

P N U E

A N N U

A I R E

Tour d'horizon d'un
environnement en pleine mutation 2008



PNUE Programme des Nations Unies pour l'environnement

Copyright © 2008, Programme des Nations unies pour l'environnement

ISBN: 978-92-807-2878-1

UNEP/GCSS/X/INF/2

DEW/1007/NA

Avis de non-responsabilité

Le contenu du présent ouvrage et les vues qui y sont présentées ne reflètent pas nécessairement les opinions ni les politiques des experts et organismes contributeurs ni celles du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et ne supposent pas non plus une prise de position de leur part.

Les appellations employées dans le présent ouvrage et la présentation des données qui y figurent n'impliquent, de la part du PNUE, aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières et délimitations.

La mention d'une entreprise commerciale ou d'un produit dans le présent ouvrage n'implique pas l'aval du PNUE.

© Cartes, photos, et illustrations : comme indiqué.

Mention de source pour les photos de couverture de chapitre :

Vue d'ensemble © F.X. Pelletier/ Still Pictures

Dossier thématique : © P. Frischmuth/ Still Pictures

De nouveaux défis : © S. Kazlowski/ Still Pictures

Reproduction

Le présent ouvrage peut être reproduit en totalité ou en partie, et sous quelque forme que ce soit, à des fins éducatives ou non lucratives sans autorisation préalable du détenteur des droits d'auteur, sous réserve de la citation de la source. En tel cas, le PNUE souhaite recevoir un exemplaire de toute publication utilisant 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 l'autorisation préalable écrite du PNUE. Pour obtenir une telle autorisation, s'adresser, en indiquant l'objet de la reproduction ainsi que la partie du texte visée, 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 pas être utilisées à des fins publicitaires.

Produit par

La 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

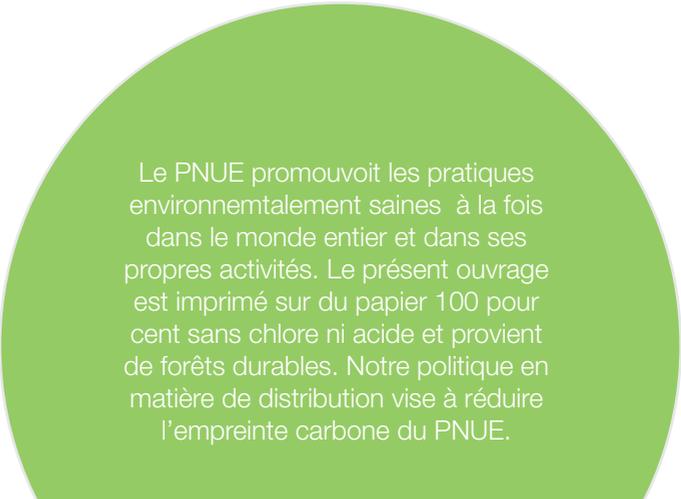
Site web de l'annuaire GEO : <http://www.unep.org/geo/yearbook>

Rédacteur : Paul Harrison

Photocomposition, mise en page et impression : Phoenix Design Aid, Danemark

Distribution : SMI (Distribution Services) Ltd. RU

Le présent ouvrage est accessible à l'adresse suivante : [Earthprint.com http://www.earthprint.com](http://www.earthprint.com)



Le PNUE promouvoit les pratiques environnementalement saines à la fois dans le monde entier et dans ses propres activités. Le présent ouvrage est imprimé sur du papier 100 pour cent sans chlore ni acide et provient de forêts durables. Notre politique en matière de distribution vise à réduire l'empreinte carbone du PNUE.

