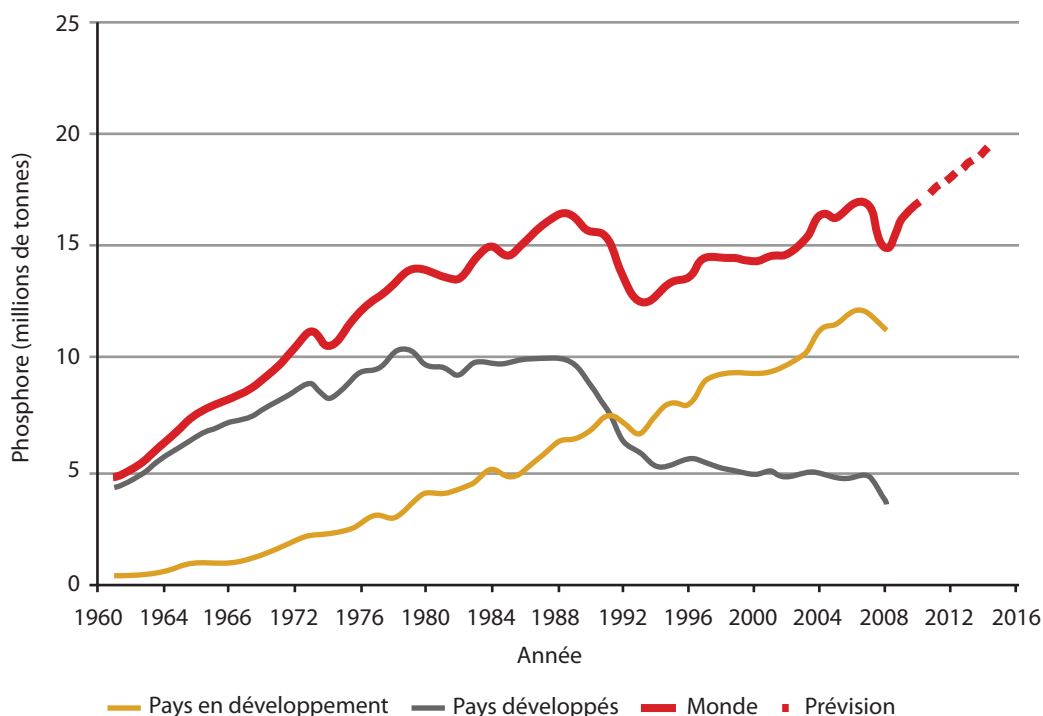


Figure 4 : Consommation mondiale d'engrais phosphatés. La demande des pays développés a atteint un plateau avant d'entamer un repli aux alentours de 1990. Elle a continué de progresser régulièrement dans les pays en développement. Source : Heffer et Prud'homme (2010)

Encadré 2 : Utilisation du phosphore dans l'agriculture africaine

Quatre-vingt-deux pour cent d'une population mondiale de 6,8 milliards d'habitants vit dans les régions en développement (UN 2009). Seize pour cent de la population de ces régions souffre d'une sous-alimentation chronique (UN 2010), qui dans certaines régions est en grande partie imputable à la faible capacité de production des sols. Par exemple en Afrique, près des trois quarts des terres agricoles manquent d'éléments nutritifs, de sorte que les rendements agricoles ne font que le quart de la moyenne mondiale (Henao et Baanante 2006). Dans le même temps on enlève chaque année plus de nutriments qu'on n'en ajoute sous forme d'engrais, de résidus de récolte et de fumier.

Des études portant sur le bilan des éléments nutritifs du sol dans les années 1990 suggéraient des taux annuels moyens d'appauvrissement de 22 kg en azote (N), 2,5 kg en phosphore (P) et 15 kg en potassium (K) par hectare en Afrique. En Afrique de l'Est, les terres des hauts plateaux à culture intensive perdent environ 36 kg de N, 5 kg de P et 25 kg de K par hectare et par an, alors que chaque année les cultures du Sahel perdent 10 kg de N, 2 kg de P et 8 kg de K par hectare (Smaling et al. 1997). Le taux annuel moyen d'application d'engrais en Afrique n'atteint qu'environ 17 kg par hectare, contre, par exemple, 96 kg par hectare en Amérique latine (Figure 5). Même ce faible taux d'application est réservé à un petit nombre de pays africains. L'Afrique subsaharienne, sans compter l'Afrique du Sud, utilise environ 5 kg d'engrais par hectare et par an, dont moins de 30 % de phosphore. Ces niveaux sont insuffisants pour compenser le taux d'absorption par les cultures.

L'effet conjugué du coût élevé et de la faible accessibilité des engrais empêche beaucoup d'agriculteurs africains de s'en procurer. Des réseaux de transports médiocres, de faibles volumes commerciaux et le manque de capacité de production ou de distribution locale font que les prix des engrais à la ferme sont deux à six fois supérieurs à la moyenne mondiale. Néanmoins, il faut de l'engrais pour atteindre des rendements agricoles durables adéquats. Le Sommet de l'Afrique sur les engrais (2006) a conclu qu'une solution à long terme exige des politiques propices au maintien de réseaux de distribution solides, y compris des sources de crédit suffisantes, des points de vente au détail et des réseaux de

transport, ainsi que le transfert de technologie et de connaissances nécessaire à une utilisation performante des engrais.

Une stratégie plus durable mettrait en œuvre une gestion intégrée des éléments nutritifs du sol afin d'optimiser l'usage des sources organiques de phosphore, telles que les résidus de récolte, le fumier et les déchets alimentaires, et de l'associer à une utilisation plus judicieuse des engrais phosphatés (Alley et Vanlauwe 2009). Cela se traduirait par des avantages environnementaux multiples, y compris une maîtrise de l'érosion. De fait, l'effet conjugué du ruissellement et de l'érosion est à l'origine de 48 % des pertes de phosphore dans les terres des hauts plateaux à agriculture intensive et de 40 % en certains points du Sahel (Smaling et al. 1997).

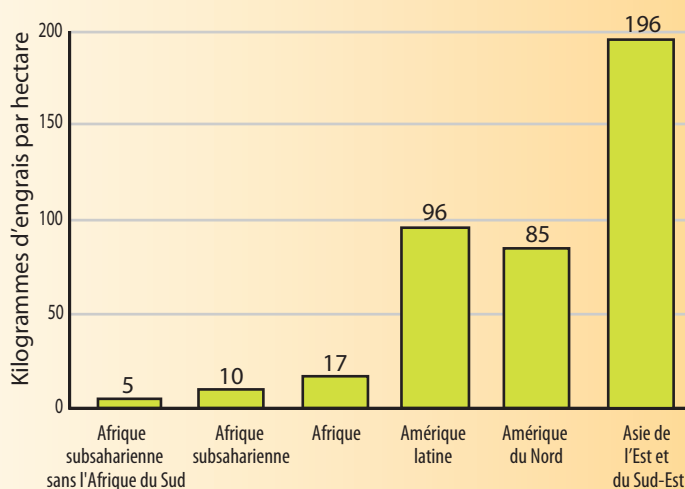


Figure 5 : Différences régionales dans l'application d'engrais contenant de l'azote, du phosphore et du potassium. Source : IFA (2009)

et de provoquer une modification soudaine de leur structure et de leur fonctionnement (Rockström et al. 2009).

Ne serait-ce qu'aux Etats-Unis, le coût annuel estimatif de l'eutrophisation représente jusqu'à 2,2 milliards de dollars américains (Dodds et al. 2009). Ce problème est encore exacerbé dans les grands centres urbains des pays où le phosphore contenu dans les excréments et les détergents se concentre dans les eaux usées avant d'être évacué, au même titre que l'azote et d'autres éléments nutritifs. Si les autorités locales n'investissent pas dans des installations en vue d'éliminer ces nutriments, ils seront déversés avec d'autres effluents dans les rivières et autres masses d'eau (van Drecht et al. 2009). C'est fréquemment le cas dans les mégapoles des pays en développement, où plus de 70 % des eaux usées sont déversées dans les eaux de surface ou les eaux souterraines sans traitement préalable (Nyenje et al. 2010).

Dans de nombreuses parties du monde, les cycles traditionnels des nutriments qui étaient jadis à la base de la production vivrière, de la consommation et de la gestion des déchets à l'échelle locale ont évolué en

réponse au besoin imposé par la mondialisation de produire toujours plus de denrées. Les flux de phosphore dans l'environnement ont plus que quadruplé depuis que les engrais phosphatés sont utilisés dans l'agriculture (Smil 2002). Les sols qui reçoivent le phosphore en conservent une proportion élevée, mais la variabilité des sols mondiaux rend ce volume difficile à évaluer, en particulier à grande échelle. L'efficacité agricole – notamment dans le secteur en pleine expansion de l'élevage – sera cruciale pour optimiser l'utilisation du phosphore, éviter les pertes de nutriments et respecter une réglementation toujours plus stricte pour la défense de l'environnement. Ainsi, la Directive-cadre sur l'eau de l'Union européenne exige que les polluants potentiels soient éliminés des eaux usées avant que celles-ci ne soient rejetées dans les eaux de surface. La gestion foncière durable a un rôle important à jouer pour la prévention du lessivage de phosphore dans les masses d'eau du fait de l'érosion des sols. De meilleures technologies pour éliminer des produits fertilisants les impuretés telles que les métaux lourds permettraient aussi de minimiser leur transfert vers les terres agricoles ou les eaux de surface.

Une utilisation plus durable du phosphate naturel permettrait de veiller à sa rentabilité économique à long terme et de garantir aux agriculteurs la disponibilité du phosphore. Parce que le phosphore circule dans la filière alimentaire mondiale, il existe différentes options pour augmenter son efficacité à chaque stade de la chaîne de valeur. Parmi celles-ci figure la prolongation de la durée de vie des réserves grâce à une amélioration des méthodes d'exploitation minière (**Encadré 3**), de production d'engrais et de l'efficacité de l'utilisation des engrais. Le recyclage du phosphore obtenu à partir des excréments et autres déchets organiques représente aussi une option intéressante pour récupérer ce nutriment. Compte tenu de la diversité des problèmes liés au phosphore, un ensemble écologiquement intégré d'options stratégiques et de mesures techniques s'impose pour obtenir une utilisation plus durable de cette ressource essentielle.



Eutrophisation du lac Winnipeg dans le Manitoba au Canada. Parmi les efforts continus pour améliorer la santé du lac figurent la réduction des rejets d'éléments nutritifs en provenance des eaux usées, l'élimination de l'utilisation d'engrais dans les zones tampons et la réduction de la teneur en phosphore dans les détergents ménagers. *Photo : Lori Volkart*

L'érosion du sol est un processus naturel qui est considérablement accéléré par l'activité humaine, notamment les changements d'occupation des sols, comme la déforestation. Le surpâturage ou l'élimination du tapis végétal laisse le sol sans protection et vulnérable aux effets de la pluie. Les sols sont particulièrement sujets à l'érosion dans les régions tropicales et subtropicales, où les précipitations sont souvent plus élevées et plus intenses. Le taux d'érosion varie en fonction du type de sol et de paysage.

Un certain nombre de mesures peuvent être prises pour augmenter l'efficacité de l'utilisation du phosphore et réduire les pertes de phosphore, par exemple une gestion foncière efficace pour contribuer à la réduction des pertes due à l'érosion du sol (**Encadré 4**).

Des gains importants peuvent être engrangés grâce à l'amélioration de la gestion des nutriments végétaux et au recyclage du phosphore en provenance des eaux usées (Syers et al. 2008, Gilbert 2009, van Vuuren et al. 2010). Les innovations technologiques dans le domaine de la gestion des déchets peuvent abaisser de façon spectaculaire le volume du phosphore qui gagne les milieux aquatiques (**Encadré 5**). De telles améliorations produisent

Encadré 3 : Amélioration de la durabilité de l'extraction du phosphore

Les performances environnementales de l'industrie des matières premières pour la fabrication d'engrais se sont améliorées au cours des décennies écoulées et l'on accorde désormais plus d'attention à la durabilité du secteur minier. De nouveaux systèmes de gestion ont permis cette amélioration des performances environnementales qui se traduit aussi par des avantages économiques. Les taux de récupération accrue du phosphore durant les opérations minières peuvent prolonger la longévité des réserves (Prud'homme 2010).

La superficie touchée par les opérations minières à ciel ouvert varie en fonction de la géométrie et de l'épaisseur du minerai. La teneur en phosphate du minerai est renforcée par la concentration, ou « enrichissement ». Ce processus enlève les contaminants comme l'argile et d'autres particules fines, les matières organiques et les minéraux siliceux et ferreux (UNEP/IFA 2001). Ces matières sont habituellement éliminées par concassage/broyage, décapage, lavage à l'eau et tamisage. Elles finissent dans les masses d'eau, les mines désaffectées ou encore des étangs de rétention spécialement conçus.

Comme avec beaucoup d'activités minières, l'extraction et l'enrichissement des phosphates naturels peut avoir des impacts environnementaux néfastes, notamment l'endommagement du paysage, une consommation excessive d'eau, la contamination de l'eau et la pollution de l'air. Ces impacts sont localisés et le plus souvent limités aux sites d'exploitation (UNEP/IFA 2001). Une variété de pratiques d'aménagement du paysage sert à minimiser les perturbations et à accélérer le rétablissement de la végétation, en confinant les déchets à une zone spécifique, ce qui offre un haut degré de contrôle sur la gestion.

Des travaux sont actuellement en cours pour recycler l'eau issue du traitement, récupérer les particules fines et traiter les flux de déchets afin d'accroître le taux de récupération. Toutefois, on manque d'informations sur la récupération du phosphore dans l'exploitation minière et l'enrichissement du minerai. Les taux signalés varient beaucoup, pouvant aller de 41 à 95 % (Prud'homme 2010, Van Kauwenbergh 2010).



Mine de phosphate à ciel ouvert au Togo. La plupart du phosphate naturel dans le monde est extrait de mines à ciel ouvert, comme celle illustrée ici, ou de mines à grande échelle équipées de draglines et de pelles mécaniques ou d'excavatrices. Photo : Alexandra Pugachevsky

Encadré 4 : Gestion de l'érosion des sols pour minimiser les pertes de phosphore

Puisque les éléments nutritifs des plantes sont concentrés dans la couche arable, l'élimination de la couche superficielle par le biais de l'érosion peut grandement affaiblir la productivité du sol. L'envasement et l'eutrophisation endommagent également le milieu aquatique. Par conséquent, la protection de la couche superficielle de l'érosion du sol permet à la fois de préserver la productivité du sol et de conserver la qualité de l'eau.

Les taux mesurés d'érosion et de charriage varient. Des taux d'élimination de la couche superficielle de 0,47 tonne par hectare et par an ont été mesurés en Afrique, comparés à des taux près de quatre fois supérieurs en Asie (El-Swaify et al. 1982). Du fait du coût de cette méthode de mesure, des modèles de simulation de l'érosion ont été mis au point. Toutefois, les résultats que donnent ces modèles varient en fonction de l'échelle spatiale à laquelle ils sont appliqués.

Environ 75 à 90 % du phosphore perdu par ruissellement sur les terres cultivées est associé à des particules du sol (Sharpley et Rekolainen 1997). En Afrique, l'élimination totale annuelle de phosphore par tous les moyens confondus est

estimée à 2,5 kg par hectare, alors que la perte de phosphore due à l'érosion et au ruissellement se monte à environ 1 kg par hectare et par an (Smaling et al. 1997).

Plusieurs pratiques reconnues peuvent minimiser l'érosion des sols, telles que le labour en courbes de niveau réalisé parallèlement aux lignes de niveau du terrain au lieu de suivre l'inclinaison du talus, ou encore les cordons de végétation herbacée installés en travers de la pente sur les terres escarpées. Puisque c'est le couvert végétal qui détermine en premier lieu l'étendue de la perte de sol due à l'érosion, la solution à long terme pour maîtriser les taux d'érosion passe par la protection de la végétation, y compris l'utilisation d'humus, de plantes de couverture et de systèmes d'accroissement de la fertilité sur les sols peu fertiles (Stocking 1984). Ces pratiques pourraient être adoptées plus largement dans le monde en développement, mais elles sont bridées par le manque de droits fonciers, leur coût d'adoption, un soutien limité en terme de vulgarisation et divers autres facteurs socioéconomiques. Une meilleure éducation des agriculteurs offre toutefois un point de départ intéressant.

parfois des avantages connexes comme la production d'énergie grâce au biogaz (van Vuuren et al. 2010). Le recyclage des boues d'égouts est une autre option, même si elle présente certaines contraintes sanitaires car les boues peuvent contenir des concentrations élevées de métaux lourds, d'agents pathogènes et autres contaminants.

Certains pays européens définissent d'ores et déjà des cibles pour le recyclage du phosphore. Ainsi, la Suède entend recycler 60 % du

phosphore présent dans les eaux usées municipales d'ici à 2015 (Swedish Environmental Protection Agency 2010).

La croissance démographique et le développement économique devraient favoriser l'accroissement de la production agricole, notamment l'élevage. La demande future en phosphore sera fortement tributaire des types de pratiques culturales qui accompagneront cette hausse (Vitousek et al. 2009). Les changements de régime alimentaire et la réduction des

Encadré 5 : Récupération et recyclage du phosphore : parlons déchets

Depuis des siècles, les déjections humaines et animales ont été ajoutées aux terres arables pour apporter des nutriments aux cultures. Dans la plupart des régions du monde, les agriculteurs considèrent encore le fumier comme un amendement humique très prisé. Pour récupérer les nutriments, y compris le phosphore dans les fèces humaines, une vaste gamme de technologies est en cours de développement, allant de systèmes à petite échelle à faible coût à des technologies de pointe très coûteuses.

Les systèmes « d'assainissement écologique » pour la récupération des excréments humains sont conçus pour créer des cycles fermés de l'eau et des nutriments. Ainsi, le recyclage des éléments nutritifs en provenance des déchets humains peut s'obtenir grâce à des toilettes sèches à extraction de l'urine (Morgan 2007). Ce genre de systèmes sur site est particulièrement adapté aux zones rurales et périurbaines, où les ménages ne sont pas branchés au réseau d'assainissement et où les agriculteurs n'ont pas accès aux engrais chimiques – ou ne peuvent se les permettre (Rosemarin et al. 2008). Des essais menés dans des villages du Niger par Dagerskog et Bonzi (2010) ont révélé qu'une famille rurale moyenne de neuf personnes excrétaient l'équivalent d'environ 80 dollars d'engrais chimiques par jour. L'urine récupérée donnait des rendements de sorgho et de millet comparables, voire 10 à 20 % plus élevés, que la même quantité appliquée sous forme d'engrais chimique.

Depuis plusieurs années, l'intérêt que génère le recyclage du phosphore et de divers autres éléments nutritifs issus des systèmes d'assainissement ne cesse d'augmenter (Esrey et al. 2001). Pour réagir à ce regain d'attention, l'Organisation mondiale de la santé a mis au point des lignes directrices concernant l'utilisation sans risque d'excréments humains dans l'agriculture (WHO 2006).

D'autres innovations dans le domaine de l'assainissement écologique ont sensiblement augmenté la faisabilité de l'extraction du phosphore des eaux usées municipales (Gantenbein et Khadka 2009, Tilley et al. 2009). On obtient ainsi une substance minérale appelée struvite, une concrétion blanche obtenue lorsque des bactéries servent à nettoyer les boues. La struvite a une valeur avérée en tant que source d'engrais phosphaté (Johnston et Richards 2003). Utilisée commercialement pour la première fois en 2007, cette technologie est actuellement exploitée à plein régime dans les stations d'épuration de certaines des principales villes d'Amérique du Nord et du Royaume-Uni.

Au cours de la décennie écoulée, les chercheurs ont commencé à s'intéresser à la réduction des pertes de phosphore en mettant au point des méthodes pour améliorer l'absorption de phosphore par les animaux. Les élevages porcins intensifs, en particulier, produisent des volumes massifs de fumier riche en phosphore. Les animaux monogastriques comme les cochons sont incapables de décomposer le phytate, principale forme de phosphore dans leur nourriture. Le phosphore est donc ajouté à leur régime alimentaire sous forme de supplément inorganique, mais la majeure partie est évacuée en raison du faible taux d'absorption par leur système digestif. Des scientifiques de l'université

de Guelph au Canada ont mis au point un *Enviropig* génétiquement modifié, capable d'assimiler le phytate (Forsberg et al. 2003). Cette innovation diminue le besoin d'apport en phosphore inorganique. D'autres groupes de recherche ont développé des cultures à faible teneur en phytate ; d'autres encore ont concentré leurs travaux sur la production de phytase, une enzyme qui aide les animaux à digérer le phytate.



L'innovation technologique a donné naissance à un cochon capable d'assimiler le phytate. Cela réduit le besoin d'apport en phosphore, dont une bonne partie est excrétée. L'approbation par le gouvernement canadien début 2010 a permis à des agriculteurs de commencer l'élevage du cochon transgénique *Enviropig*, un pas important vers l'autorisation de sa transformation et de sa vente comme produit alimentaire. Photo : Université de Guelph



Décapage et lavage à l'eau de mer du phosphate sur le littoral togolais. Photo : Takehiro Nakamura

déchets alimentaires dans le secteur de la vente au détail et au niveau des ménages devraient contribuer à réduire les pertes de phosphore ; ces changements vont nécessiter une plus grande prise de conscience et un changement d'attitude afin de modifier les modèles de consommation. A mesure que des options prometteuses apparaîtront, elles exigeront une prise de décisions basées sur des données scientifiques fiables tirées de recherches plus poussées sur les disponibilités de phosphore, les flux de produit et les utilisations finales (Hilton et al. 2010, van Vuuren et al. 2010).

Perspectives d'avenir

Le phosphore n'a reçu qu'une attention limitée par rapport à d'autres intrants agricoles de première importance comme l'azote et l'eau. Du fait du rôle vital du phosphore dans la production vivrière, tout examen de la sécurité alimentaire a besoin d'intégrer une discussion éclairée concernant une utilisation plus durable de cette ressource limitée. Parmi les principales thématiques à aborder figurent l'accroissement de la demande mondiale en engrais phosphatés, la poursuite du débat sur les disponibilités à long terme de phosphate naturel, le manque d'accès au phosphore en quantité suffisante pour bon nombre d'agriculteurs dans le monde, les perspectives d'un recyclage accru et d'une utilisation plus performante du phosphore dans l'agriculture et la minimisation des pertes grâce à la lutte contre l'érosion du sol. Il faudra des recherches plus poussées pour obtenir des données quantifiées fiables à l'échelle mondiale sur les volumes de phosphore à la disposition de la production

alimentaire. Une évaluation mondiale du phosphore, y compris les nouveaux points de vue de scientifiques, experts, décideurs et autres parties prenantes, pourrait contribuer à améliorer l'accessibilité des engrais, la gestion des déchets dans les milieux urbains et le recyclage du phosphore issu des déchets alimentaires et des déjections humaines et animales.

La disponibilité à long terme du phosphore pour la production alimentaire mondiale revêt une importance cruciale pour la population du globe. Compte tenu de la diversité des enjeux qui gravitent autour du phosphore, seul un ensemble intégré d'options politiques et de mesures techniques peut garantir son utilisation durable et performante. Des solutions écologiques qui améliorent la gestion et le recyclage des nutriments, minimisent les pertes de phosphore dues à l'érosion du sol et favorisent une production et une consommation durables promeuvent aussi une utilisation judicieuse de cette ressource limitée. Cela pourrait servir de base à des innovations environnementales et à d'autres actions pour améliorer la gestion du phosphore aux niveaux local, national, régional et international. L'avenir de cette ressource dépendra aussi de la gouvernance pour ce qui concerne son extraction et sa distribution à travers le monde. Il est impératif d'obtenir des informations précises sur l'étendue des réserves mondiales, les nouvelles technologies, les infrastructures, les institutions, les attitudes et les politiques générales afin de répondre au défi que soulève la satisfaction durable des besoins alimentaires d'une population mondiale en rapide essor qui préserve un environnement sain et productif.