P N U E
A N N U
A I R E

Tour d'horizon d'un
environnement en pleine mutation 2008



PNUE |

Table des matières

Préface	iii
Tour d'horizon	1
Sélection des faits marquants de l'année 2007	2
Regards sur le changement climatique	4
Anomalies climatiques et événements importants	8
Pressions sur la biodiversité	10
Gouvernance environnementale internationale: Progrès en 2007	14
Dossier thématique : Assemblage des pièces :	
Utilisation des marchés et de la finance pour lutter contre le changement climatique	17
Introduction	18
Vers une prise de responsabilités	19
Marchés du carbone – le « cap and trade »	24
L'avenir de l'échange des droits d'émission	29
Le rôle des gouvernements	32
De nouveaux défis : Méthane des régions arctiques: Carte blanche pour le réchauffement de la planète	37
Rétroaction arctiques du climat	38
Méthane issu de la fonte du pergélisol	39
Méthane issu des hydrates	41
Changements dans la nature	44
Regards vers l'avenir	46
Acronymes et abréviations	49
Remerciements	50

Préface

L'élan créé autour du changement climatique en 2007 a été spectaculaire, culminant avec l'adoption de la Feuille de route de Bali aux réunions de la convention internationale sur le climat qui ont eu lieu en Indonésie. Le changement climatique et ses répercussions sur les écosystèmes menacés, la stabilité géopolitique, et la sécurité économique ont cessé d'être la préoccupation des scientifiques et des négociateurs. Le changement climatique est désormais reconnu comme étant une question universelle d'ordre public, qui occupera le centre de l'attention mondiale pendant au moins une génération à venir.

Cet Annuaire 2008 du PNUE documente quelques uns des nombreux événements, idées, et questions qui se sont dégagés au cours de l'année 2007, et sans surprise son thème central est celui du changement climatique. Les conclusions du quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat—établi par le PNUE et l'Organisation météorologique mondiale—ont mis fin à la question de savoir si le changement climatique était bien une réalité, en en soulignant très clairement les conséquences probables.

Au regard des résultats dressés par d'autres rapports de 2007, tels que le 4^{ème} Avenir de l'environnement mondial (GEO-4), ces conclusions clarifient les enjeux climatiques, mais aussi des enjeux plus vastes que des changements environnementaux de plus en plus intenses posent à l'égard de l'intégrité de l'écosystème et du bien-être humain, et surtout envers les systèmes socio-économiques qui définissent notre époque.

Le **Tour d'horizon** de cet Annuaire du PNUE met en relief les conclusions récentes concernant l'accélération des émissions de carbone, compris l'acidification croissante des océans, les changements de schémas météorologiques, et la fonte mondiale des glaces, avec ses conséquences sur l'élévation du niveau de la mer. Le Tour d'horizon examine également les pressions croissantes sur la biodiversité, offrant des aide-mémoire rapides sur les principaux événements écologiques et les anomalies climatiques de 2007, ainsi qu'un aperçu des progrès en matière de gouvernance environnementale internationale.

Le **Dossier thématique** de 2008 apporte des précisions au thème de

l'Environnement et de la mondialisation du Dossier thématique de 2007 en examinant la façon dont les mécanismes financiers et les marchés ont été conçus et mis à l'épreuve tout au long de la dernière décennie par des initiatives répondant à la crise du changement climatique, menées par l'ONU, la société civile, et les secteurs des affaires et financiers. L'évolution du marché du carbone est un exemple de ces mécanismes ; elle offre des leçons précieuses aux gouvernements sur la nécessité de rassembler tous les éléments afin de développer des incitations politiques soutenant la transition vers une économie respectueuse de l'environnement. Les demandes en matière d'efficacité et d'innovations dans les domaines de la consommation et de la production qui surgiront de cette transition offrent des opportunités extraordinaires. Extraordinaires, car ces demandes ont le potentiel de transcender toutes les structures écologiques, économiques, sociales et sécuritaires de notre monde. Pour faire face, nous devons prendre exemple sur l'ingéniosité qui travaille déjà à la création de nouveaux outils, et à l'élaboration de nouvelles approches dans un marché de plus en plus mondial.

L'impact du changement climatique sur les systèmes physiques et biologiques de l'Arctique est bien documenté : L'Arctique, un des composants clés du système climatique mondial, se réchauffe presque deux fois plus vite que le reste du monde. De nouvelles conclusions dans la section **Nouveaux défis** viennent confirmer que d'importants mécanismes de rétroaction en Arctique accentuent le rejet de méthane, un redoutable gaz à effet de serre, provenant du dégel du pergélisol et des dépôts d'hydrates marins—dépôts qui pourraient être exploités en tant que source de combustible propre. À l'échelle régionale, les mécanismes de rétroaction amplifiant le réchauffement auront vraisemblablement une influence dominante sur le siècle à venir ; un rejet continu de méthane provenant de l'Arctique est donc inévitable. Les incertitudes relatives à la quantité et au taux du rejet de méthane provenant de la région arctique en dégel jouent le rôle d'un joker dès lors qu'il s'agit de considérer les risques du changement climatique.

L'Annuaire du PNUE cherche à réconcilier la science et l'élaboration de politiques. Ce faisant, son objectif est d'informer les ministres de l'environnement et autres décideurs sur les nouvelles questions revêtant une importance environnementale mondiale. Certaines

considérations en matière de politique identifiées dans l'Annuaire 2008 du PNUE comprennent l'augmentation des investissements dans la recherche sur le climat et l'énergie, le développement de partenariats stratégiques en matière de connaissances, et l'élaboration de réponses mondiales qui faciliteront une transition stable vers une économie respectueuse de l'environnement et faible consommatrice de carbone.

Vous avez peut-être remarqué que nous avons rebaptisé l'Annuaire « Annuaire du PNUE ». Nous avons pris cette décision pour mieux rendre compte de la participation élargie d'experts au sein du PNUE dans l'élaboration de cet Annuaire. Nous en avons allégé le contenu global, pour être certains de répondre le plus rapidement possible aux développements écologiques les plus importants lorsque l'année tire à sa fin. Ceci nous permet de vous proposer un Annuaire du PNUE complet, dans chacune des langues des Nations Unies. J'espère que vous trouverez l'Annuaire 2008 du PNUE instructif et stimulant pour les discussions qui se dérouleront lors de cette dixième session extraordinaire du Conseil d'administration du PNUE/Forum mondial ministériel sur l'environnement. Comme toujours, vos observations sont les bienvenues.



A handwritten signature in black ink that reads "Achim Steiner".

Achim Steiner

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

TOUR D'HORIZON



Sélection des faits marquants de l'année 2007
Regards sur le changement climatique
Anomalies climatiques et événements importants en 2007
Pressions sur la biodiversité
Gouvernance environnementale internationale: Progrès en 2007

Sélection des faits marquants de l'année 2007

JANVIER

10 janvier Dans son rapport 2007 sur l'état du monde, le Worldwatch Institute déclare qu'une urbanisation rapide et chaotique a des répercussions lourdes sur la santé humaine et sur l'environnement. D'ici à 2008, la moitié de la population mondiale (6,6 milliards) habitera dans des villes.

22 janvier Le Partenariat d'actions climatiques des États-Unis, un groupe d'importantes sociétés et d'organisations environnementales, en appelle au gouvernement fédéral des États-Unis pour appliquer rapidement la législation nationale exigeant des réductions des émissions de gaz à effet de serre (GES).

30 janvier Le Centre mondial sur le surveillance des glaciers rapporte que de 2000 à 2005, les glaciers montagneux ont fondu 1,6 fois plus vite que le taux de perte moyenne des années 90, et trois fois plus vite que le taux de perte moyenne des années 80, attribuant une grande partie de l'accélération du phénomène au changement climatique causé par l'homme.