Références

- AAfrica Fertilizer Summit (2006). *Africa Fertilizer Summit Proceedings*. International Fertilizer Development Center (IFDC), Muscle Shoals, Alabama, USA
- Alley, M.M. and Vanlauwe, B. (2009). *The Role of Fertilizers in Integrated Plant Nutrient Management*. International Fertilizer Industry Association (IFA), Paris, and Tropical Soil Biology and Fertility Institute of the International Centre for Tropical Agriculture (TSBF-CIAT), Nairobi
- Bennett, E.M., Carpenter, S.R. and Caraco, N.F. (2001). Human impact on erodible phosphorus and eutrophication: A global perspective. *Bioscience*, 51(3), 227-234
- Buresh, R.J., Smithson, P.C. and Helium, D.T. (1997). Building Soil Phosphorus Capital in Africa. In: Buresh, R.J., Sanchez, P.A. and Calhoun, F. (eds.), *Replenishing Soil Fertility in Africa*. Special Publication No. 51. Soil Science Society of America (SSSA) and American Society of Agronomy (ASA), Madison, Wisconsin, USA
- Carpenter, S.R., Caraco, N.F., Correll, D.L., Howarth, R.W., Sharpley, A.N. and Smith, V.H. (1998). Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecological Applications*, 8(3), 559-568
- Cordell, D., Drangert, J.-O. and White, S. (2009). The Story of Phosphorus: Global food security and food for thought. *Global Environmental Change*, 19, 292-305
- Dagerskog, L. and Bonzi, M. (2010). Opening minds and closing loops – productive sanitation initiatives in Burkina Faso and Niger. *Sustainable Sanitation Practice*, 3
- Dodds, W.K., Bouska, W.W., Eitzmann, J.L., Pilger, T.J., Pitts, K.L., Riley, A.J. and Thornbrugh, D.J. (2009). Eutrophication of US Freshwaters: Analysis of Potential Economic Damages. *Environmental Science & Technology*, 43(1), 12-19
- Drecht, G. van, Bouwman, A.F., Harrison, J. and Knoop, J.M. (2009). Global nitrogen and phosphate in urban wastewater for the period 1970 to 2050. *Global Biogeochemical Cycles*, 23
- Drummond, A. (2010). Minemakers: Targeting Phosphate Production from Two Continents. Paper presented at the Phosphates 2010 International Conference, 22-24 March, Brussels
- El-Swaify, S.A., Dangler, E.W. and Armstrong, C.L. (1982). *Soil erosion by water in the tropics*. Research Extension Series 024, College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii
- Estey, S., Andersson, I., Hillers, A. and Sawyer, R. (2001). *Closing the Loop: Ecological sanitation for food security*. Publication on Water Resources No. 18. United Nations Development Programme (UNDP) and Swedish International Development Cooperation Agency (SIDA)
- FAO (2008). Soaring food prices: facts, perspectives, impacts and actions required. Presented at the High-level Conference on World Food Security: The Challenges of Climate Change and Bioenergy, 3-5 June 2008, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome
- FAO (2010). *The State of Food Insecurity in the World 2010: Addressing food insecurity in protracted crises*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome
- FAOStat (2009). Online database providing time-series and cross sectional data relating to food and agriculture for some 200 countries. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. <http://faostat.fao.org>
- Forsberg, C.W., Phillips, J.P., Golovan, S.P., Fan, M.Z., Meidinger, R.G., Ajakaiye, A., Hilborn, D. and Hacker, R.R. (2003). The Enviroppig physiology, performance, and contribution to nutrient management advances in a regulated environment: The leading edge of change in the pork industry. *Journal of Animal Science*, 81, 68-77
- Fresco, L. (2009). Challenges for food system adaptation today and tomorrow. *Environmental Science & Policy*, 12, 2009, 378-385
- Gantenbein, B. and Khadka, R. (2009). *Struvite Recovery from Urine at Community Scale in Nepal*. Final Project Report Phase I. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag), Dübendorf, Switzerland, and UN-Habitat Water for Asian Cities Programme Nepal, Kathmandu
- Gilbert, N. (2009). The disappearing nutrient. *Nature*, 461, 716-718
- GPNN (2010). *Building the foundations for sustainable nutrient management*. A publication of the *Global Partnership on Nutrient Management*. Published by the United Nations Environment Programme on behalf of the Global Partnership on Nutrient Management
- Heffer, P. and Prud'homme, M. (2010). *Fertilizer Outlook 2010-2014*, 78th IFA Annual Conference, 31 May-2 June 2010, International Fertilizer Industry Association (IFA), Paris
- Hena, J. and Baanante, C. (2006). *Agricultural Production and Soil Nutrient Mining in Africa: Implications for Resource Conservation and Policy Development*. International Fertilizer Development Center (IFDC), Muscle Shoals, Alabama, USA
- Hilton, J., Johnston, A.E. and Dawson, C.J. (2010). *The Phosphate Life-Cycle: Rethinking the Options for a Finite Resource*. Proceedings No. 668. International Fertiliser Society, Leek, UK
- IAASTD (2009). *Agriculture at a Crossroads: Synthesis Report*. International Assessment of Knowledge, Science and Technology for Development
- IFA (2006). *Production and International Trade Statistics*. International Fertilizer Industry Association, Paris
- IFA (2008). *Feeding the Earth: Fertilizers and Global Food Security, Market Drivers and Fertilizer Economics*. International Fertilizer Industry Association, Paris
- IFA (2009). *Annual Phosphate Rock Statistics*. International Fertilizer Industry Association, Paris
- IFDC/UNIDO (1998). *Fertilizer Manual*. Prepared by the International Fertilizer Development Center (IFDC) and the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands
- IFPRI (2002). *GREEN REVOLUTION: Curse or Blessing?* International Food Policy Research Institute, Washington, D.C.
- Jacob, K.D. (1964). Predecessors of superphosphate. In: United States Department of Agriculture and Tennessee Valley Authority (TVA), *Superphosphate: Its history, chemistry and manufacture*. United States Government Printing Office, Washington, D.C.
- Jasinski, S.M. (2006). Phosphate Rock. In: *Mineral Commodity Summaries 2006*. United States Geological Survey, United States Government Printing Office, Washington, D.C.
- Jasinski, S.M. (2007). Phosphate Rock. In: *Mineral Commodity Summaries 2007*. United States Geological Survey, United States Government Printing Office, Washington, D.C.
- Jasinski, S.M. (2008). Phosphate Rock. In: *Mineral Commodity Summaries 2008*. United States Geological Survey, United States Government Printing Office, Washington, D.C.
- Jasinski, S.M. (2010). Phosphate Rock. In: *Mineral Commodity Summaries 2010*. United States Geological Survey, United States Government Printing Office, Washington, D.C.
- Jasinski, S.M. (2011). Phosphate Rock. In: *Mineral Commodity Summaries 2011*. United States Geological Survey, United States Government Printing Office, Washington, D.C.
- Johnston, A.E. and Richards, I.R. (2003). Effectiveness of different precipitated phosphates as phosphorus sources for plants. *Soil Use and Management*, 19, 45-49
- Jung, A. (2010). Phosphates Fertilizer Outlook, British Sulphur Consultants. Paper presented at the Phosphates 2010 International Conference, 22-24 March, 2010, Brussels
- Kauwenbergh, S. Van. (2010). *World Phosphate Rock Reserves and Resources*, IFDC Technical Bulletin 75. International Fertilizer Development Center (IFDC), Muscle Shoals, Alabama, USA
- MA (2005). Nutrient Cycling. Chapter 12 in: Hassan, R., Scholes, R. and Ash, N. (eds.), *Ecosystems and Human Well-Being: Current State and Trends, Volume 1 Millennium Ecosystem Assessment*. Island Press, Washington, D.C.
- Morgan, P. (2007). Toilets That Make Compost: Low-cost, sanitary toilets that produce valuable compost for crops in an African context. Stockholm Environment Institute
- Nyenje, P.M., Foppen, J.W., Uhlenbrook, S., Kulabako, R. and Mwangi, A. (2010). Eutrophication and nutrient release in urban areas of sub-Saharan Africa – A review. *Science of the Total Environment*, 408(3), 447-455
- Prud'homme, M. (2010). *World Phosphate Rock Flows, Losses and Uses*. Paper presented at the Phosphates 2010 Conference and Exhibition, Brussels, March 2010
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., Chapin, F.S., Lambin, E.F. and Foley, J.A. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461(7263), 472-475
- Rosemarin, A., Ekane, N., Caldwell, I., Kvarnström, E., McConville, J., Ruben, C. and Fogde, M. (2008). *Pathways for Sustainable Sanitation: Achieving the Millennium Development Goals*. Stockholm Environment Institute. IWA Publishing, London
- Schröder, J.J., Cordell, D., Smit, A.L. and Rosemarin, R. (2010). *Sustainable Use of Phosphorus*. Report No. 357. Plant Research International, Wageningen University and Research Centre, the Netherlands, and Stockholm Environment Institute
- Sharpley, A. and Rekolainen, S. (1997). Phosphorus in Agriculture and Its Environmental Implications. In: Tunney, H., Carton, O.T., Brookes, P.C. and Johnston, A.E. (eds.), *Phosphorus Loss from Soil to Water*. CAB International, Wallingford, UK
- Smaling, E.M.A., Nandwa, S.M. and Janssen, B.H. (1997). Soil fertility in Africa is at stake. In: Buresh, R.J., Sanchez, P.A. and Calhoun, F. (eds.), *Replenishing Soil Fertility in Africa*. Special Publication No. 51. Soil Science Society of America (SSSA) and American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA
- Smil, V. (2000). Phosphorus in the Environment: Natural Flows and Human Interferences. *Annual Review of Energy and the Environment*, 25, 53-88
- Smil, V. (2002). Phosphorus: Global Transfers. In: Douglas, I. (ed.), *Encyclopedia of Global Environmental Change, Volume 3, Causes and Consequences of Global Environmental Change*. John Wiley & Sons, Chichester, UK
- Stocking, M. (1984). Rates of erosion and sediment yield in the African environment. In: Walling, D.E., Foster, S.S.D. and Wurzel, P. (eds.), *Challenges in African Hydrology and Water Resources* (Proceedings of the Harare Workshop Symposium in July 1984). International Association of Hydrological Sciences (IAHS) Publication No. 14
- Swedish Environmental Protection Agency (2010). *Reporting of government assignment 21: Update of the "Action Plan for Reuse of Phosphorus from Wastewater"*. Ministry of Environment, Stockholm
- Syers, J.K., Johnston, A.E. and Curtin, D.C. (2008). *Efficiency of Soil and Fertilizer Phosphorus Use*. FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin 18
- Tilley, E., Gantenbein, B., Khadka, R., Zurbrügg, C. and Udert, K.M. (2009). Social and Economic Feasibility of Struvite Recovery from Urine at the Community Level in Nepal. In: Ashley, K., Mavinic, D. and Koch, F. (eds.), *International Conference on Nutrient Recovery from Wastewater Streams*. IWA Publishing, London
- UN (2009). *World Population Prospects: The 2008 Revision. Highlights*. Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat, United Nations, New York
- UN (2010). *The Millennium Development Goals Report*. United Nations Department of Economic and Social Affairs, United Nations, New York
- UNEP/IFA (2001). *Environmental Aspects of Phosphate and Potash Mining*. United Nations Environment Programme and International Fertilizer Industry Association (IFA), Paris
- UNGA (2010). *Keeping the promise: United to achieve the MDGs. A forwardlooking review to promote an agreed action agenda to achieve the Millennium Development Goals by 2015*. United Nations General Assembly 64/665
- Vaccari, D.A. (2009). Phosphorus Famine: The Threat to Our Food Supply. *Scientific American*, June, 54-59
- Vitousek, P.M., Naylor, R., Crews, T., David, M.B., Drinkwater, L.E., Holland, E., Johnes, P.J., Katzenberger, J., Martinelli, L.A., Matson, P.A., Nziqubeba, G., Ojima, D., Palm, C.A., Robertson, G.P., Sanchez, P.A., Townsend, A.R. and Zhang, F.S. (2009). Nutrient imbalances in agricultural development. *Science* 324(5934), 1519-1520
- Vuuren, D.P. Van, Bouwman, A.F. and Beusen, A.H.W. (2010) Phosphorus demand for the 1970-2100 period: A scenario analysis of resource depletion. *Global Environmental Change*, 20, 428-439
- WHO (2006). *Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Volume 4: Excreta and greywater use in agriculture*. World Health Organization, Geneva



Il existe une sensibilisation accrue à l'importance mondiale des forêts et à la gestion forestière durable. *Photo : Rowland Williams*

Perspectives émergentes sur la biodiversité forestière

Les forêts font l'objet d'un regain d'intérêt mondial en raison de leur rôle dans l'atténuation des effets des changements climatiques. Toutefois, la perte de biodiversité continue de mettre les forêts en péril en diminuant leur capacité à s'adapter aux pressions, y compris celles exercées par les changements climatiques. Les nouvelles approches en matière de conservation de la biodiversité sont prometteuses mais elles ont besoin de trouver un écho dans une gouvernance plus efficace et des investissements financiers plus élevés.

Les forêts mondiales jouent un rôle important dans le maintien de processus écologiques fondamentaux, tels que la régulation de l'eau et le stockage du carbone ; elles contribuent aussi aux moyens de subsistance et soutiennent la croissance économique (UNEP 2007, FAO 2009a). Environ 1,6 milliard de gens dépendent des forêts pour leurs moyens de subsistance ; en 2005, la valeur du bois et autres produits extraits des forêts était estimée à 122 milliards de dollars américains (World Bank 2004, FAO 2010). Parce qu'elles abritent les deux tiers des animaux et des végétaux qui vivent sur notre planète, les forêts sont les écosystèmes terrestres les plus riches en diversité biologique (Schmitt et al. 2009, FAO 2010, IUCN 2010). Bon nombre des avantages essentiels que nous tirons des forêts sont étayés par la biodiversité forestière, tout comme la capacité des forêts à s'adapter aux pressions, notamment les effets des changements climatiques (MA 2005a, Seppala et al. 2009).

L'opinion est désormais beaucoup plus sensible à l'importance globale des forêts et à la gestion forestière durable. La réduction des émissions de gaz

Qu'est-ce que la biodiversité forestière ?

Les **forêts** sont définies comme des terres ayant un couvert arboré (ou un niveau de peuplement équivalent) de plus de 10 % et occupant une superficie de plus de 0,5 hectare (FAO 2000).

La **biodiversité forestière** correspond à la variabilité des organismes vivants dans les écosystèmes forestiers. Elle comprend la diversité entre espèces et au sein des espèces, mais aussi entre les différents éléments terrestres et aquatiques des écosystèmes forestiers et au sein de ces éléments (CBD 1992).

à effet de serre causées par la déforestation, tout comme la réduction de la dégradation des forêts, sont reconnues comme essentielles pour atteindre les objectifs de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) (**Encadré 1**). Le fait d'investir dans la gestion durable des forêts peut aussi créer des millions de nouveaux « emplois verts » (FAO 2009b). Depuis plus de 20 ans, la communauté internationale a montré qu'elle était inquiète devant la déforestation, la dégradation des forêts et la perte de biodiversité forestière qui en découle (FAO 2009a, Rayner et al. 2010). L'adoption de la Convention sur la diversité biologique a été un grand pas en avant au niveau international, progrès par ailleurs renforcé par les divers efforts déployés aux niveaux national et infranational. Treize pour cent du total de la superficie forestière mondiale est soumise à une forme officielle de protection et près de 75 % des forêts font l'objet d'un programme forestier national. On a également observé une intensification des initiatives de gestion durable des forêts et un renforcement des droits relatifs à la gestion forestière au niveau local (FAO 2007, Agrawal et al. 2008, CBD 2010, FAO 2010).

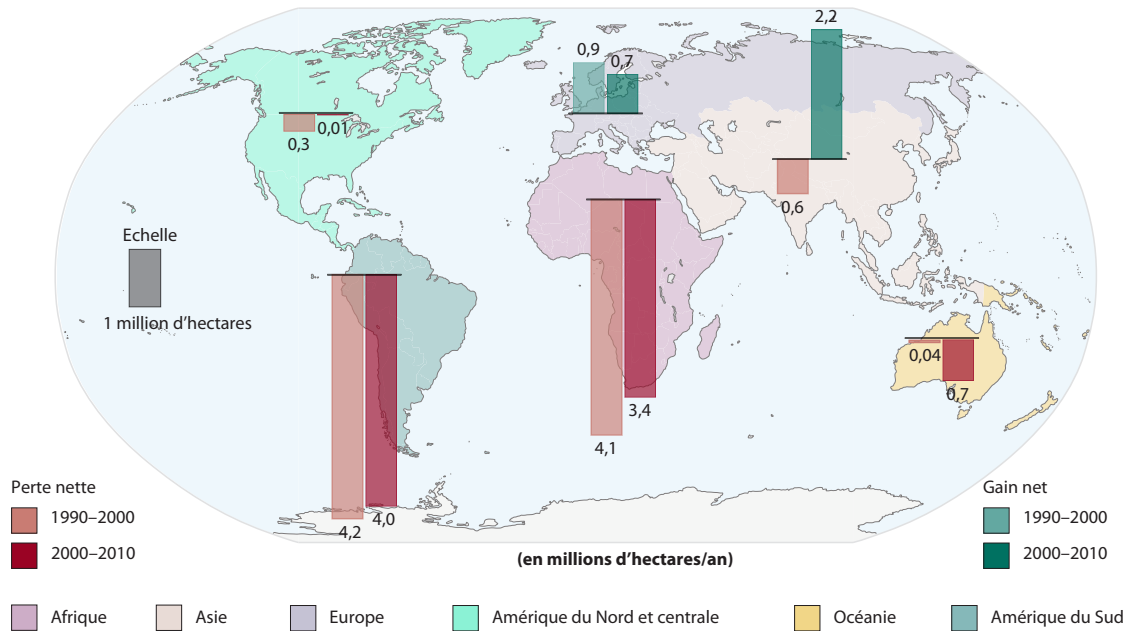
Malgré ces progrès et les gains nets en superficies forestières enregistrés en Europe et en Asie, le total des pertes moyennes de couvert forestier au cours de la décennie écoulée représentait tout de même aux alentours de 13 millions d'hectares par an (FAO 2010) (**Figure 1**). L'essentiel de la déforestation concerne

*Auteurs : Nick Brown, Jan Jenik, Paula Kahumbu et Jan Plesnik, sous la direction de Richard Fleming et Peter Kanowski
Rédacteur scientifique : Tahia Devisscher*

Encadré 1 : La biodiversité forestière et l'atténuation des effets des changements climatiques

Les arbres piègent et stockent le carbone contenu dans l'atmosphère. Bien que le lien entre la biodiversité et le cycle du carbone ne soit pas bien compris, on estime qu'un quart du carbone émis par des activités humaines, comme le brûlage de combustibles fossiles, est piégé par les forêts et par d'autres écosystèmes terrestres (Midgley et al. 2010). Les forêts jouent donc un rôle décisif dans la lutte contre les changements climatiques. **REDD+** est un mécanisme politique international qui a pour objet d'atténuer les effets des changements climatiques en **R**éduisant les **E**missions causées par le **D**éboisement et la **D**égradation des forêts dans les pays en développement et d'accroître les stocks de carbone forestier par le biais d'activités comme la conservation des forêts et la gestion forestière durable (Angelsen 2009). Le fait de rémunérer les pays en développement pour qu'ils conservent les forêts met en évidence l'importance économique des écosystèmes et de la biodiversité. Avec le Programme des Nations Unies pour le développement et l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, le PNUE aide les pays à participer à REDD+.

Figure 1 : Changement annuel de la superficie forestière par région en millions d'hectares par an, 1990-2010. On observe une tendance continue à la hausse en Europe, alors que des efforts massifs de reboisement en Chine, de l'ordre de 2 à 3 millions d'hectares par an, contribuent à des gains nets en Asie. Le taux de déforestation diminue dans certains pays, notamment le Brésil et l'Indonésie. Néanmoins, malgré cette réduction, les pertes nettes restent considérables en Amérique du Sud et en Afrique. De graves sécheresses et d'importants feux de forêts ont exacerbé les pertes forestières en Australie depuis 2000. Source : FAO (2010)



les forêts tropicales, qui sont particulièrement riches en biodiversité (CBD 2010). Bien que le taux global de perte nette de couvert forestier ait ralenti, en partie du fait de l'expansion des plantations et de la restauration des forêts naturelles, la perte de biodiversité forestière continue d'être répartie d'une manière disproportionnée puisque les niveaux les plus élevés de déforestation et de dégradation des forêts sont signalés dans les forêts naturelles riches en biodiversité des pays en développement (Schulze et al. 2004, CBD 2010).

L'intérêt scientifique, administratif et politique accru accordé à la conservation de la biodiversité forestière nous permet de mieux l'appréhender et nous offre des opportunités inédites pour réagir de manière plus efficace à la perte de biodiversité forestière (MA 2005a, Cashore et al. 2006, Gardner et al. 2010, Maris et Béchet 2010, Pfund 2010).

Facteurs et conséquences de la perte de biodiversité forestière

Globalement, les principaux facteurs de la perte de biodiversité forestière sont : l'essor démographique et la croissance de la consommation ; l'accroissement du commerce de produits alimentaires et agricoles ; l'augmentation de la demande en produits forestiers, y compris en biomasse pour la production d'énergie ; l'expansion des établissements humains et des infrastructures ; et enfin les changements climatiques (FAO 2009, Slingenberg et al. 2009, DeFries et al. 2010, IUCN 2010). A l'échelle du paysage, ces facteurs se manifestent par une perte de biodiversité découlant de pressions telles que la déforestation au profit de l'agriculture et du développement, la fragmentation des habitats forestiers, la dégradation des forêts due à la collecte non viable de produits forestiers pour des usages industriels et les moyens de subsistance, une

modification des régimes des incendies, une augmentation des espèces envahissantes et la prolifération des ravageurs et des maladies (Asner et al. 2005, FAO 2007, UNEP 2007, Nellemann et Corcoran 2010).

Si les tendances mondiales actuelles de la perte d'habitats, de l'exploitation des ressources et des changements climatiques se poursuivent, les taux de disparition des espèces vont s'accroître et les habitats riches en biodiversité seront perdus ou dégradés, surtout dans les tropiques ; quant à la répartition et l'abondance des espèces et des écosystèmes, elles seront profondément transformées (Lindenmayer et al. 2008, Leadley et al. 2010). La **Figure 2** montre le résultat d'un scénario de l'incidence humaine sur la biodiversité à l'horizon 2050 (Alkemade et al. 2009).

La perte de la biodiversité des forêts réduit la résilience des écosystèmes forestiers, c'est-à-dire leur adaptabilité et leur capacité de récupération suite à une perturbation d'origine naturelle ou anthropique. Cela peut nuire à la fois aux moyens de subsistance et aux économies nationales (MA 2005b). Les changements sociétaux, tels que ceux associés à l'accroissement de la richesse et de la consommation, peuvent aussi intensifier les pressions sur les forêts (Haines-Young et Potschin 2009). Nombre de ces pressions devraient être amplifiées par les changements climatiques (Malhi et al. 2009). Ainsi, on craint de plus en plus que l'évolution du climat se produise si rapidement que beaucoup d'espèces forestières ne soient pas capables de s'adapter et de migrer (Menéndez et al. 2006). La capacité des espèces individuelles à migrer et à coloniser de nouveaux milieux dépend à la fois des caractéristiques des espèces et des paysages. La fragmentation du paysage, qui se traduit par une connectivité réduite de l'habitat, complique la migration naturelle et limite l'adaptabilité des espèces et la viabilité des écosystèmes (Vos et al. 2008).

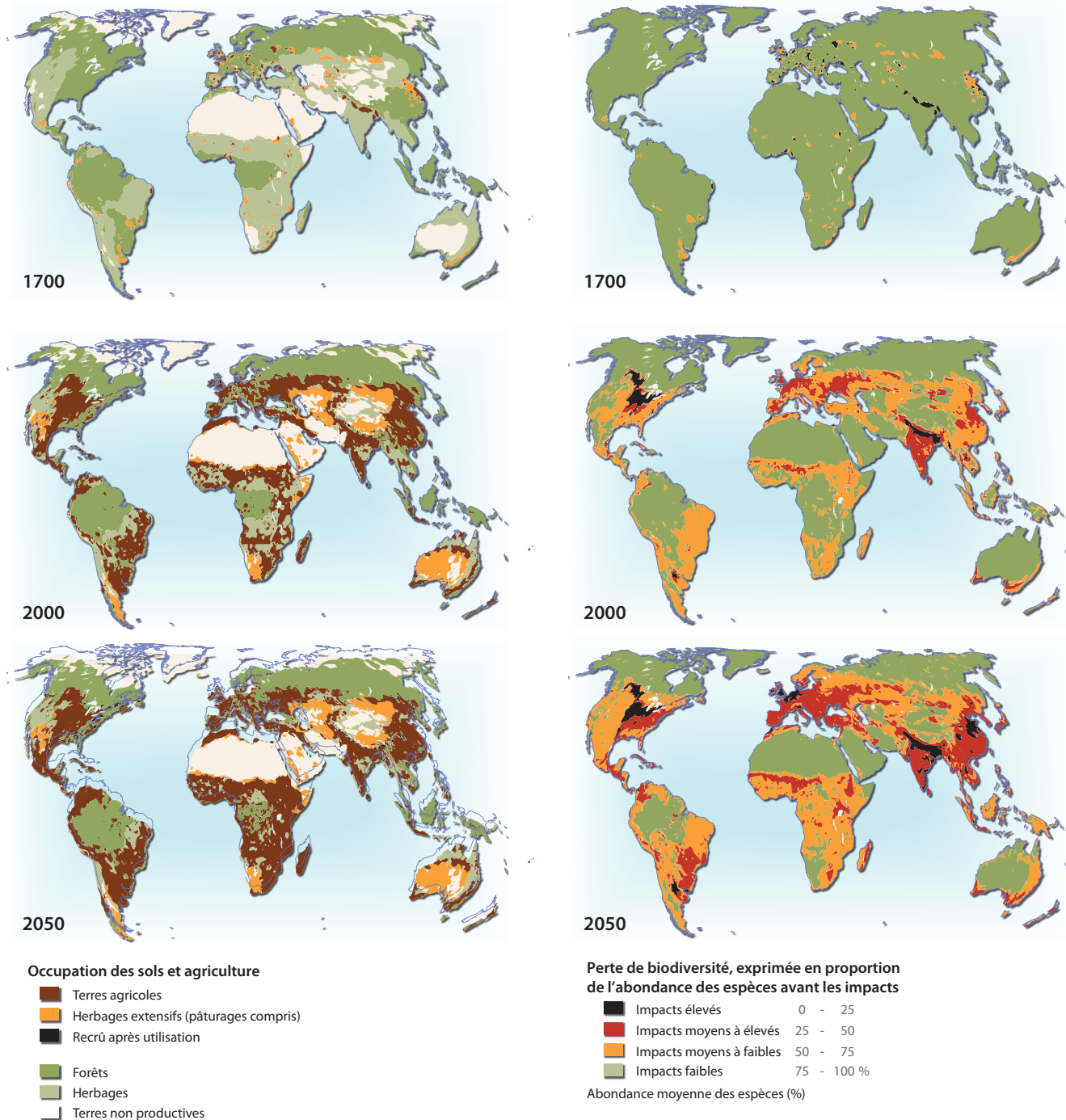


Figure 2 : Evolution prévue de l'occupation des sols (à gauche) et de la perte de biodiversité (à droite) entre 1700 et 2050. Ces cartes, élaborées à partir des modèles IMAGE et GLOBIO3, montrent des impacts croissants sur la biodiversité forestière sous l'effet de l'intensité de l'utilisation des sols, du changement du couvert végétal, de la fragmentation, du développement des infrastructures, du dépôt d'azote provenant de l'atmosphère et des changements climatiques. Sources : IMAGE, GLOBIO3 et Alkemada et al. (2009), reproduites dans Nellemann et al. (2010). Photo : Hugo Ahlenius, Nordpil



Vue aérienne qui montre une mortalité extensive des pins de Californie arrivés à maturité en Colombie-Britannique, au Canada, du fait d'une infestation de dendroctone du pin ponderosa. Photo : L. Maclauchlan, British Columbia Ministry of Forests and Range. Photo du ravageur : Dion Manastyrski

Encadré 2 : Infestations de ravageurs dans les forêts boréales

Le dendroctone du pin ponderosa (*Dendroctonus ponderosae*) est présent à l'état endémique dans les forêts de pins d'Amérique du Nord, où il survit en petits nombres dans des pins hôtes blessés ou affaiblis. Lorsqu'il y a suffisamment de scolytes pour surmonter la résistance des pins en bonne santé et arrivés à maturité lors d'une attaque massive, la pullulation de l'insecte devient possible. Si plusieurs générations successives de scolytes réussissent à attaquer en masse d'autres pins arrivés à maturité, la pullulation peut se propager à tout le peuplement. Le potentiel d'une telle éruption augmente avec la survie hivernale du ravageur et la proportion d'arbres hôtes adaptés au sein du peuplement. Une infestation régionale peut se produire si le foyer se propage du peuplement d'origine vers un paysage plus large. Ce risque devient plus probable en raison de la connectivité accrue et de la prédominance de peuplements hôtes adaptés dans le paysage.