DELOBELLE JEAN-PHILIPPE / SIII Pictures



FÉVRIER

12 février Une déclaration historique, exhortant à la conservation du « cœur de Bornéo » est signée entre le Brunei Darussalam, l'Indonésie, et la Malaisie. Cette déclaration multilatérale vise à conserver et à gérer de façon durable l'un des centres de diversité biologique les plus riches du monde.

15-17 mars Les ministres de l'environnement du G8 rencontrent les représentants du Brésil, de la Chine, de l'Inde, du Mexique, de l'Afrique du Sud, de la Commission européenne, de l'ONU, et de l'UICN à Potsdam, pour discuter des enjeux mondiaux du changement climatique et de la perte de la biodiversité. Les 13 ministres s'accordent sur une « Initiative de Potsdam » qui calculerait les coûts financiers des espèces raréfiées.

FRANÇOIS XAVIER PELLETIER / WWF



22 mars Journée mondiale de l'eau – le rapport du Fonds mondial pour la nature (WWF) sur « les fleuves les plus menacés au monde » précise que les principaux fleuves de chaque continent sont sous la menace de barrages, de pollution, de surpêche, d'espèces envahissantes, d'une extraction excessive de l'eau, ou du changement climatique.

AVRIL

17 avril Le Conseil de sécurité de l'ONU se réunit pour la première fois pour discuter du changement climatique. La réunion se concentre sur l'impact du changement climatique sur la paix et la sécurité. Tandis que certains participants soulèvent des doutes quant au rôle du Conseil à ce sujet, d'autres exhortent l'ONU à envisager d'organiser un sommet mondial.

JUIN

1er juin Le règlement européen sur l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques (REACH) entre en vigueur. REACH a pris plus de quatre ans à être négocié, et aura un impact sur différents secteurs industriels, des producteurs de produits chimiques en amont aux utilisateurs de produits chimiques en aval.

7 juin Six des huit nations industrialisées les plus importantes du monde s'accordent à « réduire au moins de moitié les émissions mondiales de CO₂ d'ici à 2050 » et de parvenir à cet objectif ensemble. La Russie et les É.U. sont les seules nations du G8 à ne pas participer à cet engagement. S'accordant sur un compromis, chacune des huit nations s'accordent à effectuer des réductions « conséquentes » de leurs émissions.

8 juin Le gouvernement russe crée le Zov Tigr, le premier parc national du pays dédié au tigre de Sibérie, après des années de militantisme et de préservation menées par le WWF et par les groupes environnementaux locaux.

J.MALLWITZ / SIII Pictures



22 juin Le PNUÉ présente son rapport, Sudan Post-Conflict Environmental Assessment report (Évaluation écologique sur l'après-conflit au Soudan), démontrant que la paix et les moyens d'existence au Darfour et dans le reste du Soudan sont inextricablement liés aux défis écologiques. Ce rapport encourage les décideurs nationaux et locaux à donner la priorité à l'éducation environnementale et au développement d'une gestion durable.

12 juillet Le Mexique annonce son projet de planter 250 millions d'arbres en 2007, représentant la plus importante promesse jamais faite par un pays en réponse à la campagne *Plantons pour la planète : la Campagne pour un milliard d'arbres*.

31 juillet Le département des forêts du gouvernement de l'Uttar Pradesh, l'État le plus peuplé d'Inde, réussit à planter 10,5 millions d'arbres en une seule journée.

RON GILLING / SIII Pictures



AOÛT

9 août Des ministres et officiels de la plus haute instance de l'environnement et de la santé des pays d'Asie du Sud-est et de l'Est adhèrent à la Déclaration de Bangkok sur l'environnement et la santé, dans un effort collectif de faire diminuer les 6,6 millions de décès estimés en Asie chaque année provoqués par divers risques sanitaires liés à l'environnement.

OCTOBRE

1er octobre Le Centre national américain de données sur la neige et la glace annonce que les glaces de la mer arctique ont atteint leur plus bas niveau lors de la saison des fontes de 2007, depuis le début des enregistrements par satellite en 1979.