Depuis 2000, l'infestation par le dendroctone du pin ponderosa en Amérique du Nord a ravagé plus de 14 millions d'hectares de forêts de pins arrivés à maturité au Canada et 4 millions d'hectares aux États-Unis (Alfaro et al. 2010). Parmi les facteurs qui contribuent à l'infestation figurent des décennies de gestion forestière, y compris les plantations et la suppression des incendies, qui ont favorisé le pin de Californie mature. De fait, la superficie occupée par ces pins avait plus que triplé au début de l'infestation (Taylor et Carroll 2004). C'est la prévalence sans précédent de cette essence, l'hôte de prédilection, conjuguée à un taux de survie du scolyte exceptionnellement élevé suite à plusieurs hivers cléments consécutifs, qui ont fait que l'infestation actuelle est devenue beaucoup plus grave et plus extensive que toutes les précédentes (Carroll et al. 2004, Safranyik et Carroll 2006, Taylor et al. 2006) (Figure 3).

Durant les pullulations précédentes, le dendroctone du pin ponderosa n'avait pas pu se propager à travers le paysage dans les mêmes proportions car la connectivité et la contiguïté des peuplements hôtes adaptés étaient fragmentées par des pins plus jeunes et par une plus grande variété des essences d'arbres (Taylor et al. 2006, Raffa et al. 2008).

En Colombie-Britannique, l'infestation du dendroctone du pin ponderosa a été un facteur à l'origine de l'effondrement de l'industrie du bois, laissant beaucoup de villes tributaires de la sylviculture en butte à une économie déprimée, des petites entreprises en faillite, un taux de chômage élevé et une démographie en repli tandis que la population active tentait de trouver un emploi ailleurs.

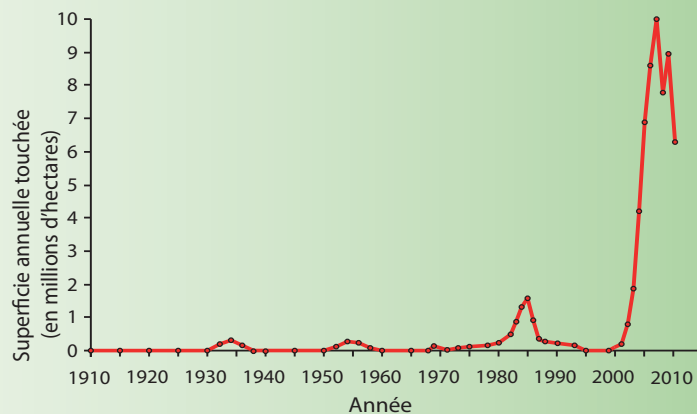


Figure 3 : Millions d'hectares de forêts de pins affectés par les pullulations de dendroctone du pin ponderosa en Colombie-Britannique depuis 1910. La réduction de la superficie touchée après le pic de 2007 s'explique par un manque d'arbres hôtes et un hiver plus rude. Sources : Alfaro et al. (2010), Canadian Forest Service, Forest Insect and Disease Survey, British Columbia Ministry of Forests and Range

L'effet conjugué de la perte de biodiversité, des changements climatiques et de la dégradation de l'habitat peut entraîner une prolifération des feux de forêt, des ravageurs et des maladies. Les forêts sont des systèmes dynamiques de par leur nature, mais leur diminution et leur dégradation à une échelle inégalée dans l'histoire humaine pourraient dépasser les seuils écologiques. Un seuil écologique est le point où un écosystème subit un changement brutal (Groffman et al. 2006). Un tel changement peut engendrer une dégradation importante, voire l'effondrement, d'un écosystème, forestier ou autre, assortie de la perte notable de biodiversité et des services qu'il fournit (Rockstrom et al. 2009, Thompson et al. 2009, Leadley et al. 2010, Vergara et Scholz 2010).

Il est très difficile de prédire les seuils écologiques car les processus de transformation sont influencés par de multiples variables. Toutefois, de nouvelles données scientifiques apparaissent concernant des signaux susceptibles de nous aider à identifier différents seuils dans les écosystèmes forestiers (Biggs et al. 2009, Rockstrom et al. 2009). Ainsi, la diversité moindre des essences d'arbre et de l'âge du peuplement ont rendu les forêts de l'ouest de l'Amérique du Nord particulièrement vulnérables aux infestations de ravageurs sur les pins arrivés à maturité. A mesure que les hivers plus chauds amélioreraient les chances de survie à l'hivernage du dendroctone du pin ponderosa, on a observé l'apparition de pullulations exceptionnelles au cours de la dernière décennie, avec de graves conséquences tant écologiques qu'économiques (**Encadré 2**).

La modification de la résilience des écosystèmes forestiers peut aussi menacer les stratégies d'atténuation des effets des changements climatiques basées sur les forêts (Thompson et al. 2009). De fait, les avantages offerts par les forêts dans ce domaine peuvent se trouver compromis si les projets conçus pour piéger le carbone de l'atmosphère sont touchés par de graves incendies ou des foyers d'infestation. Les réservoirs de carbone des forêts monospécifiques qui ont une faible biodiversité pourraient être particulièrement vulnérables aux pressions, comme le montre l'infestation du dendroctone du pin ponderosa. L'impact écologique de ce foyer a modifié le bilan carbone des forêts canadiennes, qui sont devenues une source et non plus un puits de carbone, affectant ainsi le total du budget carbone du pays (Kurz et al. 2008). Au pire de la crise, l'impact direct de l'infestation du scolyte en termes d'émissions de CO₂ se montait à 20 mégatonnes de carbone du fait de la décomposition des arbres morts et des changements nets de fixation du carbone. Ces émissions équivalaient à 75 % de la moyenne annuelle des émissions directes par les feux de forêt pour l'ensemble du Canada entre 1959 et 1999 (Kurz et al. 2008). Pour réduire de telles menaces pesant sur les stratégies forestières d'atténuation des effets des changements climatiques, la gestion des forêts doit être améliorée afin de favoriser une plus grande diversité dans les essences d'arbres et l'âge du peuplement et de tenir compte de l'incidence possible des changements climatiques.

Approches en matière de conservation de la biodiversité

Les recherches et les pratiques permettent de dégager quelques idées et principes communs quant à la manière d'améliorer la conservation de la biodiversité forestière dans une variété de paysages et d'utilisations des

sols (Brokerhoff et al. 2008, Gardner et al. 2009, Anand et al. 2010, Gilbert-Norton et al. 2010, Lindenmayer et Hunter 2010). On citera, entre autres, une meilleure appréciation de l'importance que revêtent la mosaïque du paysage et les débris ligneux ; la connectivité entre les gradients et entre les débris végétaux ; les réactions variables des différentes espèces aux perturbations ; et les rôles des diverses formes de forêts plantées, y compris les plantations, pour la conservation de la biodiversité. De meilleures approches en termes de conception, de planification et de gestion des changements d'utilisation des sols sont également envisagées ou en cours de mise en œuvre (Kanowski et Murray 2008, Franklin et Lindenmayer 2009, Pfund 2010). Ces approches ne se bornent plus à considérer uniquement quelques espèces et des utilisations foncières particulières ; elles reconnaissent désormais les corrélations entre les éléments du paysage et entre les écosystèmes et les populations humaines (Bond et Parr 2010). Des approches de gestion plus intégrées, adaptées aux processus sociaux comme écologiques, sont explorées du point de vue de la conservation de la biodiversité à long terme (Grantham et al. 2009, Gardner et al. 2010). Ainsi, beaucoup de stratégies de gestion forestière destinées à conserver la biodiversité sont compatibles avec les stratégies d'adaptation aux changements climatiques et d'atténuation de leurs effets et, plus généralement, avec les objectifs et les pratiques d'une foresterie durable (Bauhus et al. 2009, Innes et al. 2009, Klenner et al. 2009, Thompson et al. 2009).

La gestion écosystémique considère toute la panoplie d'interactions au sein d'un écosystème, y compris l'activité humaine. Au lieu de gérer une seule forêt isolément des autres, elle tient compte de ces interactions sur la mosaïque de multiples occupations foncières (Gardner et al. 2009). La gestion écosystémique peut donc améliorer la conservation de la biodiversité dans le contexte des changements d'affectation foncière à grande échelle (Pfund 2010). Elle englobe la maintenance des forêts naturelles et des fonctions et processus écologiques à travers de multiples occupations des sols (Gardner et al. 2009). C'est l'étendue des forêts naturelles préservées dans un paysage modifié par l'activité humaine qui détermine en premier lieu la richesse des espèces (Anand et al. 2010). Cela tient au fait que ces vestiges de forêts, sous réserve d'avoir une taille suffisante et une configuration appropriée, sont les refuges d'espèces très sensibles et jouent un rôle important dans la formation de corridors écologiques qui facilitent le mouvement des espèces entre les paysages fragmentés (Crooks et Sanjayan 2006, Gilbert-Norton et al. 2010). Ainsi, la conservation de la biodiversité dans les forêts pluviales très fragmentées de la Mata Atlântica du Brésil a été renforcée grâce à une meilleure connectivité avec des utilisations foncières propices à la biodiversité, telles que l'agroforesterie et les forêts secondaires (Ribeiro et al. 2009, Tabarelli et al. 2010). Les approches de gestion par écosystème ont également donné de bons résultats dans le cas des plantations (**Encadré 3**).

De surcroît, le maintien et la restauration de l'habitat et de la connectivité du paysage entre les zones forestières protégées revêt une importance fondamentale pour la conservation de la biodiversité (Lamb et al. 2005, Franklin et Lindenmayer 2009). Une méta-analyse de 89 projets de restauration, couvrant une grande variété de types d'écosystèmes, a révélé que la restauration augmentait la biodiversité et la fourniture de services écosystémiques, tels que la régulation des débits, notamment dans les tropiques, riches en biodiversité



Mosaïque de forêts pluviales et de plantations à l'usine de fabrication de pâte à papier Veracel dans l'Etat de Bahia, au Brésil. Photo : Lasse Arvidson, Stora Enso

Encadré 3 : Une nouvelle génération de plantations

Les forêts plantées à gestion intensive sont des plantations très productives qui visent essentiellement à produire du bois et des fibres. Il existe environ 25 millions d'hectares de forêts plantées à gestion intensive à travers le monde ; elles représentent un quart des forêts de plantations et presque 0,2 % du total des terres émergées. Elles comprennent des plantations tropicales à croissance rapide d'acacias et d'eucalyptus, ainsi que les conifères des zones tempérées. Bon nombre des questions se rapportant à ces forêts s'appliquent aussi à la superficie encore plus vaste d'arbres tropicaux cultivés pour leurs produits non ligneux – noix de coco, huile de palme et caoutchouc (Kanowski et Murray 2008).

Le Projet de plantations de la nouvelle génération dirigé par le WWF recueille des informations et des expériences issues de plantations situées dans une variété de paysages forestiers qui sont compatibles avec la conservation de la biodiversité et les besoins humains (NGPP 2010). Ce projet explore comment la gestion des forêts et des plantations peut préserver et accroître l'intégrité des écosystèmes et la biodiversité forestière (Neves Silva 2009). De nouvelles approches en matière de gestion des plantations peuvent aussi augmenter la biodiversité au niveau du peuplement (Paquette et Messier 2010).

Au cours des années 1960 et 1970, la forêt pluviale Atlantique du Brésil, Mata Atlântica, a été ravagée à un rythme accéléré par l'exploitation d'essences d'arbre

précieuses destinées à l'industrie des sciages, puis par des défrichements massifs pour servir de pacages au cheptel. La direction d'une usine locale de pâte à papier et d'une plantation, qui détenait environ 210 000 hectares dans la région, a planté près de 91 000 hectares d'eucalyptus sur des terres jusqu'alors laissées en pacages aux animaux, tandis que plus de 100 000 hectares étaient mis de côté à des fins de conservation. L'eucalyptus est planté sur les plateaux, ce qui laisse à la préservation de l'environnement les vallées, les berges fluviales, les pentes escarpées et autres zones ayant des caractéristiques particulières. La superficie réservée à la forêt pluviale se régénère en grande partie naturellement mais, chaque année, les terres les plus dégradées sont restaurées grâce à la plantation délibérée d'espèces indigènes sur 400 hectares. La création de couloirs forestiers a augmenté la connectivité entre des vestiges isolés de forêts pluviales. A la fin de 2009, plus de 3 500 hectares de forêts pluviales avaient été restaurés (NGPP 2010).

Au niveau du paysage, les plantations ont eu des effets positifs grâce à la stabilisation de l'occupation des sols et parce qu'elles ont permis d'endiguer la dégradation progressive des forêts causée par le pacage des bovins. Elles ont également apporté une contribution considérable à la conservation de la biodiversité en créant des conditions propices à la protection et la régénération de la forêt pluviale Atlantique.

(Benayas et al. 2009). Toutefois, elle a également mis en exergue les difficultés associées à la restauration des écosystèmes dégradés en soulignant les cycles décennaux, voire plus longs, qu'elle exige. Les analyses de ce genre ont à maintes reprises démontré qu'il est préférable d'éviter la dégradation et de conserver la biodiversité forestière avant que des mesures restauratoires ne s'imposent (TEEB 2009).

La gestion adaptative est aussi apparue comme un outil essentiel pour la conservation de la biodiversité forestière, en partie du fait qu'elle accroît la résilience de l'écosystème (Walker et Salt 2006, Nitschke et Innes 2008, Thompson et al. 2009). Elle utilise une approche flexible et progressive pour tirer des enseignements de l'expérience, de l'expérimentation et du suivi (UNEP-WCMC 2010). Une approche adaptative peut contribuer à l'élaboration

de stratégies porteuses d'avantages écologiques, économiques et sociaux (PA 2009). Les praticiens se sont aperçus que, lorsque ses dimensions de cogestion sont mises en valeur, cette approche peut être une façon pragmatique d'arriver à un consensus entre de nombreuses parties prenantes pour la réalisation d'objectifs de gestion forestière et de conservation de la biodiversité (Innes et al. 2009, Maris et Bechet 2010). Toutefois, les activités pilotes qui soutiennent la plupart des initiatives de gestion adaptative pour la conservation de la biodiversité ont souvent manqué de moyens humains et financiers pour reproduire ou propager des pratiques élaborées au niveau d'un projet (Bille 2010). Pour que la gestion adaptative donne de bons résultats en termes de conservation de la biodiversité forestière à plus grande échelle, il faudra investir davantage et de manière plus assidue dans les capacités sociales et institutionnelles.

Pour soutenir et améliorer les pratiques de gestion forestière, on élabore aujourd'hui des méthodes et outils novateurs afin de surveiller la biodiversité et d'accroître la participation des acteurs. Ainsi, de nouveaux systèmes technologiques et cartographiques servent à orienter les pratiques de conservation forestière et à informer les politiques (**Encadré 4**). De manière plus

Encadré 4 : Gestion de l'information en faveur du changement

La gestion forestière est révolutionnée par des technologies qui accélèrent la vitesse à laquelle de vastes quantités de données spatiotemporelles peuvent être analysées et synthétisées. Des outils qui permettent le suivi en temps quasi-réel des forêts et des stocks de carbone sont en cours de développement. A titre d'exemple, citons la plateforme Earth Engine mise en ligne par Google en 2010. Cette nouvelle plateforme technologique est conçue pour améliorer l'accès aux données d'imagerie satellitaire, d'échantillonnage terrestre et autres données d'observation de la Terre et pour fournir des ressources informatiques pour le traitement de données haute définition à une échelle mondiale, capables d'aider à surveiller la déforestation et la dégradation des forêts. Elle fournit aussi un cadre d'application ouvert qui permet aux scientifiques de mettre au point et d'exécuter des programmes informatiques comme la détection des changements de la superficie forestière et l'estimation de la biomasse et du carbone (Google 2010). Bien que l'étendue des forêts et les stocks de carbone puissent être surveillés grâce à ces nouveaux outils, il faudra les compléter par un suivi sur le terrain afin d'évaluer la biodiversité.

En outre, une large gamme de nouvelles techniques peut appuyer la collecte participative de données par les communautés au moyen de systèmes d'information géographique (SIG). Ces techniques semblent offrir une nouvelle manière performante d'inclure les groupes locaux dans la planification et la prise de décisions. Elles sont déjà utilisées à travers l'Afrique, l'Asie et l'Amérique latine pour mobiliser les communautés locales et faciliter le suivi et la gestion des forêts.

Un récent projet de l'Equipe de conservation de l'Amazonie, dans les Etats de Pará et des Amazonas au nord du Brésil, a formé cinq groupes autochtones pour qu'ils produisent des cartes indiquant les actifs culturels et l'occupation des sols de leur territoire. Ces cartes comprennent plus de 5 000 noms de lieux autochtones et autres désignations traditionnelles et plus de 10 millions d'hectares de terres revêtant une importance culturelle, naturelle ou historique (Amazon Conservation Team 2010). Ces cartes ont servi à la prise de décisions et à l'élaboration de stratégies de conservation forestière. Ce processus a facilité la coopération entre les parties prenantes.

générale, il est désormais reconnu que la conservation et la gestion forestières exigent des institutions et des processus qui intègrent de nombreuses strates et de multiples formes d'informations et de connaissances tout en forgeant de nouveaux partenariats d'apprentissage (Berkes 2007, Andersson et Ostrom 2008). En outre, la mise en œuvre de mécanismes basés sur le marché pour atténuer les effets des changements climatiques par le biais de la conservation forestière, par exemple la réduction des émissions causées par le déboisement et la dégradation des forêts dans les pays en développement (REDD+), exige des systèmes de suivi, d'établissement de rapports et de vérification beaucoup plus performants que ceux dont on dispose actuellement (Angelsen 2009). En réponse à ces besoins, on voit poindre de nouvelles façons de générer, de gérer et de partager l'information et le savoir que l'on applique à la conservation et la gestion des forêts.

Apprécier les forêts vivantes à leur juste valeur

Les carences du marché ont été l'une des plus grandes contraintes en matière de conservation de la biodiversité forestière, tout particulièrement le manque



Chercheurs et membres du groupe autochtone Tiriyo en République du Suriname. La cartographie participative peut aider les groupes autochtones à prendre des décisions informées concernant l'occupation des sols et la conservation des forêts. Photo : Amazon Conservation Team

de visibilité des prix et la sous-évaluation des multiples services fournis par les forêts, tant et si bien que les forêts sont parfois jugées avoir « plus de valeur mortes que vivantes » (Mooney 2000). La meilleure prise en compte de la valeur de la biodiversité et des services écosystémiques des forêts vivantes est l'une des clés d'une conservation plus performante. Il est non seulement essentiel de ralentir le taux de déforestation afin de conserver la biodiversité et de protéger les services écosystémiques, mais c'est aussi l'une des options les plus rapides et les plus économiques pour réduire les émissions de carbone (Prince's Rainforest Project 2009, Corbera et al. 2010). D'après Stern (2007), réduire de moitié le taux de déforestation d'ici à 2030 ne coûterait que 10 à 15 milliards de dollars par an. A titre de comparaison, la valeur totale des extractions de produits forestiers en 2005 s'élevait à 122 milliards de dollars, sans compter d'autres apports tels que les emplois et services (FAO 2010). L'étendue des forêts comprises dans des zones protégées a doublé au cours des 20 dernières années, mais ce niveau de progression ne s'est pas reflété dans les investissements financiers (FAO 2010). Cela vaut tout particulièrement pour les pays tropicaux en développement, pourtant riches en biodiversité mais où le financement des zones protégées fait 70 % de moins que ne l'exigerait une conservation plus efficace (TEEB 2010). Traditionnellement, l'aide publique au développement (APD) représentait la principale source de ce type de financement. Toutefois, les mécanismes basés sur le marché constituent une nouvelle source importante de financement, y compris l'écotourisme, la vente de produits forestiers certifiés, la rémunération des services écosystémiques et les régimes de compensation pour la biodiversité (Crowe et ten Kate 2010). De fait, la rémunération des services écosystémiques a pris de l'importance en guise d'approche susceptible de promouvoir la croissance économique tout en finançant la conservation de la biodiversité (TEEB 2009) (Figure 4).

REDD+ est un nouveau mécanisme politique qui prône la rémunération des services écosystémiques à l'échelle mondiale. Il a pour finalité de réduire les émissions causées par le déboisement et la dégradation des forêts tout en générant des flux financiers du Nord vers le Sud. REDD+ a été facilité par

des initiatives telles que le Partenariat intérimaire REDD+ (REDD+ Partnership 2010) et cautionné par la Conférence des Nations Unies sur les changements climatiques à Cancún (UNFCCC 2010). Beaucoup de scientifiques et de praticiens estiment que REDD+ peut présenter d'autres avantages que l'atténuation des effets des changements climatiques, y compris la conservation de la biodiversité forestière (Angelsen 2009, Dickson et Osti 2010, Strassburg et al. 2010). D'autres parties prenantes craignent toutefois les retombées politiques et économiques des mécanismes basés sur le marché et notamment le risque de voir la mise en place des arrangements REDD+ négliger les droits des populations autochtones et tributaires des forêts sur leurs territoires et leurs ressources (GFC 2008, IIPFCC 2009, Phelps et al. 2010). Les négociations de la CCNUCC ont pris acte de ces préoccupations et ont reconnu qu'il fallait mettre en place des sauvegardes environnementales et sociales parallèlement à REDD+ (UNFCCC 2009, Sikor et al. 2010). S'il est couronné de succès, le mécanisme REDD+ pourrait générer des recettes substantielles pour la conservation et la gestion durable des forêts tout en contribuant à la réduction de la pauvreté en milieu rural et à l'amélioration des moyens de subsistance ruraux.

Les cartes tirées d'une étude menée par Strassburg et al. (2010) illustrent la corrélation marquée entre les stocks de carbone et la biodiversité, notamment dans le cas des écosystèmes forestiers (Figure 5). Cette étude, de même qu'un examen par Miles et al. (2010), suggère qu'il existe des synergies considérables pour l'obtention d'avantages connexes dans bien des cas, mais pas dans tous. Sous réserve des sauvegardes appropriées, REDD+ pourrait permettre aux pays en développement d'atteindre les objectifs de conservation de la biodiversité qui se sont montrés si insaisissables depuis le Sommet de la Terre de 1992. L'expérience en matière de paiements des services écosystémiques sert de recommandation pour ce qui concerne l'élaboration de régimes REDD+ qui fourniront à une vaste gamme de parties prenantes des avantages connexes en termes de biodiversité (Wunder et Wertz-Kanounnikoff 2009). La Banque mondiale a, par exemple, annoncé une initiative Wildlife Premium Market qui s'engage à rémunérer les pauvres des zones rurales lorsqu'ils protègent la faune et la flore des forêts offrant une haute valeur en termes de biodiversité dans le contexte d'un mécanisme REDD+ (World Bank 2010).

La réalisation des avantages connexes potentiels de REDD+ au niveau local dépendra de nombreux éléments : les dispositifs de conception et de financement de REDD+ ; des structures de gouvernance et des systèmes réglementaires performants ; une approche adaptative en matière de conception et de mise en œuvre des politiques et stratégies nationales et infranationales ; un accord relatif aux sauvegardes et à leur application ; des principes directeurs clairs ; un renforcement des capacités efficace ; et un transfert technologique adéquat (Angelsen 2009, Karousakis 2009, AWGLCA 2010, Busch et al. 2010, Dickson et Osti 2010).