SYLVAIN CORDIER / SIII Pictures



1-3 octobre Les participants à la Conférence de Davos en Suisse sur le changement climatique et le tourisme concluent que le secteur touristique doit réduire ses GES, adapter les entreprises et les destinations à changer leurs pratiques, augmenter leur efficacité énergétique, et obtenir des ressources financières pour venir en aide aux régions et aux pays pauvres.

11 octobre L'agence européenne pour l'environnement fait paraître son quatrième rapport d'évaluation sur la situation environnementale dans 53 pays, soulignant une importante pollution atmosphérique, une perte de la biodiversité, et une mauvaise qualité de l'eau sur l'ensemble de la région. Ce rapport conclue que la pollution atmosphérique aura vraisemblablement tendance à réduire la durée de vie des Européens de l'Ouest et de l'Est d'un an.

12 octobre Le Prix Nobel de la paix est décerné à l'ancien Vice-président Al Gore et au Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, pour leurs efforts de développement et de diffusion des connaissances sur les changements climatiques causés par l'homme, et pour poser les fondations des mesures nécessaires pour contrebalancer de tels changements.



MATT ARIZ

NOVEMBRE

1er novembre Les scientifiques rapportent que les incendies de forêt californiens qui ont détruit plus de 2 000 habitations en octobre, ont rejeté dans l'atmosphère près de 8 millions de tonnes métriques de CO₂ en seulement une semaine, ce qui représente environ un quart des émissions mensuelles totales de la Californie liés aux énergies fossiles.

12-17 novembre Le Groupe d'experts international sur l'évolution du climat fait paraître le rapport abrégé de son quatrième Rapport d'évaluation, qui passe en revue les changements climatiques et leurs conséquences, des possibilités d'adaptation, et des scénarios pour l'avenir.

20 novembre Le Congo annonce la fondation de la Réserve naturelle de Sankuru, visant à protéger les bonobos, une des espèces de singe les plus proches de l'homme, des braconniers et de la déforestation. Les 30 570 km² de la réserve seront créés en partenariat avec des groupes pour la protection de l'environnement et des agences gouvernementales du Congo et des États-Unis.

26 février Une nouvelle étude, publiée dans le compte-rendu de la US National Academy of Science, déclare que le commerce illégal de l'ivoire a atteint un niveau qui n'avait pas été rapporté depuis deux décennies, risquant de menacer les efforts visant à sauver l'éléphant africain de l'extinction.



MARTIN HARVEY / Still Pictures

26 février À la cérémonie de la 79e édition des Annual Academy Awards, l'Oscar du Meilleur documentaire revient au metteur en scène et aux producteurs du film, « Une vérité qui dérange », le documentaire éditant de l'ancien Vice-président des États-Unis, Al Gore, sur les dangers du changement climatique.

27 février La Chine se donne pour objectif d'augmenter son recours aux énergies renouvelables, principalement l'énergie éolienne et la biomasse, afin qu'elle passe de 10 à 20 pour cent de la consommation d'énergie totale d'ici à 2020, répondant ainsi à la demande croissante et réduisant l'effet de serre.

MARS

8 mars. Lors de la réunion de printemps des chefs d'état du Conseil de l'Union européenne (UE), les 27 membres de l'UE ont approuvé un nouvel objectif, visant à baisser leurs émissions collectives de GES de 20 pour cent par rapport au niveau de 1990, d'ici à 2020. L'Europe génère actuellement 15 pour cent des émissions de dioxyde de carbone mondial (CO₂).

20 avril Plus de 600 dirigeants de société et d'experts assistent au Global Business Summit pour l'environnement à Singapour, le premier de son genre en Asie. Ce sommet a permis d'éduquer des entreprises en matière de responsabilité environnementale et de montrer comment le secteur privé peut répondre aux enjeux du changement climatique.