Tendances de la gouvernance forestière

Une bonne gouvernance forestière est essentielle pour atteindre de meilleurs résultats en matière de conservation de la biodiversité (Agrawal et al. 2008, Sasaki et Putz 2009). La gouvernance forestière englobe des institutions formelles et informelles, ainsi que des structures d'autorité et des processus

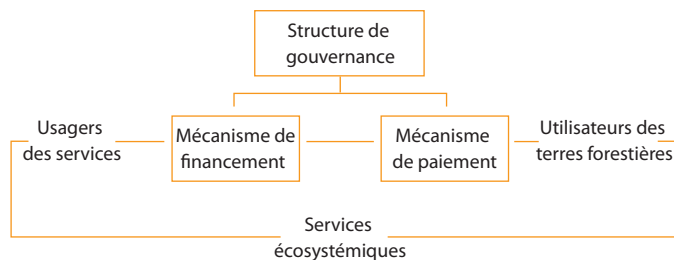


Figure 4 : La plupart des régimes de paiements pour services écosystémiques se caractérisent par des transactions volontaires faisant intervenir des services environnementaux bien définis ou des formes d'occupation des sols qui ont des chances de pérenniser ces services (p. ex. la production de produits alimentaires, de fibres, l'épuration de l'eau ou les services récréatifs). Grâce aux mécanismes de financement et de paiement, les usagers des services rémunèrent les utilisateurs des terres forestières pour la fourniture de ces services. Source : Pagiola et Platais (2005)

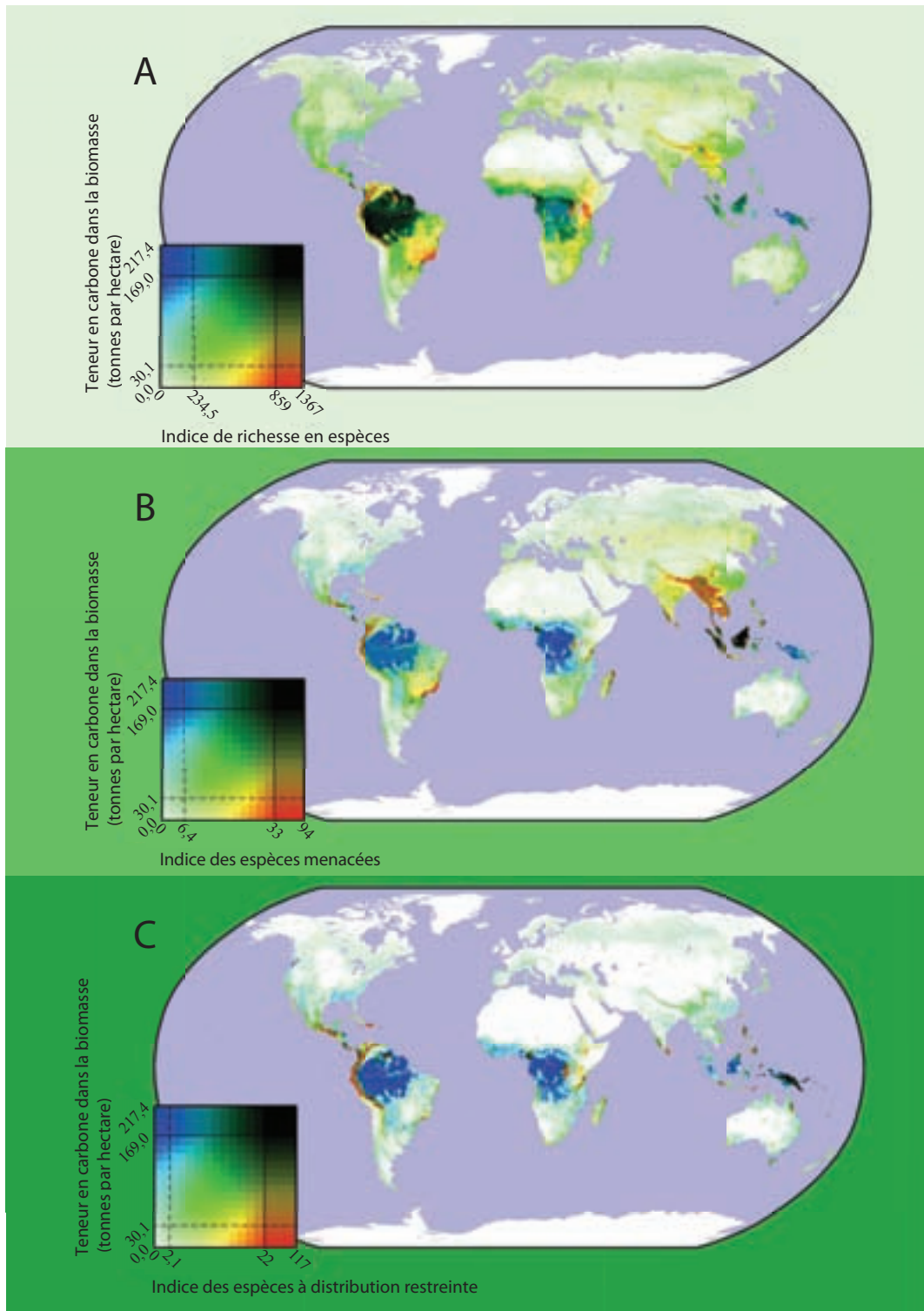


Figure 5 : Corrélation mondiale entre la teneur en carbone dans la biomasse et la richesse en biodiversité. Des échelles de couleur bidimensionnelles servent à illustrer la concentration de carbone dans la biomasse et la biodiversité, ainsi que la corrélation entre les deux. L'intensité le long de l'axe vertical bleu représente la densité du carbone dans la biomasse aérienne et souterraine (tonnes de carbone par hectare) et l'intensité le long de l'axe horizontal rouge donne la richesse de l'indice respectif de biodiversité (nombre d'espèces par cellule). Les cartes montrent la corrélation mondiale entre la teneur en carbone dans la biomasse et (A) la richesse globale en espèces, (B) la richesse en espèces menacées et (C) la richesse en espèces à distribution restreinte. Les zones plus sombres correspondent à des concentrations plus élevées de carbone et de biodiversité. Source : Strassburg et al. (2010)

qui déterminent à qui et comment les forêts sont attribuées, comment elles sont utilisées et leur mode de gestion (Burris et al. 2005, Cashore 2009). D'un point de vue historique, la gouvernance forestière se caractérise par des approches centralisées et autocratiques, qui reposent sur des mécanismes de contrôle et de pouvoir qui ne laissent guère de place à la prise en compte des droits ou des intérêts des propriétaires traditionnels (Agrawal et al. 2008). Toutefois, on a observé une nette tendance à tourner le dos à cette forme de gouvernance, d'une part en raison de la réalisation de ses limites et, d'autre part, du fait du succès rencontré par les autres modèles adoptés (Berkes 2007, Andersson et Ostrom 2008). Nous décrivons ci-après trois tendances cruciales de la gouvernance forestière. Elles sont pertinentes à plusieurs égards pour la conservation de la biodiversité.

La première tendance reconnaît la persistance du modèle à base de concessions dans la gestion des forêts. Selon ce modèle, les pouvoirs publics confèrent à des compagnies privées, en échange de revenus, des droits exclusifs à long terme sur les ressources que renferment les forêts publiques. Les concessions demeurent la forme la plus commune de gestion des forêts tropicales commercialement viables (Agrawal et al. 2008). S'il est vrai que des accords de concession bien conçus et bien réglementés peuvent promouvoir la gestion durable des forêts et réduire l'exploitation forestière illicite, l'inverse est aussi vrai (Christy et al. 2007). L'amélioration de la gouvernance des concessions forestières demeure donc essentielle pour la conservation de la biodiversité des forêts.

La deuxième tendance concerne une décentralisation accrue de la gestion du paysage dans son ensemble. La gouvernance à ce niveau devrait tenir compte du contexte sociopolitique au-delà du niveau local et de la prise de décisions axée sur les forêts (Lele et al. 2010). Des dizaines d'années d'expérience montrent que la conservation de la biodiversité dans les zones protégées dépend de manière capitale de l'inclusion des populations locales, notamment dans les pays où la précarité des institutions fait qu'il existe de fortes pressions foncières (Sunderland et al. 2008, Sayer 2009). La participation locale, l'autonomisation et le leadership sont autant de facteurs largement reconnus par les praticiens comme étant essentiels pour le succès des initiatives de conservation des forêts (CBD 2009, Pfund 2010). Lorsque les populations locales sont impliquées de la sorte, une gouvernance novatrice peut tirer le meilleur parti des opportunités fournies par la participation de nombreux acteurs à la conception et la mise en œuvre des politiques (Seppala et al. 2009).

La troisième tendance concerne la création des conditions de gouvernance propices à une mise en œuvre efficace des mécanismes basés sur les marchés pour en bénéficier, en complément du rôle de l'Etat et sans toutefois le remplacer (Gunningham 2009, Bille 2010, TEEB 2010). Cette tendance se retrouve dans le 4^e principe de l'approche-cadre écosystémique de la Convention sur la diversité biologique, qui plaide en faveur d'une harmonisation des signaux, sanctions et récompenses économiques avec une bonne gestion des écosystèmes (CBD 2009). Un examen par Bond et al. (2009) des leçons tirées des systèmes de rémunération des services écosystémiques et de REDD a révélé que la réussite des instruments basés sur le marché est fortement tributaire du déploiement des conditions économiques, institutionnelles, informationnelles et culturelles préalables (notamment la

limpidité des droits fonciers), des systèmes en état de marche pour assurer le suivi de la conformité et pour distribuer les paiements ainsi que des niveaux suffisants de confiance et de coopération entre les parties prenantes.

Chacune de ces tendances est susceptible d'agir en faveur ou au détriment de la conservation de la biodiversité forestière. Les données issues d'une série d'études révèlent que le succès des régimes décentralisés de gestion forestière basés sur l'action collective est variable (Shackleton et al. 2010). De même, le rôle croissant de la propriété privée et de la gestion des forêts par le secteur privé peut avoir des résultats mixtes pour la conservation, puisque ces systèmes peuvent s'avérer très porteurs ou au contraire très contraignants (Lele et al. 2010, McDermott et al. 2010). Par ailleurs, la réalisation des objectifs des instruments basés sur le marché n'est pas sans poser de difficultés. A titre d'exemple, citons la certification forestière, laquelle a effectivement enregistré quelques succès en termes de conservation de la biodiversité (Zagt et al. 2010), mais le plus souvent loin des forêts tropicales (**Figure 6**). D'après Cashore et al. (2006), le faible taux d'adoption de la certification forestière dans les tropiques traduit la piètre gouvernance des forêts et une demande du marché limitée pour des produits issus de forêts certifiées. L'importance des nouvelles formes de gouvernance forestière pour la conservation de la biodiversité augmente à mesure que grandit l'expérience dans la mise en œuvre de ces nouvelles approches et que la société et les marchés réagissent aux préoccupations de l'opinion publique concernant la déforestation, la dégradation des forêts et la perte de biodiversité.

Perspectives d'avenir

La perte de la biodiversité forestière peut réduire la résilience des forêts et les rendre plus vulnérables aux pressions croissantes, y compris celles exercées par les changements climatiques. De plus en plus de données suggèrent que la perte de biodiversité augmente la vulnérabilité des écosystèmes forestiers aux pressions existantes, telles que les ravageurs, et entraîne des infestations qui provoquent une dégradation considérable, voire l'effondrement, de l'écosystème. Les forêts dégradées sont moins capables de maintenir et de procurer les biens et les services dont la société a besoin et qu'elle apprécie.

Les forêts primaires, qui offrent la biodiversité la plus riche, sont au cœur des plus gros efforts de conservation de la biodiversité (FAO 2010).

Forêts primaires et secondaires

Les **forêts primaires** sont des forêts naturelles qui ne sont pas perturbées (directement) par l'activité humaine (FAO 2005).

Les **forêts secondaires** sont des forêts qui se sont en grande partie régénérées de façon naturelle suite à une importante perturbation d'origine naturelle ou anthropique de la végétation forestière originelle (FAO 2005).

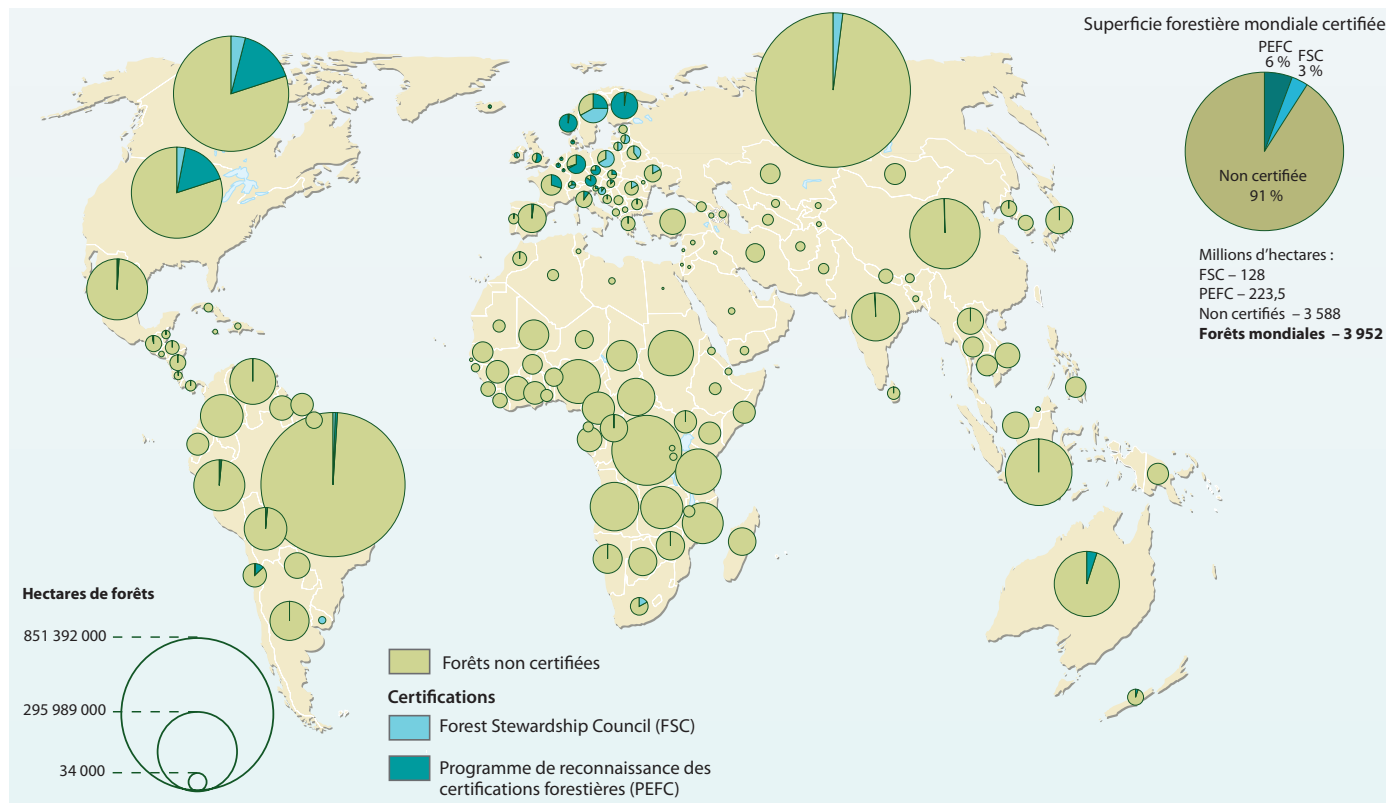


Figure 6 : Répartition mondiale de la certification des forêts en 2009. La plupart des forêts certifiées se trouvent en Amérique du Nord et en Europe. Jusqu'ici, la certification des forêts tropicales, riches en biodiversité, a été limitée. Source : Adapté de FAO (2009), FSC (2009), PEFC (2009) et UNEP/GRID-Arendal (2009)

Toutefois, d'autres forêts – y compris les forêts gérées et secondaires ainsi que les vestiges de forêts et les couloirs forestiers, sur des sites en cours de restauration ou de réhabilitation ou encore dans des écosystèmes agricoles ou des paysages périurbains – revêtent aussi une importance vitale pour la conservation de la biodiversité. La valeur de ces forêts et leur connectivité sont de plus en plus reconnues dans les approches de gestion paysagère en matière de conservation de la biodiversité.

Il faut des réponses novatrices et efficaces pour relever les défis que présente la conservation de la biodiversité forestière. Le fondement de ces réponses a été établi. Les approches de gestion forestière basées sur des écosystèmes sont essentielles pour la conservation de la biodiversité des forêts. Elles reconnaissent la diversité des valeurs et de l'intérêt porté aux forêts, la nécessité de faire participer les populations aux décisions concernant les forêts afin d'obtenir des résultats plus performants pour la conservation, et le besoin de soutenir ces résultats dans un contexte de paysage. De même, les stratégies de gestion adaptative se concentrent sur l'apprentissage par l'expérience de toutes les parties prenantes afin d'améliorer la gestion des forêts et la conservation de la biodiversité. Une gouvernance forestière améliorée est également vitale. Elle peut s'appuyer

sur toute une panoplie d'instruments novateurs basés sur le marché et sur des mécanismes plus communautaires. L'apparition de REDD+ illustre les opportunités, mais aussi les défis, que présente l'utilisation d'instruments basés sur le marché susceptibles d'apporter d'importants avantages en termes de conservation de la biodiversité. De nouvelles technologies de l'information qui améliorent le suivi et optimisent l'élaboration de politiques basées sur la science commencent aussi à jouer un rôle déterminant dans les efforts de conservation.

Tout comme l'Année internationale de la biodiversité en 2010, l'Année internationale des forêts en 2011 souligne l'importance de la biodiversité forestière. L'une et l'autre illustrent un paradoxe. Alors que les connaissances et l'entendement de la biodiversité, et de sa valeur, n'ont jamais été aussi grands, dans toute l'histoire de l'humanité, les pressions sur la biodiversité n'ont jamais été aussi fortes qu'aujourd'hui. La conservation de la biodiversité forestière est essentielle pour soutenir les forêts et les populations dans un monde qui lutte pour s'adapter aux changements climatiques.

Références

- Agrawal, A., Chhatre, A. and Hardin, R. (2008). Changing Governance of the World's Forests. *Science*, 320, 1460-1462
- Alfaro, R.I., Hantula, J., Carroll, A., Battisti, A., Fleming, R., Woods, A., Hennon, P.E., Lanfranco, D., Ramos, M., Müller, M., Lijja, A. and Francis, D. (2010). Forest Health in a Changing Environment. Chapter 7 in: Mery, G., Katila, P., Galloway, G., Alfaro, R., Kanninen, M., Lobovikov, M. and Varjo, J. (eds.), *Forests and Society – Responding to Global Drivers of Change*. International Union of Forest Research Organizations (IUFRO) World Series. METLA, Helsinki
- Alkemade, R., van Oorschot, M., Miles, L., Nellemann, C., Bakkenes, M. and ten Brink, B. (2009). GLOBIO3: A Framework to Investigate Options for Reducing Global Terrestrial Biodiversity Loss. *Ecosystems*, 12, 374-390
- Amazon Conservation Team (2010). Participatory Ethnographic Mapping: Mapping Indigenous Lands. Amazon Conservation Team, Arlington, Virginia. http://www.amazonteam.org/index.php/193/Participatory_Ethnographic_Mapping_Mapping_Indigenous_Lands
- Anand, M.O., Krishnaswamy, J., Kumar, A. and Bali, A. (2010). Biodiversity conservation in human-dominated landscapes in the Western Ghats: Remnant forests matter. *Biological Conservation*, 143, 2363-2374
- Andersson, K.P. and Ostrom, E. (2008). Analyzing decentralized resource regimes from a polycentric perspective. *Policy Sciences*, 41, 71-93
- Angelsen, A. (ed.) (2009). *Realising REDD+*. Centre for International Forestry Research, Bogor
- Asner, G.P., Knapp, D.E., Broadbent, E.N., Oliveira, P.J.C., Keller, M. and Silva, J.N. (2005). Selective Logging in the Brazilian Amazon. *Science*, 310, 480-482
- AWGLCA (2010). *Report of the Ad Hoc Working Group on Long-term Cooperative Action under the Convention on its eighth session from 7 to 15 December 2009*. FCCC/AWGLCA/2009/17. Copenhagen
- Bauhus, J., Puettmann, K. and Messier, C. (2009). Silviculture for old-growth attributes. *Forest Ecology and Management*, 258, 525-537
- Benayas, J.M.R., Newton, A.C., Diaz, A. and Bullock, J.M. (2009). Enhancement of biodiversity and ecosystem services by ecological restoration: A meta-analysis. *Science*, 325, 1121-1124
- Berkes, F. (2007). Community-based conservation in a globalized world. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104, 15188-15193
- Biggs, R., Carpenter, S.R.R. and Brock, W.A. (2009). Turning back from the brink: Detecting an impending regime shift in time to avert it. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106, 826-831
- Bille, R. (2010). Action without change? On the use and usefulness of pilot experiments in environmental management. *Veolia Environment*, 3, 1-6
- Bond, I., Grieg-Gran, M., Wertz-Kanounnikoff, S., Hazlewood, P., Wunder, S. and Angelsen, A. (2009). *Incentives to sustain forest ecosystem services: A review and lessons for REDD*. International Institute for Environment and Development (IIED), London
- Bond, W.J. and Parr, C.L. (2010). Beyond the forest edge: Ecology, diversity and conservation of the grassy biome. *Biological Conservation*, 143, 2395-2404
- Brocknerhoff, E., Jactel, H., Parrotta, J.A., Quine, C. and Sayer, J. (2008). Biodiversity and Planted Forests – Oxymoron or Opportunity? *Biodiversity and Conservation*, 17, 925-951
- Burris, S., Drahos, P. and Shearing, C. (2005). Nodal governance. *Australian Journal of Legal Philosophy*, 30, 30-58
- Busch, J., Godoy, F., Turner, W.R. and Harvey, C.A. (2010). Biodiversity co-benefits of reducing emissions from deforestation under alternative reference levels and levels of finance. *Conservation Letters*, No. doi: 10.1111/j.1755-263X.2010.00150.x
- Carroll, A.L., Taylor, S.W., Régnière, J. and Safranyik, L. (2004). Effects of climate and climate change on the mountain pine beetle. In: Shore, T.L., Brooks, J.E. and Stone, J.E. (eds.), *Challenges and Solutions: Proceedings of the Mountain Pine Beetle Symposium*. Canadian Forest Service, Pacific Forestry Centre, Kelowna, British Columbia
- Cashore, B. (2009). *Key Components of Good Forest Governance*. ASEAN Forests Clearing House Mechanism, ASEAN Secretariat, Jakarta
- Cashore, B., Gale, F., Meidinger, E. and Newsom, D. (2006). Conclusion. In: Cashore, B., Gale, F., Meidinger, E. and Newsom, D. (eds.), *Confronting Sustainability: Forest Certification in Developing and Transitioning Countries*. Yale School of Forestry and Environmental Studies, New Haven
- CBD (1992). Convention on Biological Diversity, Text and Annexes. The Interim Secretariat for the CBD, Geneva Executive Centre, Geneva
- CBD (2009). Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation. Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal
- CBD (2010). *Global Biodiversity Outlook 3*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal
- Christy, L., Di Leva, C., Lindsay, J. and Talla Takoukam P. (2007). *Forest Law and Sustainable Development: Addressing Contemporary Challenges Through Legal Reform*. World Bank Law, Justice, and Development Series. World Bank, Washington, D.C.
- Corbera, E., Estrada, M. and Brown, K. (2010). Reducing greenhouse gas emissions from deforestation and forest degradation in developing countries: Revisiting the assumptions. *Climatic Change*, 100, 355-388
- Crooks, K.R. and Sanjayan, M. (eds.) (2006). *Connectivity Conservation*. *Conservation Biology* 14. Cambridge
- Crowe, M. and ten Kate, K. (2010). *Biodiversity offsets: Policy options for government*. Forest Trends, Washington, D.C.
- DeFries, R.S., Rudel, T., Uriarte, M. and Hansen, M. (2010). Deforestation driven by urban population growth and agricultural trade in the twenty-first century. *Nature Geoscience*, 3, 178-181
- Dickson, B. and Osti, M. (2010). *What are the ecosystem-derived benefits of REDD+ and why do they matter?* Multiple Benefits Series 1. UN-REDD Programme, Nairobi
- FAO (2000). *Global Forest Resources Assessment 2000*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome
- FAO (2005). *Global Forest Resources Assessment Update. 2005 Terms and Definitions*. Forest Resources Assessment Working Paper 83. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome
- FAO (2007). *The State of the World's Forests 2007*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome
- FAO (2009a). *The State of the World's Forests 2009*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome
- FAO (2009b). Forests and the global economy: 10 million new jobs. Press release. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome
- FAO (2010). *Global Forest Resources Assessment 2010*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome
- Franklin, J. and Lindenmayer, D. (2009). Importance of matrix habitats in maintaining biological diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(2), 349-350
- FSC (2009). *Annual Report 2009*. Forest Stewardship Council, Bonn
- Gardner, T.A., Barlow, J., Chazdon, R.L., Ewers, R., Harvey, C.A., Peres, C.A. and Sodhi, N.S. (2009). Prospects for tropical forest biodiversity in a human-modified world. *Ecology Letters*, 12, 561-582
- Gardner, T.A., Barlow, J., Sodhi, N.S. and Peres, C.A. (2010). A multi-region assessment of tropical forest biodiversity in a human-modified world. *Biological Conservation*, 143(10), 2293-2300
- GFC (2008). *Life as commerce: The impact of market-based conservation on Indigenous Peoples, local communities and women*. Global Forest Coalition, Asunción, Paraguay. <http://vh-gfc.dpi.nl/rmg/userpics/File/publications/LIFE-AS-COMMERCE2008.pdf>
- Gilbert-Norton, L., Wilson, R., Stevens, J.R. and Beard, K.H. (2010). A meta-analytic review of corridor effectiveness. *Conservation Biology*, 24, 660-668
- Google (2010). The Earth Engine. Google.org. <http://googleblog.blogspot.com/2009/12/seeing-forest-through-cloud.html>
- Grantham, H.S., Bode, M., McDonald-Madden, E., Game, E.T., Knight, A.T. and Possingham, H.P. (2009). Effective conservation planning requires learning and adaptation. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 8, 431-437
- Groffman, P.M., Baron, J.S., Blett, T., Gold, A.J., Goodman, I., Gunderson, L.H., Levinson, B.M., Palmer, M.A., Paeri, H.W., Peterson, G.D., LeRoy Poff, N., Rejeski, D.W., Reynolds, J.F., Turner, M.G., Weathers, K.C. and Wiens, J. (2006). Ecological Thresholds: The Key to Successful Environmental Management or an Important Concept with No Practical Application? *Ecosystems*, 9, 1-13
- Gunningham, N. (2009). Environment law, regulation and governance: Shifting architectures. *Journal of Environmental Law*, 21, 179-212
- Haines-Young, R. and Potschin, M. (2009). The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. In: Raffaelli, D. and Frid, C. (eds.), *Ecosystem ecology: A new synthesis*. *BES Ecological Reviews Series*. Cambridge University Press, Cambridge
- IIPFCC (2009). Statement on Shared Vision under AWG LCA, Copenhagen, 7 December 2009. International Indigenous Peoples' Forum on Climate Change. <http://indigenoupeopleissues.com>
- Innes, J., Joyce, L., Kellomaki, M., Louman, B., Ogden, A., Parrotta, J. and Thompson, I. (2009). Management for adaptation. Chapter 6 in: Seppala, R., Buck, A. and Katila, P. (eds.), *Adaptation of forests and people to climate change*. IUFRO World Series 22. International Union of Forest Research Organizations, Vienna
- IUCN (2010). *Plants under pressure – a global assessment. The first report of the IUCN Sampled Red List Index for Plants*. Royal Botanic Gardens, Kew, UK, Natural History Museum, London, and International Union for Conservation of Nature
- Kanowski, P. and Murray, H. (2008). *Intensively Managed Planted Forests. Toward best practice*. The Forests Dialogue, TFD Secretariat, New Haven
- Karousakis, K. (2009). *Promoting Biodiversity Co-Benefits in REDD*. Organisation for Economic Co-operation and Development, Environment Working Papers. OECD, Paris
- Klenner, W., Arsenault, A., Brockerhoff, E.G. and Vyse, A. (2009). Biodiversity in forest ecosystems and landscapes: A conference to discuss future directions in biodiversity management for sustainable forestry. *Forest Ecology and Management*, 258, S1-S4
- Kurz, W.A., Dymond, C.C., Stinson, G., Rampley, G.J., Neilson, E.T., Carroll, A.L., Ebata, T. and Safranyik, L. (2008). Mountain pine beetle and forest carbon: Feedback to climate change. *Nature*, 452, 987-990
- Lamb, D., Erskine, P. and Parrotta, J.A. (2005). Restoration of degraded tropical forest landscapes. *Science*, 310, 1628-1632
- Leadley, P., Pereira, H.M., Alkemade, R., Fernandez-Manjarrés, J.F., Proença, V., Scharlemann, J.P.W. and Walpole, M.J. (2010). *Biodiversity Scenarios: Projections of 21st century change in biodiversity and associated ecosystem services*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal
- Lele, S., Wilshusen, P., Brockington, D., Seidler, R. and Bawa, K. (2010). Beyond exclusion: Alternative approaches to biodiversity conservation in the developing tropics. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2, 94-100
- Lindenmayer, D., Fischer, J., Felton, A., Crane, M., Michael, D., Macgregor, C., Montague-Drake, R., Manning, A. and Hobbs, R. (2008). Novel ecosystems resulting from landscape transformation create dilemmas for modern conservation practice. *Conservation Letters*, 1(3), 129-135
- Lindenmayer, D. and Hunter, M. (2010). Some Guiding Concepts for Conservation Biology. *Conservation Biology*, 24, 1459-1468
- MA (2005a). *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. Millennium Ecosystem Assessment. Island Press, Washington, D.C.
- MA (2005b). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Millennium Ecosystem Assessment. Island Press, Washington, D.C.