24 avril Les six vainqueurs du prestigieux Prix Goldman pour l'environnement comptent parmi eux un fermier irlandais emprisonné pour s'être opposé à l'installation d'un gazoduc de Shell Oil à travers ses terres, et un entrepreneur islandais innovateur qui lutte contre la disparition des saumons sauvages de l'Atlantique Nord en négociant les rachats innovants des droits de pêche au filet.

MAI

14-17 mai Les dirigeants de gouvernements municipaux et d'entreprises de plus de 30 villes les plus grandes du monde se réunissent à New York pour le deuxième Sommet C40 sur le climat des plus grandes villes du monde. Dans un communiqué commun, toutes les villes participantes en appellent aux gouvernements nationaux pour autoriser les villes à s'attaquer au changement climatique.

16 mai La Chine forme un partenariat avec le PNUJ et les secrétariats de plusieurs Accords environnementaux multilatéraux, afin de lancer un programme qui aura pour objectif d'aborder le commerce illégal de chlorofluorocarbones et d'autres substances appauvrissant l'ozone. L'initiative vise la formation d'agents des douanes, pour qu'ils puissent faire face à une industrie criminelle, évaluée à des dizaines de milliards de dollar US chaque année.

28 mai Le Ministre indien de l'environnement annonce que la politique actuelle du pays en matière d'environnement, allié à l'efficacité énergétique, des mesures de conservation, des réformes dans le secteur de l'électricité, la transition vers une énergie plus propre et des efforts de boisement permettront à l'Inde de réduire ses émissions de GES de plus de 25 pour cent d'ici à 2020.

28 juin Le Service américain des poissons et de la faune sauvage annonce que le pygargue à tête blanche se rétablit et qu'il a été retiré de la liste américaine des espèces menacées d'extinction, au même titre que certains segments de la population de loups gris de l'ouest des Grands Lacs, et de la population d'ours bruns de Yellowstone.



ALLOIS THEO / Still Pictures

JUILLET

1er juillet La Chine, l'un des plus gros producteurs mondiaux de CFC et de halons, ferme cinq de ses six dernières usines, mettant le pays en avance de deux ans et demi par rapport au terme de 2010 du Protocole de Montréal pour l'élimination des deux substances chimiques appauvrissant la couche d'ozone dans les pays en développement.

1er juillet L'Organisation de coopération et de développement économique fait paraître sa première évaluation sur la performance environnementale de la Chine, en mettant en relief le fait que son développement économique rapide, son industrialisation et son urbanisation ont généré des pressions croissantes sur l'environnement, avec des conséquences néfastes sur la santé humaine et l'épuisement des ressources naturelles.

6 juillet Au sommet des dirigeants du Pacte Mondial des Nations Unies, les directeurs généraux de 153 sociétés mondiales s'engagent à accélérer leur action sur le changement climatique, et en appellent aux gouvernements pour s'accorder sur des mesures visant à garantir des mécanismes de marchés liés au climat réalisables et non discriminatoires pour l'après 2012, année de l'expiration du Protocole de Kyoto.

28 août Des scientifiques rapportent que le Passage du Nord-ouest, une route maritime normalement gelée longeant la côte arctique de l'Amérique du Nord, est désormais ouverte à la navigation. Elle présente aujourd'hui moins de glace qu'à tout autre époque, depuis le début des enregistrements en 1972.



Agence spatiale européenne

SEPTEMBRE

20 septembre Les forêts pluvieuses éloignées du Viêt-Nam, les centaines d'atolls de Micronésie, et les mangroves d'El Salvador figurent parmi les 23 écosystèmes ajoutés par l'UNESCO au Réseau mondial des réserves de la biosphère, fondé pour lutter contre la perte de la biodiversité et promouvoir le développement durable dans le but d'aider les collectivités locales.