- Mallhi, Y., Aragao, L.E.O.C., Galbraith, D., Huntingford, C., Fisher, R., Zelazowski, P., Sitch, S., McSweeney, C. and Meir, P. (2009). Exploring the likelihood and mechanism of a climate-change induced dieback of the Amazon rainforest. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106, 20610-20615
- Maris, V., and Béchet, A. (2010). From adaptive management to adjustive management: A pragmatic account of biodiversity values. *Conservation Biology*, 24, 966-973
- Menéndez, R., González, A., Hill, J.K., Braschler, B., Willis, S.G., Collingham, Y., Fox, R., Roy, D.B. and Thomas, C.D. (2006). Species richness changes lag behind climate change. *Proceedings of the Royal Society B*, 273(1593), 1465-1470
- Midgley, G.F., Bond, J., Kapos, V., Ravilious, C., Scharlemann, J.P.W. and Woodward, F.I. (2010) Terrestrial carbon stocks and biodiversity: Key knowledge gaps and some policy implications. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2, 264-270
- Miles, L., Dunning, E., Doswald, N. and Osti, M. (2010). *A safer bet for REDD+:- Review of the evidence on the relationship between biodiversity and the resilience of forest carbon stocks*. Working Paper v.2. Multiple Benefits Series 10. Prepared on behalf of the UN-REDD Programme. UNEP World Conservation Monitoring Centre, Cambridge
- Mooney, H. (2000). Worth more dead than alive. *Nature*, 403, 593-594
- Nellemann, C. and Corcoran, E. (eds). (2010). *Dead Planet, Living Planet – Biodiversity and Ecosystem Restoration for Sustainable Development*. A Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme, UNEP/GRID-Arendal, Arendal
- Nellemann, C., MacDevette, M., Eickhout, B., Svihus, B., Prins, A.G. and Kaltenborn, B.P. (eds). (2009). *The Environmental Food Crisis*. A UNEP Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme, UNEP/GRID-Arendal, Arendal
- Neves Silva, L. (2009). *Ecosystem integrity and forest plantations*. NGPP Ecosystem Integrity Technical Paper, WWF International
- NGPP (2010). Case study 8/ Conserving the Atlantic Rainforest in Brazil. New Generation Plantations Project. <http://newgenerationplantations.com/showcase.html>
- Nitschke, C.R. and Innes, J.L. (2008). Integrating climate change into forest management in South-Central British Columbia: An assessment of landscape vulnerability and development of a climate-smart framework. *Forest Ecology and Management*, 256, 313-327
- PA (2009). *The Economic Cost of Climate Change in Africa*. Practical Action Consulting, Pan-African Climate Justice Alliance, Nairobi
- Pagiola, S., Platais, G. (2005). Introduction to Payments for Environmental Services. Presentation. World Bank, Washington, D.C.
- Paquette, A. and Messier, C. (2010) The role of plantations in managing the world's forests in the Anthropocene. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 8, 27-34
- PEFC (2009). PEFC Annual Review 2009. Programme for the Endorsement of Forest Certification, Geneva
- Pfund, J.L. (2010). Landscape-scale research for conservation and development in the tropics: Fighting persisting challenges. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2 (1-2), 117-126
- Phelps, J., Webb, E.L. and Agrawal, A. (2010). Does REDD+ Threaten to Recentralize Forest Governance? *Science*, 328, 312-313
- Prince's Rainforest Project (2009). An emergency package for tropical forests. Prince's Rainforest Project, London. <http://www.rainforestos.org/>
- Raffa, K.F., Aukema, B.H., Bentz, B.J., Carroll, A.L., Hicke, J.A., Turner, M.G. and Romme, W.H. (2008). Cross-scale drivers of natural disturbances prone to anthropogenic amplification: The dynamics of bark beetle eruptions. *Bioscience*, 58(6), 501-517
- Rayner, J., Buck, A. and Katila, P. (eds.) (2010). *Embracing complexity: Meeting the challenges of international forest governance*. IUFRO World Series, 28. International Union of Forest Research Organizations, Vienna
- REDD+ Partnership (2010). About the REDD+ Partnership. <http://reddpluspartnership.org>
- Ribeiro, M.C., Metzger, J.P., Martensen, A.C., Ponzoni, F.J. and Hirota, M.M. (2009). The Brazilian Atlantic forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, 142, 1141-1153
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F.S., Lambin, E., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H., Nykvist, B., De Wit, C.A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P. and Foley, J. (2009). Planetary boundaries: Exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society*, 14(2), 32
- Safarynik, L. and Carroll, A.L. (2006). The biology and epidemiology of the mountain pine beetle in lodgepole pine forests. In: Safarynik, L. and Wilson, B. (eds.), *The Mountain Pine Beetle: A Synthesis of its Biology, Management and Impacts on Lodgepole Pine*. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Pacific Forestry Centre, Victoria
- Sasaki, N. and Putz, F.E. (2009). Critical need for new definitions of "forest" and "forest degradation" in global climate change agreements. *Conservation Letters*, 2, 226-232
- Sayer, J. (2009). Reconciling Conservation and Development: Are Landscapes the Answer? *Biopatria*, 41(6), 649-652
- Schmitt, C.B., Burgess, N.D., Coad, L., Belokurov, A., Besançon, C., Boisrobert, L., Campbell, A., Fish, L., Giddon, D., Humphries, K., Kapos, V., Loucks, C., Lysenko, I., Miles, L., Mills, C., Minnemeyer, S., Pistorius, T., Ravilious, C., Steininger, M. and Winkler, G. (2009). Global analysis of the protection status of the world's forests. *Biological Conservation*, 142(10), 2122-2130
- Schulze, C.H., Walter, M., Kessler, P.J.A., Pitopang, R., Veddeler, D., Mühlberg, M., Gradstein, S.R., Leuschner, C., Steffan-Dewenter, I. and Ischamtkte, T. (2004). Biodiversity indicator groups of tropical land-use systems: Comparing plants, birds, and insects. *Ecological Applications*, 14, 1321-1333
- Seppala, R., Buck, A. and Katila, P. (2009). Executive summary and key message: *Adaptation of forests and people to climate change: A global assessment report*. IUFRO World Series 22. International Union of Forest Research Organizations, Vienna
- Shackleton, C.M., Willis, T.J., Brown, K. and Polunin, N.V.C. (2010). Reflecting on the next generation of models for community-based natural resources management. *Environmental Conservation*, 37, 1-4
- Sikor, T., Stahl, J., Enters, T., Ribot, J.C., Singh, N., Sunderlin, W.D. and Wollenberg, L. (2010). REDD-plus, forest people's rights and nested climate governance. *Global Environmental Change*, 20, 423-425
- Slingenberg, A., Braat, L., van der Windt, H., Rademaekers, K., Eichler, L. and Turner, K. (2009). *Study on understanding the causes of biodiversity loss and the policy assessment framework*. European Commission Directorate-General for Environment. ECORYS Nederland BV, Rotterdam
- Stern, N. (2007). *The Economics of Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge
- Strassburg, B.B.N., Kelly, A., Balmford, A., Davies, R.G., Gibbs, H.K., Lovett, A., Miles, L., Orme, C.D.L., Price, J., Turner, R.K. and Rodrigues, A.S.L. (2010). Global congruence of carbon storage and biodiversity in terrestrial ecosystems. *Conservation Letters*, 3(2), 98-105
- Sunderland, T., Ehringhaus, C. and Campbell, B. (2008). Conservation and development in tropical forest landscapes: A time to face the trade-offs? *Environmental Conservation*, 34(4), 276-279
- Tabarelli, M., Aguiar, A.V., Ribeiro, M.C., Metzger, J.P. and Peres, C.A. (2010). Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: Lessons from ageing human-modified landscapes. *Biological Conservation*, 143, 2328-2340
- Taylor, S.W. and Carroll, A.L. (2004). Disturbance, forest age dynamics and mountain pine beetle outbreaks in BC: A historical perspective. In: Shore, T.L., Brooks, J.E. and Stone, J.E. (eds.), *Challenges and Solutions: Proceedings of the Mountain Pine Beetle Symposium*. Canadian Forest Service, Pacific Forestry Centre, Kelowna
- Taylor, S.W., Carroll, A.L., Alfaro, R.I. and Safarynik, L. (2006). Forest, climate and mountain pine beetle dynamics. In: Safarynik, L. and Wilson, B. (eds.), *The Mountain Pine Beetle: A Synthesis of its Biology, Management and Impacts on Lodgepole Pine*. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Pacific Forestry Centre, Victoria
- TEEB (2009). Report for National and International Policy Makers. The Economics of Ecosystems and Biodiversity. <http://www.teebweb.org/ForPolicymakers/tabid/1019/Default.aspx>
- TEEB (2010). TEEB for Local and Regional Policy Makers. The Economics of Ecosystems and Biodiversity. <http://www.teebweb.org/ForLocalandRegionalPolicy/tabid/1020/Default.aspx>
- Thompson, I., Mackey, B., McNulty, S. and Mosseler, A. (2009). *Forest Resilience, Biodiversity, and Climate Change. A synthesis of the biodiversity/resilience/stability relationship in forest ecosystems*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal
- UNEP (2007). *Global Environment Outlook 4*. United Nations Environment Programme, Nairobi
- UNEP/GRID-Arendal (2009). Vital Forest Graphics. <http://maps.grida.no/go/collection/vital-forest-graphics>
- UNEP-WCMC (2010). Framing the flow: Innovative approaches to understand, protect and value ecosystem services across linked habitats. Silvestri, S. and Kershaw, F. (eds.). United Nations Environment Programme and World Conservation Monitoring Centre, Cambridge
- UNFCCC (2009). Report of the Conference of the Parties on its fifteenth session, held in Copenhagen from 7 to 19 December 2009. Addendum. Part two: Action taken by the Conference of the Parties at its fifteenth session. Decision 4/CP.15 Methodological guidance for activities relating to reducing emissions from deforestation and forest degradation and the role of conservation, sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks in developing countries. United Nations Framework Convention on Climate Change, Bonn. <http://unfccc.int/resource/docs/2009/cop15/eng/11a01.pdf>
- UNFCCC (2010). Outcome of the Ad Hoc Working Group on long-term Cooperative Action under the Convention. United Nations Framework Convention on Climate Change. http://unfccc.int/meetings/cop_16/items/5571.php
- Vergara, W. and Scholz, S.M. (2010). *Assessment of the risk of Amazon dieback*. World Bank Studies. World Bank, Washington, D.C.
- Vos, C., Berry, P., Opdam, P., Baveco, H., Nijhor, B., O'Hanley, J., Bell, C. and Kuipers, H. (2008). Adapting landscapes to climate change: Examples of climate-proof ecosystem networks and priority adaptation zones. *Journal of Applied Ecology*, 45, 1722-1731
- Walker, B. and Salt, D. (2006). Resilience thinking: Sustaining ecosystems and people in a changing world. Island Press, Washington, D.C.
- World Bank (2004). *Sustaining Forests: A Development Strategy*. World Bank, Washington, D.C.
- World Bank (2010). Remarks for Opening Plenary of the High Level Segment – COP10, Nagoya, Japan. <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/NEWS/0,,contentMDK:22745069~pagePK:34370~piPK:34424~theSitePK:4607,00.html>
- Wunder, S. and Wertz-Kanounnikoff, S. (2009). Payments for ecosystem services: A new way of conserving biodiversity in forests. *Journal of Sustainable Forestry*, 28, 576-596
- Zagt, R.J., Sheil, D. and Putz, F.E. (2010). Biodiversity conservation in certified forests: An overview. In: Sheil, D., Putz, F.E. and Zagt, R.J. (eds.), *Biodiversity conservation in certified forests*. ETRN News No. 51. Tropenbos, Wageningen



La capacité des installations éoliennes a augmenté de 35,8 gigawatts en 2010, soit une hausse de 22,5 % par rapport à 2009. La capacité supplémentaire ajoutée en 2010 représentait un investissement d'une valeur de 65 milliards de dollars. Le total de la capacité éolienne installée s'élevait à 194,4 gigawatts. *Source : GWEC (2011). Photo : Tom Corser*

Indicateurs environnementaux clés

Les indicateurs nous aident à évaluer les résultats globaux des interactions complexes entre les hommes et l'environnement. Les dernières données et tendances environnementales montrent que des progrès ont été accomplis dans le combat contre la destruction de la couche d'ozone stratosphérique, dans l'adoption des technologies des énergies renouvelables et dans le recours accru aux systèmes de certification écologique. Cependant, les émissions mondiales de gaz carbonique ne cessent d'augmenter. Les écosystèmes continuent de subir l'effet de l'exploitation des ressources naturelles, avec des impacts considérables en termes de perte de biodiversité.

Les indicateurs nous permettent de mieux nous rendre compte si les problèmes empirent ou se résorbent et si les mesures politiques ont les effets escomptés. Le taux de fonte des glaciers de montagne, par exemple, est révélateur du réchauffement de l'atmosphère, tandis que la baisse enregistrée par la production des substances appauvrissant la couche d'ozone indique que certains pays arrivent à les éliminer progressivement. Mais ce ne sont rien d'autre que des indicateurs : ils indiquent des tendances ou expriment l'état d'une seule composante écologique, comme le couvert forestier. Ils n'expliquent pas les causes sous-jacentes. D'ailleurs l'absence de changement significatif ne signifie pas qu'aucun effort n'a été accompli pour résoudre un problème. Les

indicateurs peuvent cependant suggérer des pistes pour de nouvelles recherches.

Les évaluations régulières fondées sur des indicateurs continuent à être essentielles pour donner une vue d'ensemble des progrès accomplis dans la quête de la durabilité écologique. Tous les cinq ans, le programme Global Environment Outlook du PNUE (GEO, Perspectives mondiales en matière d'environnement) examine de plus près l'état et les tendances de l'environnement.

Vous trouverez dans cette section un aperçu général des principales tendances mondiales et régionales, illustré de 20 graphiques spécialement conçus. Selon le tableau général qui s'en dégage, il y a des signes positifs dans certains domaines, tels que la couche d'ozone stratosphérique, l'énergie renouvelable et la certification des forêts. De nombreuses menaces pèsent cependant toujours sur l'environnement. La régression rapide de la biodiversité, tant terrestre que marine, est particulièrement inquiétante, comme le montrent plusieurs publications récentes (Butchard et al. 2010, SCBD 2010).

Comme dans le cas des Objectifs du Millénaire pour le développement (OMD), ce type d'instantané permet d'attirer l'attention sur les questions les plus urgentes et de suivre l'évolution des principales tendances dans des domaines comme les changements climatiques, la qualité de l'eau douce, l'exploitation des ressources naturelles, la perte de biodiversité et la gouvernance environnementale. Notons que le manque de données environnementales, en particulier pour les pays en développement, constitue l'un des principaux obstacles lorsqu'il s'agit de détecter les tendances environnementales mondiales.

Les **indicateurs** sont des mesures, généralement quantitatives, qui servent à illustrer et à communiquer en termes simples des phénomènes complexes, y compris les tendances et les progrès sur la durée (EEA 2005).

Un **indice** est un composé de plusieurs indicateurs.

Par **source des données**, on entend l'organisation qui a préparé et fourni les données.

Il s'agit d'un indicateur qui fait partie de la série d'indicateurs permettant d'assurer le suivi des progrès accomplis dans la réalisation des Objectifs du Millénaire pour le développement (OMD).

OMD

OMD

Destruction de la couche d'ozone

Depuis la signature du Protocole de Montréal à la fin des années 1980, l'humanité a réussi à éliminer progressivement les substances d'origine anthropique appauvrissant la couche d'ozone (**Figure 1**). Bien que l'on pense souvent que le problème de l'appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique est plus ou moins sous contrôle, la production et la consommation de certaines

substances appauvrissant la couche d'ozone se poursuit par l'intermédiaire de substances de substitution, comme les hydrochlorofluorocarbures (HCFC), et à cause d'autorisations et de dérogations, comme dans le cas du bromure de méthyle en agriculture, sans parler du problème de l'utilisation illégale de certaines substances et des stocks existants.

Consommation de substances qui appauvrissent la couche d'ozone

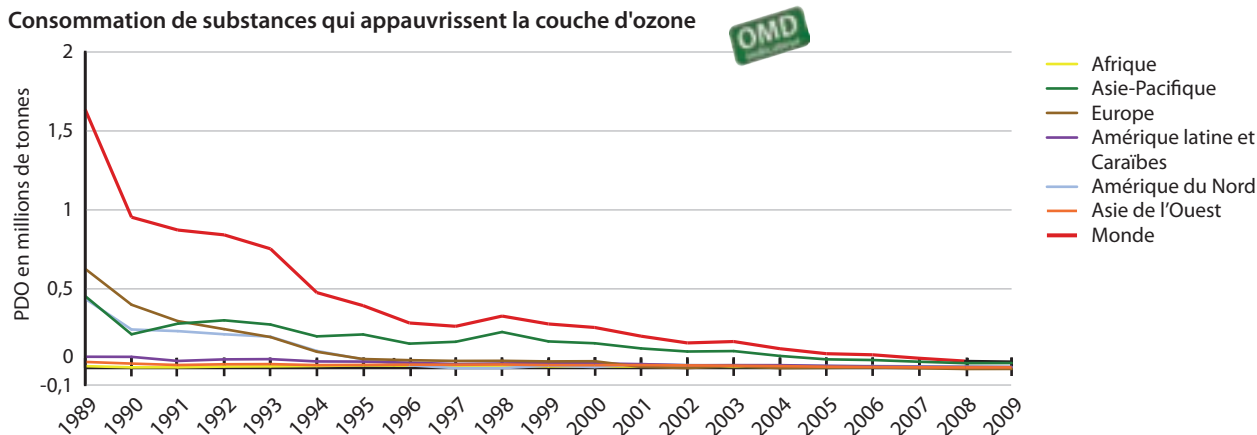
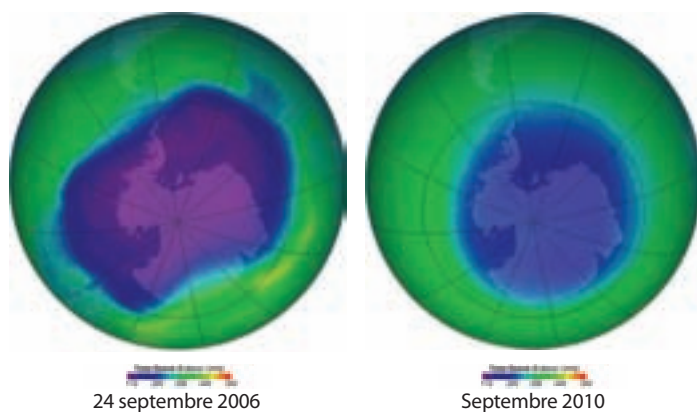


Figure 1 : Consommation de substances appauvrissant la couche d'ozone, exprimée en millions de tonnes de potentiel de destruction de l'ozone (PDO), 1989-2009. Le PDO est un chiffre qui exprime l'appauvrissement de la couche d'ozone due à des substances chimiques. La consommation de substances appauvrissant la couche d'ozone a considérablement baissé ces 20 dernières années. *Source des données : Portail de données GEO, compilation basée sur les données du Secrétariat de la Convention de Vienne et du Protocole de Montréal du PNUE (UNEP 2010)*



Le trou dans la couche d'ozone au-dessus de l'Antarctique a atteint en septembre 2006 des dimensions jamais atteintes depuis qu'on le mesure. On estime que d'ici à 2015, la largeur du trou d'ozone aura diminué d'un million de kilomètres carrés sur 25 millions. Le trou ne sera entièrement comblé qu'en 2050 au plus tôt. *Source : NOAA (2010)*

Changements climatiques

Le gaz carbonique (CO₂) est un des principaux gaz à effet de serre anthropiques responsables des changements climatiques. Les émissions de CO₂ continuent d'augmenter à l'échelle internationale, même si l'on constate des différences régionales (**Figure 2**). Le volume des émissions par habitant varie énormément d'une région à l'autre (**Figure 3**). Alors que les négociations climatiques se sont intéressées principalement aux émissions de CO₂, le rôle de certains polluants

atmosphériques communs en tant qu'agents de forçage du climat est en train de se faire jour. Le carbone suie contribue largement aux changements climatiques. Ce polluant, mesuré en termes de niveaux de particules (**Figure 4**), constitue également un risque grave pour la santé. Les particules fines en suspension de 10 micromètres ou moins de diamètre (PM₁₀) sont capables de pénétrer profondément dans les voies respiratoires.

Emissions de dioxyde de carbone

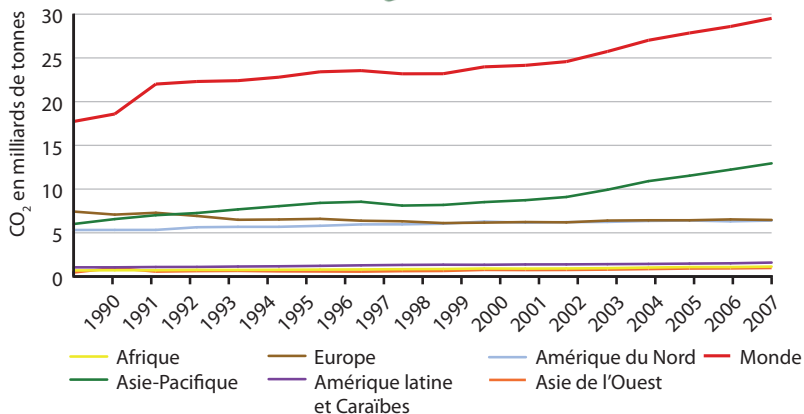


Figure 2 : Emissions de gaz carbonique provenant de la consommation de combustibles solides, exprimées en milliards de tonnes de CO₂, 1989-2007. Bien que les émissions provenant de la consommation de combustibles fossiles soient en train de se stabiliser en Europe et en Amérique du Nord, elles augmentent en Asie-Pacifique. Sources des données : Portail de données GEO, compilation basée sur les données du Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC), Boden et al. (2010)

Emissions de dioxyde de carbone par habitant

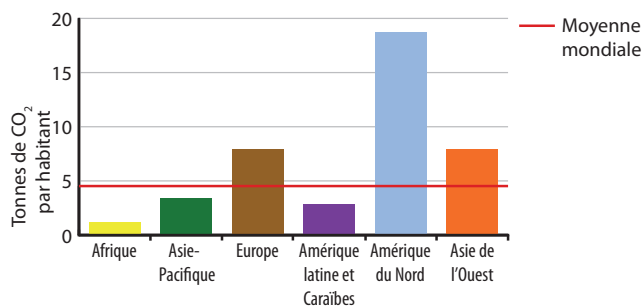


Figure 3 : Les dernières données disponibles sur les émissions de CO₂ par habitant, de 2007, révèlent des différences considérables entre régions. Les émissions par habitant sont les plus faibles en Afrique. En Amérique du Nord, Europe et Asie de l'Ouest, elles se situent bien au-dessus de la moyenne mondiale pour 2007 de 4,4 tonnes. Source des données : Portail de données GEO, compilation basée sur les données du Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC), Boden et al. (2010)

Concentration de particules (PM₁₀)

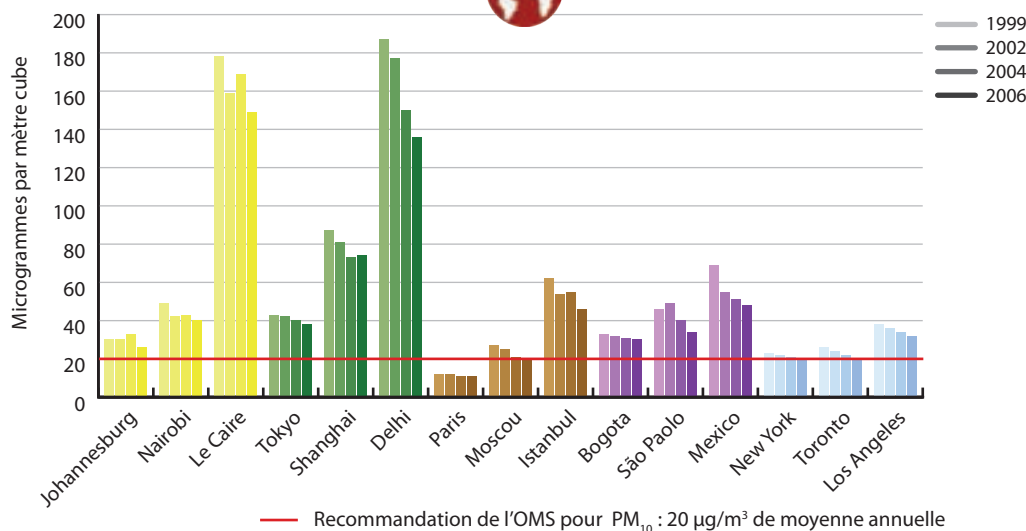
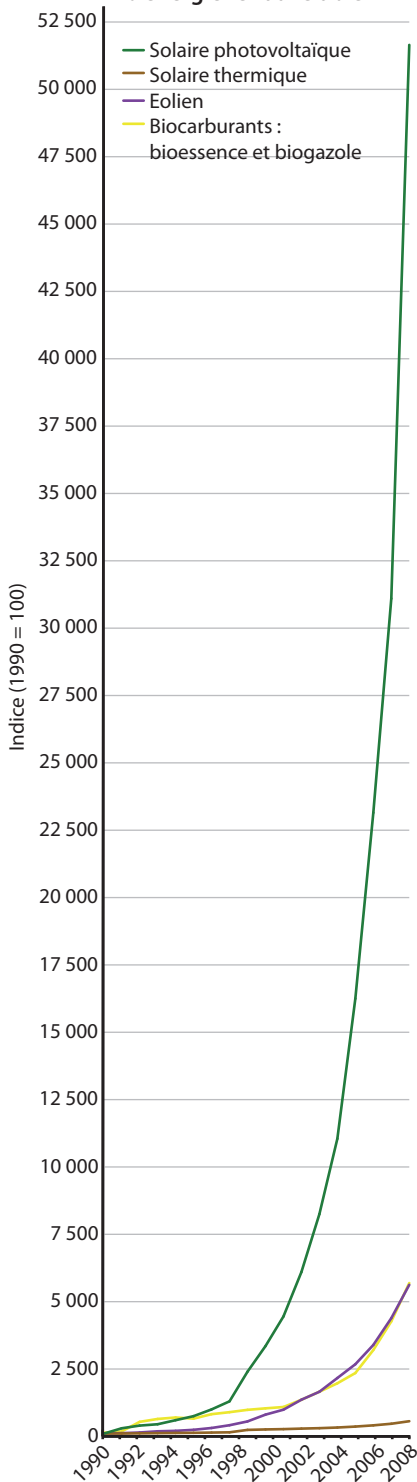


Figure 4 : Concentrations estimées des particules de 10 micromètres ou moins (PM₁₀) par mètre cube dans quelques villes. Ces estimations représentent l'exposition annuelle moyenne des citoyens aux particules en plein air, en dehors de zones de concentration comme les zones industrielles et les corridors de transports. Dans de nombreuses parties du monde, la concentration en particules de l'air des grandes villes dépasse les recommandations de l'OMS, soit 20 µg/m³. Sources des données : Portail de données GEO, compilation basée sur les données de la Banque mondiale (World Bank 2006, 2008 et 2010), Pandey et al. (2006)

Indice des sources d'énergie renouvelable



Les émissions de CO₂ et de carbone suie proviennent pour la plupart des combustibles fossiles. Il est donc essentiel de trouver des énergies renouvelables pour assurer la transition vers une économie plus verte (**Figure 5**). Un des indicateurs clés pour mesurer les effets des émissions passées et les processus atmosphériques en cours, dus à des facteurs passés ou présents, est l'évolution de l'épaisseur de la glace, ou bilan massique, des glaciers (**Figure 6**).



Groupe photovoltaïque au National Solar Energy Center, Jacob Blaustein Institute for Desert Research, dans le désert du Néguev en Israël. Photo : David Shankbone

Figure 5 : Indice des sources d'énergie renouvelable (1990 = 100), 1990-2008. Bien que le recours aux énergies renouvelables reste modeste par rapport aux combustibles fossiles, à 13 % en 2008, il a enregistré récemment des hausses significatives. Le recours à l'énergie solaire, notamment photovoltaïque, a connu ces dernières années une croissance exponentielle. Dans le monde entier, le recours à d'autres formes d'énergie renouvelable continue également d'augmenter, à l'exception de l'énergie générée par les marées, les vagues et l'océan. *Source des données : Portail de données GEO, compilation basée sur les données de l'Agence internationale de l'énergie (IEA 2010)*

Bilan massique des glaciers de montagne

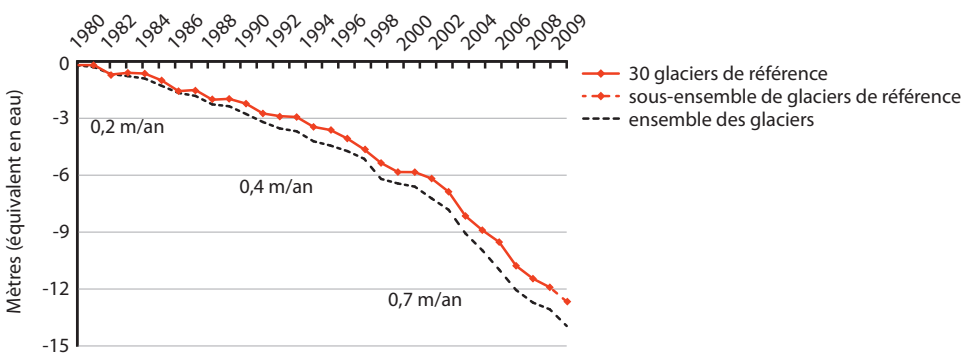


Figure 6 : Baisse cumulative de l'épaisseur de la glace des glaciers de montagne en mètres d'équivalent en eau, 1980-2009. Au cours des trois dernières décennies, la moyenne mondiale des mesures disponibles révèle une forte perte de glace, qui s'est accentuée pour atteindre 0,7 mètre d'équivalent en eau au cours de la dernière décennie. *Source des données : World Glacier Monitoring Service (WGMS 2010)*

Utilisation des ressources naturelles

Les ressources naturelles constituent une part importante de l'économie des pays du monde et représentent pour des milliards de personnes leur moyen de subsistance. Il est essentiel de les exploiter d'une manière durable pour que restent disponibles à long terme des ressources vitales

comme les forêts et les poissons. Les scientifiques n'ont d'ailleurs cessé d'exprimer leur inquiétude devant la baisse des réserves de poissons (**Figure 7**), en particulier pour les espèces commerciales très exploitées comme le thon (**Figure 8**).



Captures annuelles de poissons de mer

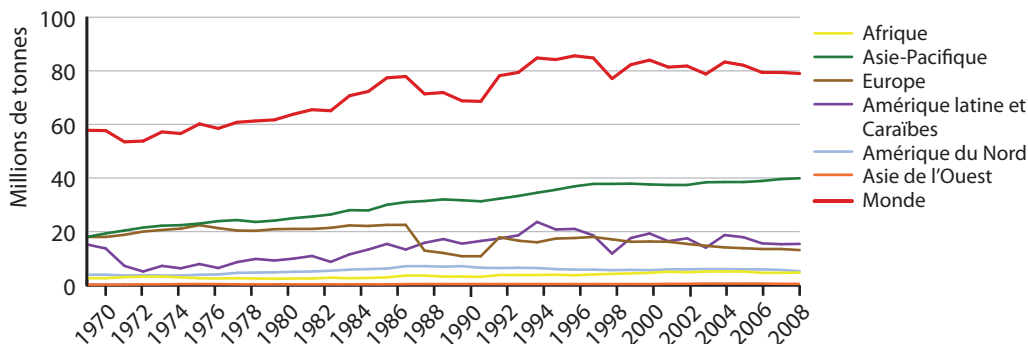


Figure 7 : Captures annuelles de poissons de mer en millions de tonnes, 1969-2008. L'épuisement des stocks de poissons de mer est l'un des problèmes environnementaux les plus urgents. L'exploitation des espèces commerciales de poissons dans le monde, avec des captures annuelles totales de poissons de mer se montant à environ 80 millions de tonnes, continue à avoir un impact considérable sur les écosystèmes marins. Source des données : Portail de données GEO, compilation basée sur les données de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO 2010a)



Plus des deux tiers des thons sont pêchés dans l'océan Pacifique. La part de l'océan Indien est supérieure à celle de l'Atlantique et de la Méditerranée combinées (20,4 et 9,5 %, respectivement, en 2008). Photo : National Atmospheric and Oceanographic Administration (NOAA)

Captures mondiales de thon

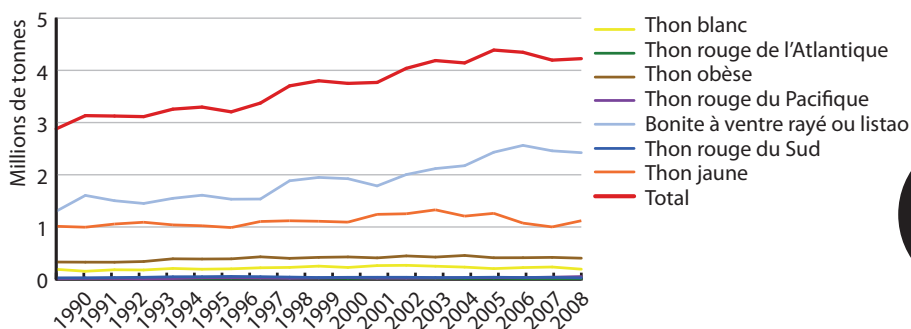


Figure 8 : Captures mondiales de thon et thonidés, 1989-2008. Les poissons économiquement importants comme le thon font l'objet d'un commerce international. La production mondiale a passé de moins de 0,6 millions de tonnes en 1950 à plus de 4 millions de tonnes aujourd'hui. Certaines espèces de thon sont surexploitées. Cette situation pourrait finir par entraîner une baisse des captures, mais les pays concernés n'ont pas réussi à se mettre d'accord pour limiter le commerce de certaines espèces. Source des données : Portail de données GEO, compilation basée sur les données de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO 2010a)

Les changements du couvert forestier (**Figure 9**) et le taux de récolte du bois dur (**Figure 10**) sont des indicateurs importants de l'état des écosystèmes terrestres. Si l'étendue du couvert forestier ne fournit à elle seule que des informations limitées sur la biodiversité des forêts, des initiatives de boisement ont commencé à s'avérer fructueuses dans

le monde entier et contribuent à la hausse du stock de carbone. Les systèmes volontaires de certification des forêts, comme celui qu'a créé le Forest Stewardship Council, prennent en compte d'autres services écosystémiques (**Figure 11**). Il n'est cependant pas facile de mesurer l'impact de tels systèmes.

Proportion de terres recouvertes de forêts

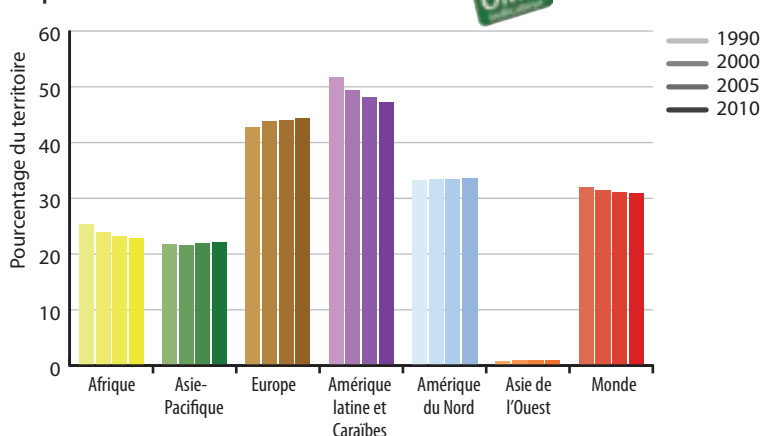


Figure 9 : Proportion de terres recouvertes de forêts. Bien que l'étendue des forêts soit en baisse à l'échelle mondiale, elle augmente graduellement en Asie-Pacifique, en Europe et en Amérique du Nord. *Source des données : Portail de données GEO, compilation basée sur les données de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO 2010b et c)*

Taux d'exploitation forestière exprimé en tant que rapport entre production de bois dur et stock sur pied dans les forêts

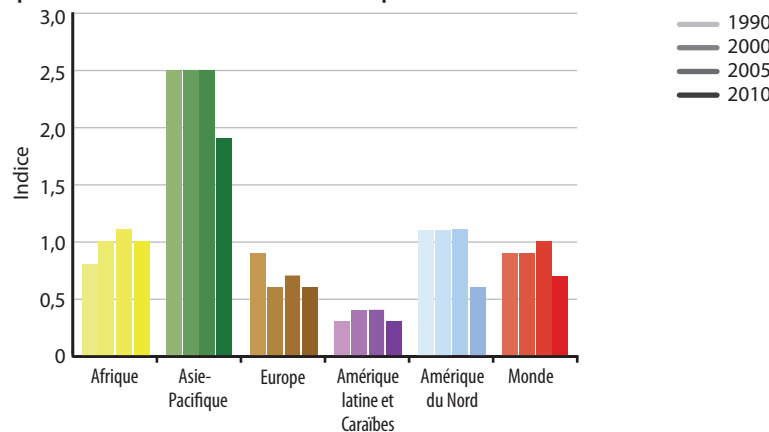
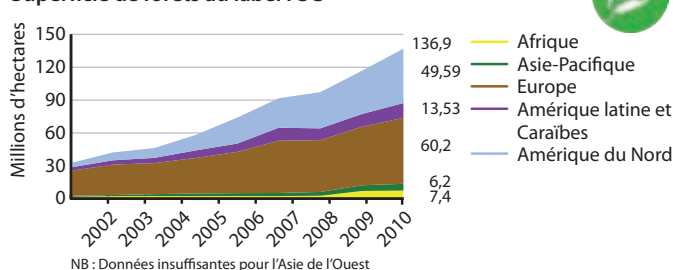


Figure 10 : Taux d'exploitation forestière exprimé en tant que rapport entre production de bois dur et stock sur pied dans les forêts. Après une augmentation soutenue sur plusieurs décennies, la récolte du bois dur dans les forêts semble s'être stabilisée ces dernières années. Dans la région Asie-Pacifique, la production de bois dur est très élevée et dépasse l'accroissement forestier. *Source des données : Portail de données GEO, compilation basée sur les données de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture : FAO (2005) pour 1990, 2000 et 2005 ; FAO (2010b) pour 2010*

NB : Données insuffisantes pour l'Asie de l'Ouest

Figure 11 : Surface totale de forêts bénéficiant du label FSC (Forest Stewardship Council), 2001-2010. Dans les pays en développement, cette surface reste modeste, mais elle augmente rapidement dans les régions septentrionales. A l'échelle internationale, les forêts bénéficiant du label FSC représentent 3,4 % du total du couvert forestier. Le label FSC accordé à un site forestier signifie qu'une évaluation indépendante par un organisme de certification agréé par le FSC a montré que ce site était géré en conformité avec les principes et critères de gestion forestière internationalement reconnus du FSC. *Source des données : Portail de données GEO, compilation basée sur les données du Forest Stewardship Council (FSC 2010)*

Superficie de forêts au label FSC



NB : Données insuffisantes pour l'Asie de l'Ouest



Perte de biodiversité

En 2002, la communauté internationale s'est donné pour objectif pour 2010 de faire baisser d'une manière significative la perte de biodiversité. Bien que cet objectif n'ait pas été atteint, il a permis de mettre en lumière l'insuffisance des données et l'importance du suivi de la biodiversité pour mesurer les résultats obtenus. Les citoyens et les ONG jouent un rôle important dans ce suivi et sont en train de constituer des partenariats pour

des initiatives conjointes, notamment scientifiques; l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) a pris l'initiative dans le domaine des projets en faveur des espèces menacées d'extinction (**Figure 12**). Le World Conservation Monitoring Centre du PNUE, en collaboration avec l'UICN, surveille l'établissement de zones protégées, une mesure importante dans la lutte pour conserver la biodiversité (**Figure 13**).

Indice des espèces menacées

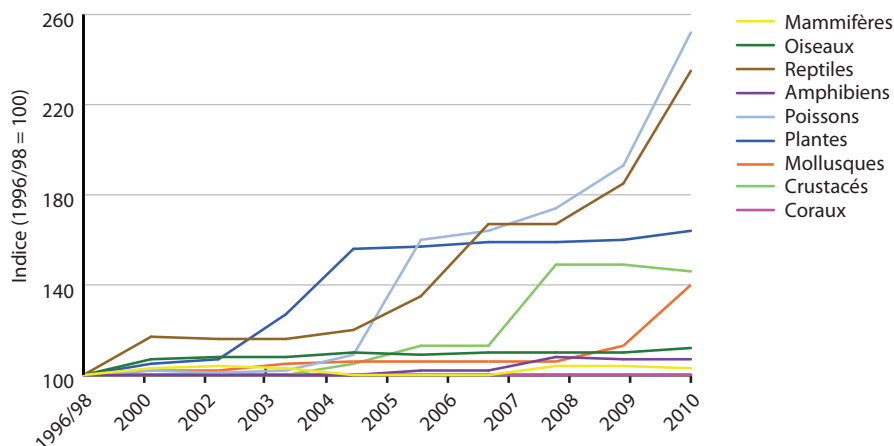


Figure 12 : L'indice des espèces menacées (1996/98 = 100) affiche une hausse suivie pour tous les principaux groupes d'organismes étudiés entre 1996 et 2010. La perte de biodiversité continue d'être un grave sujet de préoccupation : les espèces menacées sont plus en péril que jamais. *Source des données : Portail de données GEO, compilation basée sur les données de l'Union internationale pour la conservation de la nature (IUCN 2010)*

Rapport entre surface protégée pour maintenir la diversité biologique et surface totale

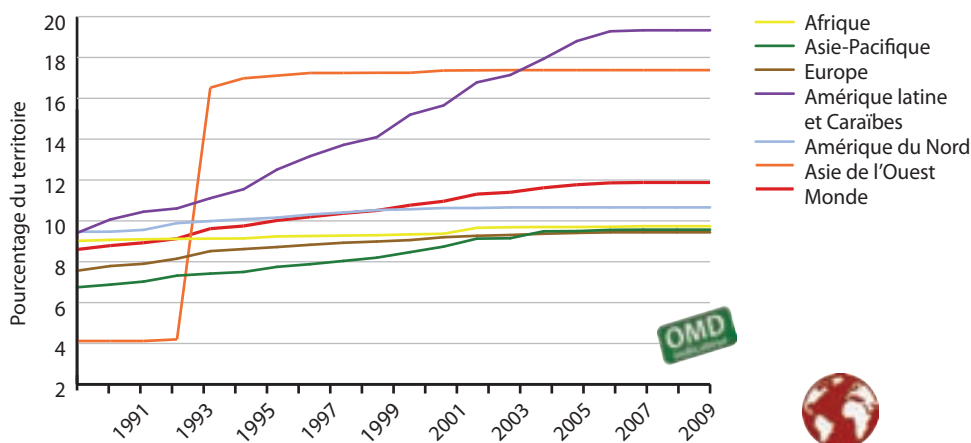


Figure 13 : Rapport entre surface protégée pour maintenir la diversité biologique et surface totale, exprimé en pourcentage de l'ensemble du territoire, 1989-2009. Les surfaces terrestres et marines sont combinées. L'étendue des zones protégées a augmenté au cours de la dernière décennie, notamment en Amérique latine et Caraïbes, où elle a doublé pour représenter près d'un cinquième du territoire. A l'échelle internationale, environ 12 % du territoire est actuellement protégé. En 2010, la Conférence des Parties à la Convention sur la diversité biologique s'est donné pour objectif de protéger, d'ici à 2020, 17 % des régions terrestres et des eaux intérieures et 10 % des régions côtières et marines. *Source des données : Portail de données GEO, compilation basée sur les données du World Conservation Monitoring Centre du PNUE (UNEP-WCMC 2010).*

Déchets

Plusieurs indicateurs ont été créés pour les déchets, mais le manque de données constitue ici un sérieux problème. Nous n'avons que peu de données sur l'enlèvement municipal des ordures, en particulier pour les pays

en développement (**Figure 14**). Les mouvements transfrontaliers des déchets dangereux font l'objet de contrôles, mais on ne dispose pas de données suffisantes pour voir se dessiner des tendances internationales ou régionales.

Enlèvement municipal des ordures

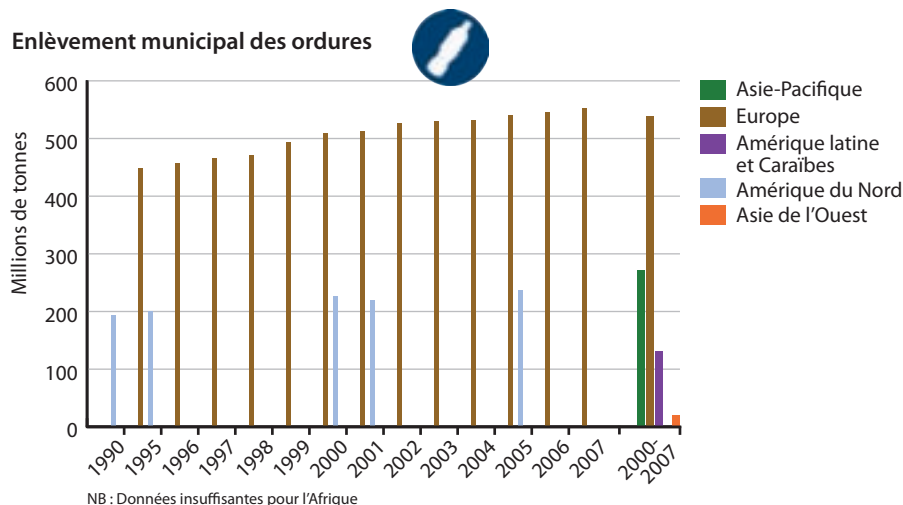


Figure 14 : Enlèvement municipal des ordures, en millions de tonnes, 1990-2007. La proportion d'habitants dont les déchets sont collectés par des services privés ou par les municipalités varie selon les régions. Les données disponibles au niveau régional suggèrent que le taux d'enlèvement municipal des ordures est le plus élevé en Europe et qu'il continue d'y augmenter, mais ces données sont rares et lacunaires. On ne peut fonder sur les seules données régionales des conclusions fiables. Source des données : Portail de données GEO, compilation basée sur les données de l'UNSD/UNEP (2006), de l'OECD/Eurostat (2008) et de l'UNSD (2010)

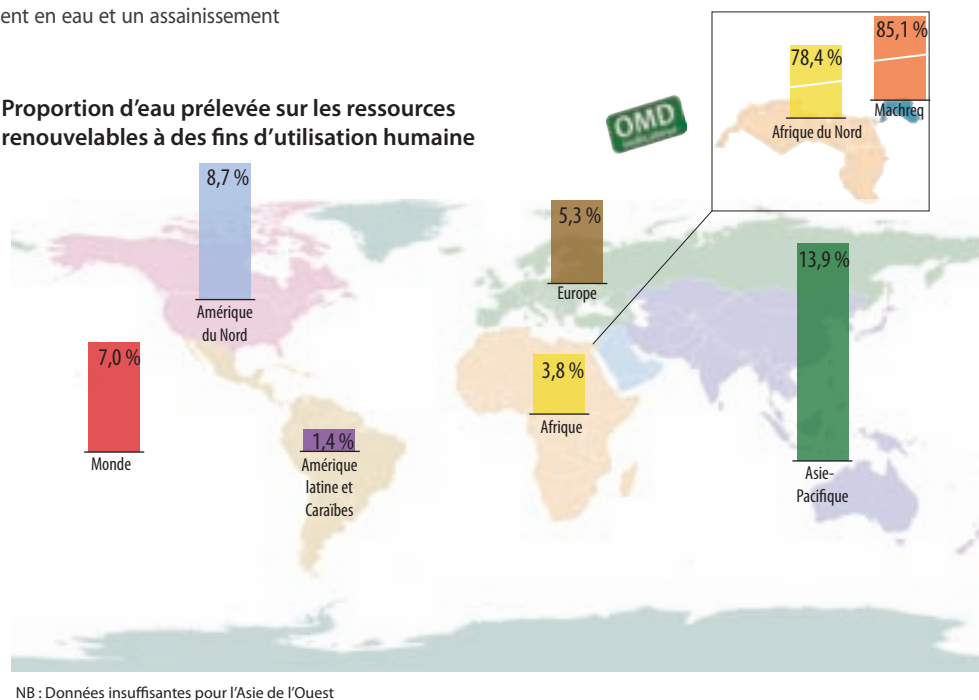
Eau

On dispose de données relativement bonnes sur la proportion d'eau douce consommée par l'agriculture, l'industrie et les ménages (**Figure 15**), mais le suivi de la qualité de l'eau au niveau régional et international est limité (**Figures 16 et 17**). L'indicateur d'accès à un approvisionnement en eau et un assainissement

améliorés est probablement celui qui a fait l'objet de la meilleure communication d'informations de la part des différents pays (**Figure 18**). Il s'agit d'un indicateur particulièrement important pour la santé et l'environnement.

Proportion d'eau prélevée sur les ressources renouvelables à des fins d'utilisation humaine

Figure 15 : Consommation humaine d'eau souterraine et de surface à des fins domestiques, agricoles et industrielles, exprimée en pourcentage du volume total annuel d'eau douce provenant du cycle hydrologique. Les chiffres proviennent de différents pays et concernent la période 1998-2002. Ils montrent que la proportion d'eau disponible consommée par les populations est la plus élevée en Asie-Pacifique, quoique les pourcentages soient extrêmement élevés (jusqu'à 85 %) en Afrique du Nord et dans la sous-région du Machreq, en Asie de l'Ouest. L'irrigation représente la part la plus importante, soit environ 70 % en moyenne de la consommation humaine totale. Source des données : Portail de données GEO, compilation basée sur les données de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO 2010d)



Niveaux d'oxygène dissous dans les eaux de surface

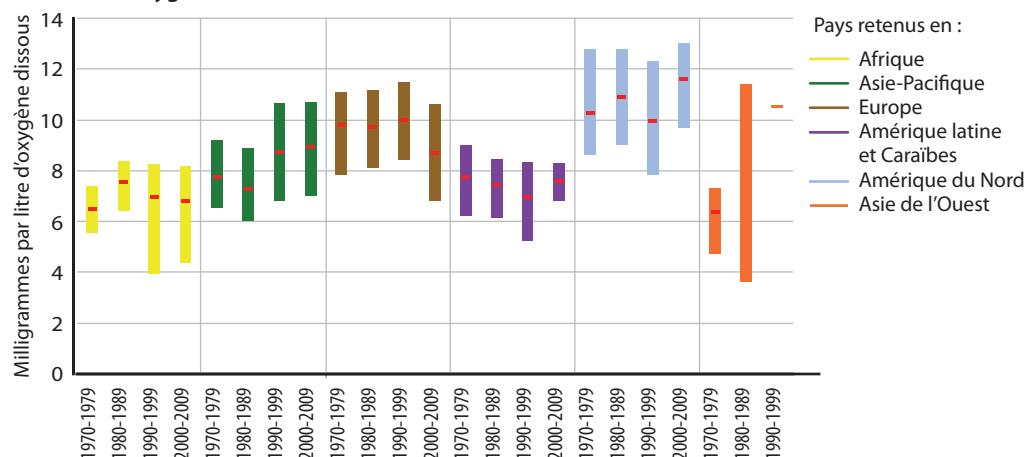


Figure 16 : Niveaux d'oxygène dissous dans les eaux de surface, exprimés en milligrammes par litre (mg/l), dans quelques pays regroupés par régions. Ces données suggèrent que les concentrations en oxygène dissous sont généralement dans la fourchette des niveaux largement considérés comme acceptables de 6 mg/l dans l'eau chaude à 9,5 mg/l dans l'eau froide, tels qu'ils sont fixés par exemple en Australie (ANZECC 1992), au Brésil (Brazil 1986) et au Canada (CCME 1999 et 2003). Ces données sont fournies volontairement par toutes sortes de sources et sont caractérisées par d'importantes variations statistiques. Elles ne sont pas représentatives de toutes les eaux de ces régions, ou de chaque décennie. Source des données : PNUE (UNEP-GEMS/Water 2010)



Figure 17 : Pays où se trouvaient des points de mesure de l'oxygène dissous pour l'indicateur de qualité de l'eau en 2000-2009. La carte montre que le nombre de ces points par région est faible.

Proportion de la population ayant un accès durable à une source d'eau améliorée et accès à des installations sanitaires améliorées

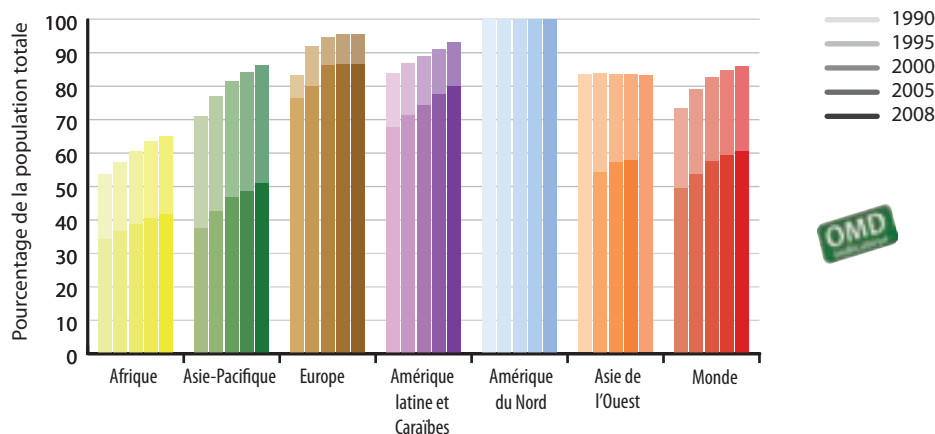


Figure 18 : Couverture en eau potable améliorée (au second plan) et couverture sanitaire améliorée (au premier plan) en pourcentage de la population totale. Alors que l'accès à l'eau potable continue de s'améliorer, il reste des problèmes à résoudre, en particulier dans les régions rurales. L'accès général à des services d'assainissement de base continue aussi de s'améliorer partout dans le monde, quoique seule une moitié de la population des pays en développement dispose d'installations sanitaires améliorées. Source des données : Portail de données GEO, compilation basée sur les données de l'OMS/UNICEF (WHO/UNICEF 2010)

Gouvernance environnementale

Une gouvernance environnementale efficace doit savoir réagir rapidement aux défis environnementaux qui se font jour et s'occuper des priorités environnementales convenues. Le nombre de signataires des conventions environnementales est un indicateur des progrès de la gouvernance environnementale internationale (Figure 19) (Tableau 1). Mais cet indicateur montre aussi la fragmentation du paysage de la

gouvernance environnementale. En regardant le cas particulier de la gestion environnementale des entreprises et des organisations, on voit que le nombre des certifications ISO 14001 volontaires est en hausse (Figure 20). L'objectif général de cette norme internationale est que les entreprises et les organisations réduisent autant que possible les effets nuisibles pour l'environnement de leurs activités et améliorent leurs performances environnementales.

Nombre de parties à des accords environnementaux multilatéraux

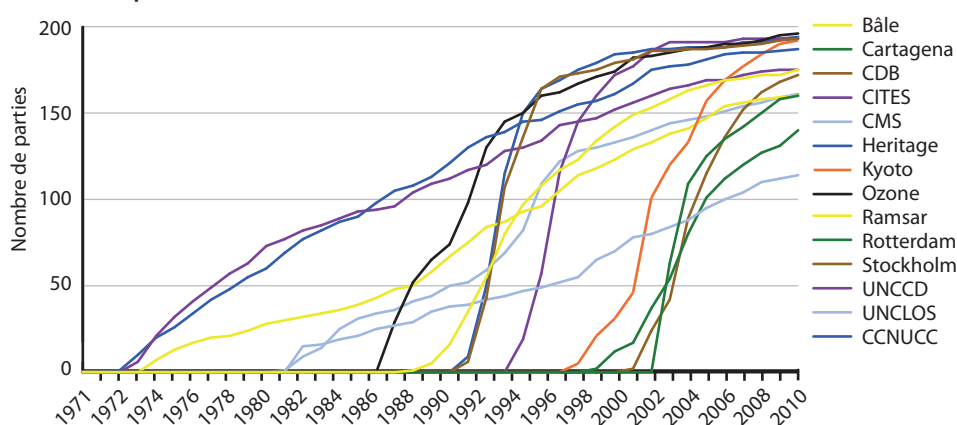


Figure 19 : Nombre de parties aux accords environnementaux multilatéraux (AEM), 1971-2010. Ces accords représentent une partie importante du système international de gouvernance environnementale. Le nombre des parties aux AEM est le nombre de pays et/ou organisations d'intégration économique qui ont déposé des instruments de ratification, d'adhésion, d'acceptation ou d'approbation pour les 14 principaux AEM mentionnés ici. Le nombre de ces parties continue d'augmenter et de nombreux accords ont été signés par presque tous les pays. Globalement, le nombre des parties à ces 14 AEM atteint maintenant 88 % du maximum. Source des données : Portail de données GEO, compilation basée sur les données de plusieurs secrétariats d'AEM (pour un complément d'information, voir le tableau ci-dessous)

Tableau 1 : Nombre de parties aux accords environnementaux multilatéraux

Région (nombre total de pays)	Bâle	Cartagena	CDB	CITES	CMS	Heritage	Kyoto	Ozone	Ramsar	Rotterdam	Stockholm	UNCCD	UNCLOS	CCNUCC	Somme	Potentiel	Pourcentage
Afrique (53)	49	48	53	52	41	52	53	53	47	40	51	53	45	53	690	742	93,0
Asie-Pacifique (45)	36	35	46	33	15	41	45	46	30	25	38	46	34	46	516	630	81,9
Europe (50)	49	43	49	48	42	49	49	51	47	39	43	49	44	49	651	686	94,9
Amérique latine et Caraïbes (34)	30	28	33	32	12	32	33	33	27	26	30	33	28	33	410	476	86,1
Amérique du Nord (2)	1		1	2		2	1	2	2	1	1	2	1	2	18	24	75,0
Asie de l'Ouest (12)	10	6	11	8	4	11	11	11	7	9	9	10	9	11	127	168	75,6
Monde (196)	175	160	193	175	114	187	192	196	160	140	172	193	161	194	2 412	2 730	88,4

Source des données : Portail de données GEO, compilation basée sur la Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination (Bâle), le Protocole de Cartagena sur la prévention des risques biotechnologiques relatif à la Convention sur la diversité biologique (Cartagena), la Convention sur la diversité biologique (CDB), la Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS), la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES), la Convention concernant la protection du patrimoine mondial, culturel et naturel (World Heritage), le Protocole de Kyoto à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (Kyoto), la Convention de Vienne pour la protection de la couche d'ozone et son Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone (Ozone), la Convention relative aux zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau (Ramsar), la Convention de Rotterdam sur la procédure de consentement préalable en connaissance de cause applicable à certains produits chimiques et pesticides dangereux qui font l'objet d'un commerce international (Rotterdam), la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (Stockholm), la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (UNCCD), la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (UNCLOS) et la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC)

Nombre de certifications à la norme ISO 14001

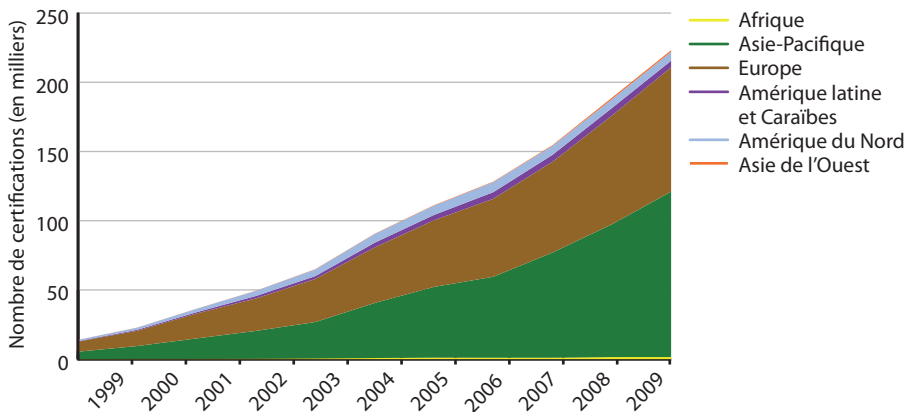


Figure 20 : Nombre de certifications en gestion environnementale ISO 14001, 1998-2009. Cette norme internationale porte sur ce que font les entreprises et autres organisations pour limiter les effets néfastes de leurs activités sur l'environnement et pour améliorer continuellement leurs performances environnementales. Le nombre de ces certifications a considérablement augmenté, particulièrement en Europe et dans la région Asie-Pacifique : le total mondial dépassait 200 000 en 2010. Bien que cette hausse représente indéniablement un progrès, la certification ne fait qu'indiquer dans quelle mesure une entreprise ou une organisation se conforme à sa propre politique environnementale déclarée. *Source des données : Portail de données GEO, compilation basée sur les données de l'Organisation internationale de normalisation (ISO 2010)*

Analyse des indicateurs mondiaux et régionaux

Si l'on considère tous ces indicateurs dans leur ensemble, sans oublier qu'ils ne représentent qu'un instantané très partiel de l'environnement mondial, on voit se dessiner une tendance mixte, avec des signes positifs de progrès dans quelques domaines, comme les énergies renouvelables, la certification des forêts, l'élimination progressive des substances qui appauvrissent la couche d'ozone, l'accès à l'eau potable et la ratification des conventions environnementales. Il reste cependant énormément à faire si l'on veut renverser la tendance des niveaux de gaz à effet de serre, de la surexploitation des réserves de poissons et de la perte de biodiversité. Il faut pour cela s'attaquer aux causes sous-jacentes de la dégradation de l'environnement.

Chaque indicateur exprime un aspect de l'état de santé de notre écosystème et des efforts entrepris pour créer une économie verte et un système efficace de gouvernance environnementale internationale. Des groupes de recherche travaillent sur des concepts permettant de combiner en un seul indice les informations fournies par les différents indicateurs spécifiques (**Encadré 1**). Alors que l'on peut analyser les tendances de différents indicateurs et groupes d'indicateurs, il est difficile de formuler des conclusions prospectives concernant les tendances globales en raison des incertitudes et de la résilience des systèmes naturels et des comportements humains, de leurs interactions, et à cause du manque de données fiables, complètes et à jour.

L'élaboration d'un ensemble d'indicateurs clés ou d'indices composites constitue un défi puisque la qualité générale des données et leur disponibilité restent malheureusement médiocres, sans presque aucune amélioration. Le manque de données de bonne qualité et de séries chronologiques cohérentes pour beaucoup de questions environnementales, comme par exemple la qualité de l'eau et de l'air, le ramassage des ordures et la dégradation des terres, constituent autant d'obstacles lorsqu'il s'agit de créer une base solide sur laquelle fonder les décisions environnementales, d'élaborer des stratégies de réponse efficaces et d'en mesurer l'efficacité.

Il n'empêche que l'on attend toujours des décideurs qu'ils prennent des mesures d'ordre écologique. Il est donc essentiel de rendre publiques les données les plus récentes sur les contraintes, les conditions et les tendances environnementales. C'est là l'intention du **Tableau 2**, où l'on trouvera un aperçu des dernières données disponibles pour chacun des indicateurs environnementaux clés présentés dans cette section. Si possible, nous avons ventilé les données par région. On trouvera de plus amples précisions et des notes techniques à l'adresse suivante : www.unep.org/yearbook/2011 et sur le Portail de données GEO (GEO Data Portal 2010).

Tableau 2 : Dernières données pour les indicateurs environnementaux clés

Indicateur	Dernières données disponibles	Monde	Afrique	Asie-Pacifique	Europe	Amérique latine et Caraïbes	Amérique du Nord	Asie de l'Ouest	Unité
Emissions de dioxyde de carbone	2007	29,5	1,1	12,9	6,5	1,6	6,4	0,97	milliards de tonnes de CO ₂
Destruction de la couche d'ozone stratosphérique	2009	38 656	2 651	30 249	-7 036	5 166	4 558	3 069	millions de tonnes de PDO
Captures annuelles de poissons de mer	2008	79,0	4,7	39,9	13,1	15,4	5,2	0,5	millions de tonnes
Taux de récolte du bois	2010	0,7	1,0	1,9	0,6	0,3	0,6		pour cent
Couvert forestier	2010	31,0	22,8	22,1	44,3	47,2	33,7	0,9	pour cent de terres émergées
Zones protégées	2009	11,9	9,7	9,6	9,4	19,3	10,7	17,4	pour cent du territoire
Certification des forêts	2010	136,9	7,4	6,2	60,2	13,5	49,6		millions d'hectares
Consommation d'eau	1998-2002	7,0	3,8	13,9	5,3	1,4	8,7		pour cent
Accès à l'eau potable	2008	85,9	64,9	86,2	95,6	93,0	99,1	83,3	pour cent de la population totale
Accès à l'assainissement	2008	60,6	41,7	50,9	86,7	79,9	100,0		pour cent de la population totale
Certification ISO 4001	2009	223 149	1 536	119 480	89 745	4 793	6 446	1 149	nombre de certifications

Énergie renouvelable	Dernières données disponibles	Total de toutes les énergies renouvelables (y compris déchets)	Solaire photovoltaïque	Solaire thermique	Eolien	Hydro-électrique	Géo-thermique	Biocarburants total (liquides, solides, gazeux)	Biocarburants : bioessence et biogazole	Marées, vagues et océan	
	2008	141,3	51 650,0	562,2	5 626,0	149,6	171,9	133,4	5 691,7	92,2	Indice (1990 = 100)

Espèces menacées	Dernières données disponibles	Mammifères	Oiseaux	Reptiles	Amphibiens	Poissons	Plantes	Mollusques	Crustacés	Coraux	
	2010	103,2	112,0	234,8	107,2	252,2	163,7	140,0	146,4	100,0	Indice (1990 = 100)

Note : Pour certains indicateurs, on ne dispose ni de données internationales ni de données régionales en raison du caractère local du phénomène ou du manque de données. C'est le cas, par exemple, pour la qualité de l'eau, la pollution atmosphérique urbaine et la fonte des glaciers. La valeur négative pour la destruction de la couche d'ozone stratosphérique en Europe est due à l'exportation, à la destruction ou à l'utilisation en tant que matière première des substances qui appauvrissent la couche d'ozone.

Encadré 1 : Indices environnementaux

En plus des différents ensembles d'indicateurs de base ou « tableaux de bord », il existe plusieurs tentatives pour exprimer l'environnement mondial en un seul indice, généralement en combinant de multiples indicateurs ou ensembles de données. Dans le domaine socioéconomique, un exemple bien connu est l'indice de développement humain, composé de données portant sur le revenu, l'éducation et l'espérance de vie. Dans le domaine de l'environnement, on peut citer l'empreinte écologique (Ecological Footprint), l'empreinte carbone (Carbon Footprint), l'indice de durabilité environnementale (Environmental Sustainability Index), l'indice de performance environnementale (Environmental Performance Index) et l'indicateur des économies réelles ou de l'épargne nette ajustée (Genuine Savings ou Adjusted Net Savings). Ces indices composites ont des fonctions spécifiques et chacun d'entre eux présente des avantages, des inconvénients et des limitations, décrits par exemple dans le rapport de Stiglitz et Fitoussi (2009), l'initiative Au-delà du PIB (Beyond GDP 2009) et le projet international Mesurer le progrès des sociétés de l'OCDE (Measuring the Progress of Societies, OECD 2010). Ces initiatives montrent que le PIB à lui seul ne permet pas de mesurer la performance économique et le progrès social ; ils montrent aussi la nécessité d'un indicateur plus subtil, qui tiendrait mieux compte des paramètres économiques, notamment la dépréciation du capital, le niveau de vie et les inégalités, et d'une réflexion approfondie sur la dimension environnementale et le concept de durabilité. Selon ces initiatives, la qualité de vie n'est pas uniquement une considération matérielle, mais dépend aussi de facteurs non économiques

comme la santé, les conditions écologiques et les relations sociales ; pour que l'on puisse les prendre en considération, il faut pour tous ces facteurs des indicateurs appropriés (Stiglitz et Fitoussi 2009).

L'initiative Ecological Footprint examine les modes de consommation et de production de déchets et calcule la surface correspondante requise (Global Footprint Network 2010). Selon cette initiative, l'humanité utilise l'équivalent de 1,5 planète pour lui fournir les ressources qu'elle consomme et absorber les déchets qu'elle produit. Si les tendances de consommation et la croissance démographique actuelles se poursuivent, il faudra d'ici aux années 2030 l'équivalent de deux Terres pour subvenir aux besoins de l'humanité. Si l'on en croit Ecological Footprint, l'humanité est en train de dépouiller la Terre et de consommer son capital naturel plutôt que d'opter pour le compromis que constitue le développement durable.

L'indice de performance environnementale (Environmental Performance Index) a une perspective plus orientée sur les politiques (EPI 2010). Il prend en compte la performance des pays en termes de réalisation d'objectifs précis de politique environnementale. On peut généralement distinguer pays industrialisés et pays en développement puisque dans les premiers, les problèmes les plus graves sont dus à l'impact de l'industrialisation en termes de ressources et de pollution (y compris les émissions de gaz à effet de serre et le volume des déchets) et dans les seconds, au manque d'accès aux services de base et au sous-investissement dans des aménagements environnementaux de base.

Références

- ANZECC (1992) Australian Water Quality Guidelines for Fresh and Marine Waters, National Water Quality Management Strategy, Australian and New Zealand Environment and Conservation Council, Canberra, Australia
- Beyond GDP (2009). Communication from the Commission to the Council and the European Parliament – GDP and beyond: measuring progress in a changing world. <http://www.beyond-gdp.eu/>
- Boden, T.A., Marland, G. and Andres, R.J. (2010). Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO₂ Emissions. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A. http://cdiac.coml.gov/trends/emis/tre_coun.html
- Brazil (1986). *Brazilian Surface Water Quality Guidelines*. Resolução Conama No 20., de 18 de junho de 1986
- Butchart, S. H. M., Stuart, H. M., Walpole, M., Collen, B., van Strien, A. et al. (2010). Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. *Science*, 328 (5982), 1164–1168
- CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment) (1999). *Canadian environmental quality guidelines for the Protection of Aquatic Life – Dissolved Oxygen (Freshwater)*, Winnipeg, Canada
- CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment) (2003). *Canadian environmental quality guidelines for the Protection of Aquatic Life – Nitrate Ion*, Winnipeg, Canada
- EEA (2005). *EEA core set of indicators – Guide*. Technical report No. 1/2005. European Environment Agency, Copenhagen, Denmark
- EPI (2010). Environmental Performance Index. Yale Center for Environmental Law and Policy, Yale University and Center for International Earth Science Information Network, and Columbia University. <http://epi.yale.edu/>
- European Commission (2011). EUROSTAT, environment statistics database. http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/environment/data/main_tables
- FAO (2005). Global Forest Resources Assessment 2005 (FRA) 2005. Key findings, Food and Agriculture Organization, Rome. <http://www.fao.org/forestry/fra/fra2005/en/>
- FAO (2010a). Fisheries and Aquaculture Department: Global Statistical Collections. Food and Agriculture Organization, Rome. <http://www.fao.org/fishery/statistics/en>
- FAO (2010b). Global Forest Resources Assessment 2010 (FRA) 2010. Key findings. Food and Agriculture Organization, Rome. <http://www.fao.org/forestry/fra/fra2010/en/>
- FAO (2010c). FAOStat database. Food and Agriculture Organization, Rome. <http://faostat.fao.org>
- FAO (2010d). AQUASTAT: FAO's Information System on Water and Agriculture. Food and Agriculture Organization, Rome. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>
- FSC (2010) Global FSC certificates. Forest Stewardship Council. <http://www.fsc.org/facts-figures.html>
- GEO Data Portal (2010). United Nations Environment Programme. <http://geodata.grid.unep.ch>
- Global Footprint Network (2010). <http://www.footprintnetwork.org>
- GWEC (2011). Global wind capacity increases by 22% in 2010 – Asia leads growth. Global Wind Energy Council. <http://www.gwec.net>
- IEA (2010). Renewable Information (2010 edition). International Energy Agency, Paris. http://data.iea.org/teastore/product.asp?dept_id=101&pf_id=309
- ISO (2010). The ISO Survey of Certifications 2009. International Organisation for Standardization, Geneva. http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/management_standards/certification/the_iso_survey.htm
- IUCN (2010). The IUCN Red List of Threatened Species (version 2010.4). International Union for Conservation of Nature. <http://www.iucnredlist.org/about/summary-statistics>
- NOAA (2010). Science: The Antarctic Ozone Hole. <http://www.ozonelayer.noaa.gov/science/ozhole.htm>
- OECD (2010). The Global Project on "Measuring the Progress of Societies". Organisation for Economic Co-operation and Development. http://www.oecd.org/pages/0,3417,en_40033426_40033828_1_1_1_1_1_1_1_00.html
- OECD/Eurostat (2008). Questionnaire on the State of the Environment, Waste section Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris. <http://ec.europa.eu/eurostat/ramon/statmanuals/files/>
- Pandey K.D., Deichmann U., Wheeler D.R. and Hamilton, K.E. (2006). Ambient Particulate Matter Concentration in Residential and Pollution Hotspot Areas of World Cities: New Estimates Based on the Global Model of Ambient Particulates (GMAPS). The World Bank Development Economics Research Group and the Environment Department Working Paper. Washington D.C. <http://go.worldbank.org/3RDF07T6MO>
- SCBD (Secretariat of the Convention on Biological Diversity) (2010). *Global Biodiversity Outlook 3*. Montréal
- Stiglitz, J. and Fitoussi, J.P. (2009). Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress. http://www.stiglitz-sen-fitoussi.fr/documents/rapport_anglais.pdf
- UNEP (2010). Production and Consumption of Ozone Depleting Substances under the Montreal Protocol. United Nations Environment Programme, Ozone Secretariat, Nairobi. http://ozone.unep.org/Data_Reporting/Data_Access/
- UNEP-GEMS/Water (2010). GEMStat. United Nations Global Environment Monitoring System Water Programme. <http://www.gemstat.org/default.aspx>
- UNEP-WCMC (2010). World Database on Protected Areas. UNEP World Conservation Monitoring Centre, Cambridge. <http://www.wdpa.org/Statistics.aspx>
- UNSD (2010). Environmental indicators: Waste. United Nations Statistics Division, New York. <http://unstats.un.org/unsd/environment/municipalwaste.htm>
- UNSD/UNEP (2006). Questionnaires on Environment Statistics, Waste section. United Nations Statistics Division, New York. <http://unstats.un.org/unsd/environment/questionnaire2006.htm>
- WGMS (2010). Glacier mass balance data 1980–2009, World Glacier Monitoring Service, Zurich. <http://www.wgms.ch>
- WHO/UNICEF (2010). Joint Monitoring Programme (JMP) for Water Supply and Sanitation. World Health Organization/The United Nations Children's Fund. <http://www.wssinfo.org/data-estimates/introduction>
- World Bank (2006, 2008, 2010). World Development Indicators. The World Bank. <http://data.worldbank.org/indicator>

Remerciements



Événements et développements

Auteurs :

Susanne Bech et Tessa Gorse, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi, Kenya

Collaborateurs :

Denis Couvet, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, France

Johan Kuylensstierna, Stockholm Environment Institute, University of York, York, Royaume-Uni

Randall Martin, Dalhousie University, Halifax, Canada

Drew Shindell, Goddard Institute for Space Studies, National Aeronautics and Space Administration, New York, Etats-Unis

Aaron van Donkelaar, Dalhousie University, Halifax, Canada

Réviseurs :

Joseph Alcamo, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi, Kenya

Wang Delin, Bureau des forêts du Ningxia, Yinchuan, Chine

Volodymyr Demkine, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi, Kenya

Jason Jabbour, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi, Kenya

Shi Jianning, Institut technique du Ningxia pour la prévention et la lutte contre la désertification, Yinchuan, Chine

Frédéric Jiguet, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, France

Romain Julliard, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, France

Mark Radka, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Paris, France

Frank Raes, Centre commun de recherche de la Commission européenne, Unité du changement climatique, Varèse, Italie

Veerabhadran Ramanathan, Scripps Institution of Oceanography, San Diego, Etats-Unis

Jon Samseth, SINTEF, Trondheim, Norvège

Anna Stabrawa, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Bangkok, Thaïlande

Anne Teyssère, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, France

Zhijia Wang, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi, Kenya

Clarice Wilson, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi, Kenya

Yang Youlin, Commission économique et sociale des Nations Unies pour l'Asie et le Pacifique, Thaïlande

Kaveh Zahedi, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Paris, France



Déchets de plastique dans l'océan

Auteurs :

Peter Kershaw, Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science, Lowestoft, Royaume-Uni

Sangjin Lee, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Northwest Pacific Action Plan, Busan, République de Corée

Katsuhiko Saido, Nihon University, Funabashishi, Japon

Jon Samseth, SINTEF, Trondheim, Norvège

Douglas Woodring, Project Kaisei, Mid Levels, Hong Kong

Rédacteur scientifique :

John Smith, Taunton, Royaume-Uni

Réviseurs :

Jacqueline Alder, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi, Kenya

Ali Beba, Hong Kong University of Science and Technology, Kowloon, Hong Kong

Robert Bechtloff, Secrétariat de la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants, Genève, Suisse

Keith Christman, American Chemistry Council, Washington, D.C., Etats-Unis

Christopher Corbin, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Caribbean Regional

Coordinating Unit, Kingston, Jamaïque

Anna Cummins, The 5 Gyres Institute, Santa Monica, Etats-Unis

Salif Diop, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi, Kenya

Marcus Eriksen, The 5 Gyres Institute, Santa Monica, Etats-Unis

Heidi Fiedler, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Genève, Suisse

William R. Francis, Algalita Marine Research Foundation, Long Beach, Etats-Unis

François Galgani, Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer, Centre Méditerranée, Zone portuaire de Brégaillon, France

Edward Kleverlaan, Organisation maritime internationale, Londres, Royaume-Uni

Thang Le Dai, Ministère des Ressources naturelles et de l'Environnement, Hanoi, Viet Nam

Christa Licher, Ministère du Logement, de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, La Haye, Pays-Bas

Rainer Lohmann, University of Rhode Island, New York, Etats-Unis

David Osborn, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi, Kenya

Seba Sheavly, Sheavly Consultants, Virginia Beach, Etats-Unis

Pak Sokharavuth, Ministère de l'Environnement, Phnom Penh, Cambodge

Michael Stanley-Jones, Secrétariat de la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants, Genève, Suisse

Hideshige Takada, Tokyo University of Agriculture and Technology, Tokyo, Japon

Serguei Tarasenko, Bureau des affaires juridiques des Nations Unies, Division des affaires maritimes et du droit de la mer, New York, Etats-Unis

Patrick ten Brink, Institute for European Environmental Policy, Bruxelles, Belgique

Martin Thiel, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chili

Jorge Luis Valdes, Commission océanographique intergouvernementale, Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture, Paris, France

Meryl J. Williams, Scientific and Technical Advisory Panel of the Global Environment Facility, Brisbane, Australie

Ron Witt, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Genève, Suisse

Christine Wellington-Moore, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Washington, D.C., Etats-Unis



Phosphore et production alimentaire

Auteurs :

Mateete Bekunda, Kampala International University (Nairobi Centre), Nairobi, Kenya

Dana Cordell, Institute for Sustainable Futures, University of Technology, Sydney, Australie

Jessica Corman, School of Life Sciences, Arizona State University, Tempe, Etats-Unis

Arno Rosemarin, Stockholm Environment Institute, Stockholm, Suède

Ignacio Salcedo, Universidade Federal de Pernambuco, Brasília, Brésil

Keith Syers, Naresuan University, Phitsanulok, Thaïlande

Rédacteur scientifique :

Tim Loughheed, Ottawa, Canada

Réviseurs :

Jasper M. Dalhuisen, Ministère de l'Agriculture, de la Nature et de la Qualité alimentaire, La Haye, Pays-Bas

Anjan Datta, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi, Kenya

Susan Etienne Greenwood, Scientific Committee on Problems of the Environment, Paris, France

R. Norberto Fernandez, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi, Kenya

John Freney, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Canberra, Australie

Cynthia Grant, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche de Brandon, Brandon, Canada

Julian Hilton, AleffGroup, Londres, Royaume-Uni
 John Ingram, Global Environmental Change and Food Systems, University Centre for the Environment, Oxford, Royaume-Uni
 Luc Maene, International Fertilizer Industry Association, Paris, France
 Rob Mikkelsen, International Plant Nutrition Institute, Norcross, États-Unis
 Philip Moody, Department of Environment and Resource Management, Queensland Government, Brisbane, Australie
 Malika Moussaid, AleffGroup, Londres, Royaume-Uni
 Freddy Nachtergaele, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, Italie
 Takehiro Nakamura, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi, Kenya
 Véronique Ploq-Fichelet, Scientific Committee on Problems of the Environment, Paris, France
 Terry L. Roberts, International Plant Nutrition Institute, Norcross, États-Unis
 Amit Roy, International Fertilizer Development Centre, Muscle Shoals, États-Unis
 Kaj Sanders, Ministère du Logement, de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, La Haye, Pays-Bas
 Mary Scholes, University of Witwatersrand, Johannesburg, Afrique du Sud
 Jaap Schröder, Wageningen University and Research Centre, Wageningen, Pays-Bas
 Stephen Twomlow, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi, Kenya
 Holm Tiessen, Inter-American Institute for Global Change Research, São Paulo, Brésil
 Massimiliano Zandomenighi, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi, Kenya

Perspectives émergentes sur la biodiversité forestière

Auteurs :

Nick Brown, Department of Plant Sciences, University of Oxford, Oxford, Royaume-Uni
 Richard Fleming, Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, Centre de foresterie des Grands Lacs, Ontario, Canada
 Jan Jenik, Department of Botany, Faculty of Science, Charles University, Prague, République tchèque
 Paula Kahumbu, Wildlife Direct, Nairobi, Kenya
 Peter Kanowski, Australian National University, Canberra, Australie
 Jan Plesnik, Agency for Nature Conservation and Landscape Protection of the Czech Republic, Prague, République tchèque

Rédacteur scientifique :

Tahia Devisscher, Stockholm Environment Institute, Oxford, Royaume-Uni

Réviseurs :

Steven Bernstein, Union internationale des instituts de recherches forestières, Ontario, Canada
 Christophe Bouvier, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Genève, Suisse
 Steven Cork, Australian National University and Ecolnsights, Canberra, Australie
 Robert Höft, Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, Montréal, Canada
 Dirk Hölscher, Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen, Allemagne
 Mart Kõlvik, Estonian University of Life Sciences, Tartu, Estonie
 Carolyn Tyhra Kumasi, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi, Ghana
 Thomas E. Lovejoy, Heinz Center for Science, Economics and the Environment, Washington, D.C., États-Unis
 Brendan Mackey, Australian National University, Canberra, Australie
 Vinod B. Mathur, Wildlife Institute of India, New Delhi, Inde
 Mary Menton, Center for International Forestry Research, Lima, Pérou
 Christian Messier, Centre d'étude de la forêt, Québec, Canada
 Kieran Noonan-Mooney, Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, Montréal, Canada
 Carolina Laura Morales, Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medio Ambiente, Rio Negro, Argentine
 Alex Mosseler, Service canadien des forêts, Centre de foresterie de l'Atlantique, Fredericton, Canada
 Mary Njenga, Centre mondial d'agroforesterie, Nairobi, Kenya
 Sarah A. Ogalleh, Centre for Training and Integrated Research in Arid and Semi-Arid Lands Development, Nanyuki, Kenya
 John Parrotta, United States Forest Service, Research & Development, Arlington, États-Unis

Ravi Prahbu, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi, Kenya
 Ignacio Salcedo, Universidade Federal de Pernambuco, Brasília, Brésil
 Nophea Sasaki, University of Hyogo, Hyogo, Japon
 Jeffrey Sayer, Centre for International Forestry Research, Bogor, Indonésie
 Jörn Scharlemann, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Centre mondial de surveillance de la conservation, Cambridge, Royaume-Uni
 Johannes Stahl, Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, Montréal, Canada
 Stephen Twomlow, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi, Kenya
 Jerome Vanclay, Southern Cross University, Lismore, Australie
 Mette Løyche Wilkie, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, Italie



Indicateurs environnementaux clés

Auteurs :

Andrea de Bono, Programme des Nations Unies pour l'environnement, GRID-Europe, Genève, Suisse
 Tessa Govere, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi, Kenya
 Jaap van Woerden, Programme des Nations Unies pour l'environnement, GRID-Europe, Genève, Suisse

Réviseurs :

Volodymyr Demkina, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi, Kenya
 Robert Höft, Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, Montréal, Canada
 Kelly Hodgson, Programme GEMS/Eau des Nations Unies, Burlington, Canada
 Richard Robarts, Programme GEMS/Eau des Nations Unies, Burlington, Canada
 Ashbindu Singh, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Washington, D.C., États-Unis
 Matt Walpole, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Centre mondial de surveillance de la conservation, Cambridge, Royaume-Uni
 Michael Zemp, World Glacier Monitoring Service, Zurich, Suisse

ANNUAIRE DU PNUE 2011 : PRODUCTION

Coordination/rédaction :

Susanne Bech et Tessa Govere (rédactrice en chef), Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi, Kenya

Assistants :

Harsha Dave, Peter Gilruth, Fatoumata Keita-Ouane, Christian Lambrechts, Daniel Lukhoni, Elijah Munyao, Nyokabi Mwangi et Thierry de Oliveira, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi, Kenya, et Jean-Michel Jaquet, Programme des Nations Unies pour l'environnement, GRID-Europe, Genève, Suisse

Correcteur :

John Smith, Taunton, Royaume-Uni

Rédacteur spécial questions émergentes :

Paul G. Risser, University of Oklahoma, Norman, États-Unis

Graphisme et iconographie :

Márton Bálint, Budapest, Hongary, Audrey Ringler (couverture), Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi, Kenya

Contribution spéciale :

Nick Nuttall, Programme des Nations Unies pour l'environnement, Nairobi, Kenya

Collaborateurs sur les questions émergentes :

Véronique Ploq-Fichelet et Susan Etienne Greenwood, Scientific Committee on Problems of the Environment, Paris, France

Abréviations

AEM	Accords environnementaux multilatéraux		
AIE	Agence internationale de l'énergie (International Energy Agency)		
ANCR	Autoévaluation nationale des capacités à renforcer (National Capacity Self-Assessment, NCSA)		
APD	Aide publique au développement (Official Development Assistance, ODA)		
APEC	Organisation de coopération économique Asie-Pacifique (Asia-Pacific Economic Cooperation)		
AQG	Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air (WHO air quality guidelines)		
BPA	Bisphénol A		
CCNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)		
CDB	Convention sur la diversité biologique (Convention on Biological Diversity)		
CDIAC	Centre d'analyse des données concernant le dioxyde de carbone (Carbon Dioxide Information Analysis Center)		
CH₄	Méthane		
CITES	Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora)		
CMS	Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals)		
CO₂	Dioxyde de carbone		
COBSEA	Organisme de coordination pour les mers d'Asie de l'Est (Coordinating Body on the Seas of East Asia)		
COI	Commission océanographique intergouvernementale (Intergovernmental Oceanographic Commission, IOC)		
DDT	Dichloro-diphényl-trichloroéthane		
EcoQO	Objectif de qualité écologique (Ecological Quality Objective)		
EPI	Indice de performance environnementale (Environmental Policy Index)		
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (Food and Agriculture Organization of the United Nations)		
FEM	Fonds pour l'environnement mondial (Global Environment Facility, GEF)		
FSC	Conseil de surveillance des forêts (Forest Stewardship Council)		
GEMS	Système mondial de surveillance de l'environnement (Global Environment Monitoring System)		
GEO	Perspectives mondiales en matière d'environnement (Global Environment Outlook)		
GES	Gaz à effet de serre		
GESAMP	Groupe mixte d'experts chargés d'étudier les aspects scientifiques de la pollution des mers (Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection)		
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)		
GLOBIO	Méthodologie mondiale de cartographie des impacts humains sur la biosphère (Global Methodology for Mapping Human Impacts on the Biosphere)		
GPA	Programme d'action mondial pour la protection du milieu marin contre la pollution due aux activités terrestres (Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Land-Based Activities)		
Gt	Gigatonne		
GW	Gigawatt		
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques		
HCFC	Hydrochlorofluorocarbures		
HCH	Hexachlorocyclohexane		
HELCOM	Commission d'Helsinki pour la protection de l'environnement marin de la mer Baltique		
HELMEPA	Association hellénique pour la protection du milieu marin (Hellenic Marine Environment Protection Association)		
HFC	Hydrofluorocarbures		
IFDC	Centre international de développement des engrais (International Fertilizer Development Center)		
IMAGE	Modélisation intégrée des changements environnementaux mondiaux (Integrated modelling of global environmental change)		
IMDC	Conférence internationale sur les déchets marins (International Marine Debris Conference)		
INTERMEPA	Association internationale de protection de l'environnement (International Marine Environment Protection Association)		
IPBES	Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services)		
ISO	Organisation internationale de normalisation (International Organization for Standardization)		
KIMO	Organisation environnementale internationale des collectivités locales (Kommunen Internasjonale Miljøorganisasjon)		
MARPOL	Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships)		
MEPA	Association de protection de l'environnement marin (Marine Environment Protection Association)		
Mt	Mégatonne (million de tonnes)		
NO₂	Dioxyde d'azote		
NOAA	Agence américaine d'observation océanique et atmosphérique (National Oceanic and Atmospheric Administration)		
NPK	Azote, phosphore et potassium		
O₃	Ozone		
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques (Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD)		
OMD	Objectifs du Millénaire pour le développement (Millennium Development Goals, MDG)		
OMI	Organisation maritime internationale (International Maritime Organization, IMO)		
OMM	Organisation météorologique mondiale (World Meteorological Organization, WMO)		
OMS	Organisation mondiale de la santé (World Health Organization, WHO)		
ONG	Organisation non gouvernementale		
ONUUDI	Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (United Nations Industrial Development Organization, UNIDO)		
OSPAR	Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est (Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic)		
PA	Polyamide		
PBT	Substances persistantes, bioaccumulables et toxiques (persistent bio-accumulating and toxic substances)		
PCB	Polychlorobiphényle		
PDO	Potentiel de destruction de l'ozone (Ozone-depletion potential, ODP)		
PE	Polyéthylène		
PEFC	Programme de reconnaissance des certifications forestières (Programme for Endorsement of Forest Certification Schemes)		
PEID	Petits Etats insulaires en développement (Small Island Developing States, SIDS)		
PET	Polyéthylène téréphtalate		
PIB	Produit intérieur brut		
PIC	Consentement préalable en connaissance de cause (Prior informed consent)		
PM	Matière particulaire ou particules (particulate matter)		
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement (United Nations Environment Programme, UNEP)		
POP	Polluants organiques persistants		
PP	Polypropylène		
PS	Polystyrène		
PVC	Polychlorure de vinyle (polyvinyl chloride)		
REDD	Réduction des émissions causées par le déboisement et la dégradation des forêts dans les pays en développement (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries)		
RSP	Programme pour les mers régionales (Regional Seas Programme)		
SIG	Système d'information géographique		
SLCF	Agent de forçage climatique de courte durée (short-lived climate forcer)		
SO₂	Dioxyde de soufre		
UE	Union européenne (European Union, EU)		
UICN	Union internationale pour la conservation de la nature (International Union for Conservation of Nature, IUCN)		
UNCCD	Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (United Nations Convention to Combat Desertification)		
UNCLOS	Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (United Nations Convention on the Law of the Sea)		
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization)		
UNICEF	Fonds des Nations unies pour l'enfance (United Nations Children's Fund)		
UNSD	Division de statistique de l'Organisation des Nations Unies (United Nations Statistics Division)		
USGS	Bureau d'enquête géologique des Etats-Unis (United States Geological Survey)		
UV	Ultraviolet		

Index

A

accès et partage des avantages 3, 12, 13
accords environnementaux multilatéraux 70
accumulation du plastique 23
activité humaine 41, 47, 51
adaptation aux changements climatiques 5,
12, 16, 51
agents de forçage climatique de courte durée 7
agriculteurs 35, 37, 38, 41, 43, 44
agriculture 8, 16, 17, 35, 36, 40, 43, 48, 49, 68
agriculture de conservation 17
agriculture durable 16, 17
agroforesterie 16, 51
aide publique au développement 54
analyse de tendances 71
Année internationale de la biodiversité 12, 57
Année internationale des forêts 19, 57
appauvrissement de la couche d'ozone 62
approvisionnement en eau 68
aquaculture 21
Arctique 8, 21
assainissement 1, 2, 43, 69, 72
assainissement écologique 43
atténuation des changements climatiques 5,
16, 47, 51, 53, 54
avantages 7, 8, 21, 40, 41, 47, 51, 53, 54, 57
avantages connexes 7, 43, 54

B

bâtiments 4, 5
bénévoles 14, 15, 31
bien-être humain 7
bilan massique 64
bioaccumulation 21, 25
biocarburant 7, 12, 16, 39, 64, 72
biodégradabilité 26, 29
biodiversité des forêts 47-57
biogaz 43
biogazole 64, 72
biomagnification 27
biomasse 8, 48, 55
bois dur 66
bovins 8
bromure de méthyle 26
budget carbone 51

C

captures de poissons de mer 65, 72
carbone suie 6, 7, 8, 9, 62, 64
carcinogénicité 21, 26
carences du marché 53
cartographie 15, 53
catastrophe 1, 15
catastrophe naturelle 1, 15
centres urbains 40
certification 56, 57, 61, 66, 70, 71, 72
certification en gestion environnementale 71
certification forestière 56
changements climatiques 1, 3-7, 8, 9, 12, 13,
16, 19, 47-48, 51, 53-57, 61-62, 70
changements d'occupation des sols 16, 41
cheptel 2, 52
citoyens 12, 15, 67
colonne d'eau 23, 24, 26
combustibles fossiles 4, 7, 8, 9, 47, 63, 64
communauté 1, 5, 21, 30, 31, 47, 53, 67
comptes nationaux verts 12
concentration urbaine 11
concessions 56
conscientisation des consommateurs 32
conservation 12, 47, 48, 52, 53, 54, 56, 57
conservation de la biodiversité 12, 13, 14, 17,
47, 48, 51, 52, 53, 54, 56, 57
consommation 1, 2, 4, 5, 22, 26, 31, 39, 40, 44,
48, 62, 63, 73
consommation d'eau 41, 68, 72
consommation mondiale de denrées 16, 35
contamination chimique 13, 25-28
Convention de Londres 29
Convention de Stockholm 2, 19, 21, 26, 70
conventions environnementales 1, 2, 3, 12, 19,
29, 30, 47, 56, 62, 67, 70
couche superficielle 42
courants océaniques 21, 22
coût des nettoyages 28, 31
coûts 3, 4, 12, 14, 22, 24, 28, 30, 32, 37, 40, 42,
43, 54
couvert forestier 14, 47, 48, 61, 66, 72
couvert végétal 42, 49
croissance démographique 23, 35, 36, 37, 39,
43, 73
croissance économique 4, 47, 54
cycle de vie 22, 28, 32

D

déboisement 47, 53, 54
débris ligneux 51
décharges 7, 8, 21, 26, 30, 36
déchets 21-32, 35, 37, 40, 41, 43, 44, 68, 71,
72, 73
déchets alimentaires 21, 35, 36, 40, 44
déchets dangereux 19, 68, 70
déchets marins 21, 22, 24, 25, 28, 29, 30, 31, 32
déforestation 5, 13, 41, 47, 48, 53, 54, 56
dégradabilité 26
dégradation des forêts 5, 47, 48, 53, 54, 56
dégradation des sols 17, 19
déjections 35, 37, 43, 44
dendroctone du pin ponderosa 50, 51
désertification 1, 16, 17, 19
destruction de la couche d'ozone 61, 62, 72
développement durable 1, 2, 3, 4, 17, 19, 73
développement urbain 12
dioxyde d'azote 9, 10, 11
dioxyde de carbone 6, 7, 26, 63, 72
dioxyde de soufre 9, 10, 11
durabilité écologique *ou* environnementale
61, 73

E

eau de surface 12
eau potable 22, 69, 71, 72
eaux intérieures 12, 67
eaux usées 21, 28, 40, 41, 43
écart des émissions 5, 6
économie verte 1, 3, 4, 17, 71
écosystèmes d'eau douce 12, 26
écosystèmes dégradés 52
écosystèmes forestiers 47, 48, 51, 54, 56
écotourisme 54
éducation 1, 28, 29, 30, 32, 42, 73
efficacité énergétique 3, 4
efflorescence algale 12, 39
élevage 36, 40, 43
émissions de gaz à effet de serre 1, 6, 7, 13, 22,
62, 71, 73
emplois verts 3, 4, 17, 47
empreinte écologique 73
énergie 1-5, 22, 31, 32, 37, 43, 48, 64
énergie photovoltaïque 4, 64, 72
énergie renouvelable 1, 3, 4, 19, 61, 64, 71, 72
énergie solaire 64

engrais 9, 35-44
enrichissement de minerai 41, 44
envasement 42
environnement durable 1, 3
environnement marin 21, 23, 26, 29, 30
épuiement des ressources 4
épuration des eaux 12
équilibre hormonal 26
érosion 13, 17, 35, 36, 40, 41, 42, 44
espèces 2, 12, 14, 15, 21, 23, 24, 25, 40, 47, 48, 50, 51, 52
espèces envahissantes 12, 25, 48
espèces exotiques 13, 25
espèces menacées 13, 55, 65, 67, 70, 72
espérance de vie 38, 41, 73
essences d'arbre 50, 51, 52
eutrophisation 35, 39, 40, 41, 42
évaluation 7, 23, 30, 44, 61
excréments 40, 41
exploitation minière 41

F

fertilité du sol 35, 42
feux de forêt 3, 7, 48, 51
filets de pêche 25, 28, 30, 31
filière alimentaire mondiale 41
flux de phosphore 36, 40
fonds marins 23, 29, 37
forçage radiatif 7, 9
forêts pluviales 51, 52
forêts primaires 56
forêts secondaires 51, 56
forêts tropicales 15, 48, 56, 57
fulmar 24, 25
fumier 36, 37, 40, 43

G

gestion adaptative 52, 53, 57
gestion des déchets 1, 2, 8, 21, 22, 23, 27, 28, 32, 40, 41, 44
gestion des nutriments 16, 17, 37, 39, 40, 41, 43, 44
gestion des ressources en eau 17
gestion durable des forêts 1, 47, 54, 56
gestion durable des terres 13, 17, 41
gestion écosystémique 51, 56
gestion forestière 47, 50, 51, 53, 54, 56, 57, 66
gisements 35, 37, 38
glace 3, 8, 64
glacier 3, 61, 64, 72
gouvernance environnementale 3, 61, 70, 71

gouvernance forestière 54, 56, 57
guano 35, 37
gyre 21-25, 31, 32

H

habitat 2, 12, 13, 14, 25, 48, 51

I

impact environnemental 24, 35, 41
indicateur 14, 23-25, 61-73
indice 55, 61, 64, 67, 71, 72, 73
industrie du bois 50
innovation 4, 6, 22, 43
innovation technologique 32, 41, 43
instruments économiques 28, 32
investissements 1, 4, 5, 12, 32, 47, 53, 54, 60, 73

L

labour en courbes de niveau 42
lacs 12

M

maladies 9, 16, 48, 51
maladies auto-immunes 9
mécanismes basés sur le marché 53, 54, 56
métaux lourds 40, 43
méthane 6, 7, 8, 9, 26
microplastiques 21, 23, 24, 26, 27, 28, 31, 32
modification du comportement 22, 28, 32
mosaïque du paysage 51, 52
mousson 2, 8
mouvements transfrontaliers 19, 68, 70
moyens de subsistance 8, 16, 47, 48, 54, 65
mutagenicité 21, 26

N

négociations climatiques 1, 3, 7, 62

O

objectif de qualité écologique 24
Objectifs du Millénaire pour le développement 1, 3, 37, 61
organismes marins 23, 24, 26, 28, 32
ozone stratosphérique 6, 61, 62, 72
ozone troposphérique 6-8

P

partenariat 3, 6, 17, 37, 53, 54, 67
partenariat public-privé 17
particules 7, 9, 10, 11, 62, 63
parties prenantes 1, 12, 14, 15, 30, 32, 44, 53, 54, 56, 57
pastilles de plastique 27, 30
pathogènes 25, 43
pauvreté 1, 16, 37, 54, 73
pays en développement 1, 5, 6, 8, 14, 16, 39, 40, 47, 48, 53, 54, 61, 66, 69, 73
paysage 41, 48, 50, 51, 52, 56, 57
pêche 13, 14, 16, 21, 25, 28, 29, 30
permafrost 8
perte de biodiversité 12, 47, 48, 49, 51, 56, 61, 67, 71
pesticides 26, 36
petits Etats insulaires en développement 23, 32
phosphate naturel 35, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 44
phosphore 35-44
phytate 43
pic du phosphore 38
plantations 50, 51, 52
Plastiki 32
plastique 21-32
plastique de consommation 21, 22, 24
plastique industriel 25
pluie 8, 41
pollution 4, 7-11, 13, 27, 28, 29, 30, 41, 72
pollution atmosphérique 7, 9, 10, 11, 63
pollution atmosphérique urbaine 10, 11, 63
polyéthylène 22, 27
populations autochtones 53, 54
pratiques agricoles 35
précipitations 41
précurseur d'ozone 6, 7, 8
pressions sur l'environnement 25, 32, 35, 47, 48, 56, 57, 71
prise de conscience 12, 14, 44
prix 16, 37, 40, 54
production alimentaire 4, 7, 16, 35, 40, 44
production d'électricité 3, 4, 5
production d'énergie 22, 32, 43, 48
production de blé 8, 9, 16
productivité agricole 16, 36, 39
produits non ligneux 52
profondeurs océaniques 23
projets de suivi par des bénévoles 14
Protocole de Londres 29
Protocole de Montréal 3, 6, 19, 62
Protocole de Nagoya 3, 12, 19

Q

qualité de l'air 6, 7, 8, 9, 10
qualité de l'eau 12, 39, 42, 61, 68, 69, 71

R

ravageurs 16, 48, 50, 51, 56
réchauffement planétaire 3, 7, 8, 12
récupération du phosphore 37, 39, 41, 43
recyclage 22, 30, 32, 35, 41, 43, 44
recyclage du phosphore 35, 36, 41, 43, 44
REDD 2, 47, 53, 54, 56, 57
régime alimentaire 16, 39, 43
réglementations 6, 17, 22, 28, 32, 40
régulation des débits 51
rémunération des services écosystémiques
54, 56
rendement agricole 7, 8, 9, 35, 37, 40, 43
réserves 35, 36, 37, 38, 41
réserves de poissons 39, 65, 71
résilience 48, 51, 52, 56, 71
responsabilité élargie du producteur 32
ressources 2, 3, 4, 12, 13, 14, 17, 19, 22, 35, 38,
48, 54, 56, 73
ressources naturelles 4, 14, 16, 61, 65
restauration 12, 14, 16, 17, 48, 51, 52, 57
roche phosphatée 36, 37, 38
ruissellement 35, 36, 37, 40, 42

S

sables mouvants 17
sacs en plastique 21, 25, 31
santé 1, 6, 7-9, 21, 24, 26, 43, 62, 68, 73
santé de l'écosystème 28, 71
santé humaine 6, 7, 9, 21, 28
scénario 8, 37, 48
science citoyenne 14, 15, 31, 67
secteur halieutique *ou* de la pêche 2, 21, 28
secteur privé 1, 6, 56
sécurité alimentaire 9, 12, 16, 37
sécurité énergétique 4
sensibilisation du public 21, 28-32
services écosystémiques 3, 7, 12, 13, 51, 56, 66
seuil écologique 39, 51
sources terrestres 21, 23, 29, 32
stocks de carbone 47, 53, 54
stocks de poissons 39, 65, 71
struvite 43
substances persistantes, bioaccumulables et
toxiques 21, 25, 27
substances toxiques 21, 25, 27
suie 62
suivi 15, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 30, 52, 56, 57, 61
suivi de la biodiversité 14, 15, 53, 67
superficie forestière 47, 48, 53
surveillance 11, 12, 14, 15, 23
système d'information géographique 53
système endocrinien 26
système terrestre 39

T

technologie de téléphonie mobile 15
technologies vertes 4, 36
téléphones portables 12, 15
terres émergées 39, 52, 72
thon 65
tourisme 21, 23, 28, 30, 32, 54
traitement des eaux usées 7, 8, 12, 36, 43
transfert de technologie 5, 28, 40, 54
troubles endocriniens 21, 26

U

urbanisation 14, 23, 37

V

vestiges de forêts 51, 57

Z

zone de convergence 21, 22, 23
zones arides 17
zones protégées 54, 56, 67, 72
zooplancton 23