24 septembre Le Secrétaire général de l'ONU, Ban Ki-moon, réunit la plus grande assemblée de dirigeants mondiaux sur le changement climatique au siège des Nations Unies, à New York. Ban Ki-moon exhorte les officiels de 150 nations à forger une coalition qui permettrait d'accélérer la réponse mondiale à une question qu'il qualifie de toute première priorité.

25 octobre Après cinq ans de consultations intenses avec les parties concernées de toutes les régions du monde, le PNUJ lance le 4^e Rapport d'évaluation de l'Avenir de l'environnement mondial (GEO). Ce rapport, qui s'intitule *L'Environnement pour le développement* rend compte des conclusions concernant la situation de l'environnement et met en relief les questions nouvelles exigeant une attention politique.

25 octobre Le gouvernement canadien annonce la création d'une Zone nationale de protection marine, recouvrant 10 000 km² du Lac Supérieur. Celle-ci deviendra la plus vaste zone protégée d'eau douce du monde.

26 octobre Lors d'une réunion organisée à Paris par le gouvernement français et la Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage, neuf pays africains signent un nouvel accord, visant une protection plus efficace des gorilles.

30 octobre Un rapport publié par l'Institut national de la recherche spatiale au Brésil indique une résurgence des taux de déforestation de l'Amazonie, qui atteindrait les taux d'avant 2004. En décembre, le Ministère de l'environnement déclare que bien que les taux de déforestation aient augmenté de 0,5 % en 1976 à 17 % en 2006, ces taux ont baissé de 20 % au cours de la dernière année enregistrée.



MARK EDWARDS/STILL PICTURES

27 novembre Les ministres de la pêche de l'UE s'accordent sur un plan de reconstitution des stocks de thon rouge sur plusieurs années, l'espèce étant très prisée et utilisée dans les sashimi et les sushi, mais menacée d'extinction. En septembre, la Commission européenne ferme des lieux de pêche pour le thon rouge jusqu'en 2008, après avoir découvert que son quota de 16 779,5 tonnes métriques avait déjà été atteint.

28-30 novembre Un symposium se déroule à Hawaï, afin de commémorer le 50e anniversaire de l'enregistrement mondial de CO₂. Le symposium mettra l'accent sur l'importance des enregistrements mondiaux à long terme, qui permettront à la société de gérer son chemin vers l'avenir.

DÉCEMBRE

3 décembre Le nouveau Premier ministre australien, Kevin Rudd, déclare que l'Australie a signé et ratifié le Protocole de Kyoto. Conformément au traité, l'Australie vise la restriction de ses émissions de GES à 108 pour cent des taux de 1990 pendant la période d'engagement s'étendant de 2008 à 2012. Cependant, Rudd prévient que l'Australie dépassera sans doute cet objectif d'un pour cent.



ISD/ EARTH NEGOTIATIONS BULLETIN

3-14 décembre Les réunions de l'ONU sur le Changement climatique tenues à Bali s'accordent sur la Feuille de route de Bali, qui pose un chemin de négociation pour les deux années à venir, afin de trouver un accord sur les arrangements post 2012.

Tour d'horizon

En 2007, les questions liées au changement climatique ont captivé l'attention mondiale. Le quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur les changements climatiques a ôté tout doute raisonnable quant à l'étendue et quant aux dangers du changement climatique. Les conséquences sur la biodiversité sont particulièrement troublantes, à mesure que les pressions issues d'autres activités humaines—telles que la déforestation, le chalutage de fond et la production de biocarburants—menacent les écosystèmes.



Des centaines de véhicules dans les rues de Jinan, en Chine, frayant leur chemin entre le smog épais, la pollution atmosphérique, et l'encombrement de la circulation chronique. En 2007, la Chine a connu une croissance massive de ses ventes de voitures, selon l'Association chinoise des constructeurs d'automobiles.

Source : Sinopictures / Still Pictures

REGARDS SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Le quatrième Rapport d'évaluation (AR4) du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a paru en quatre éditions au cours de l'année 2007. Le rapport du Groupe de travail 1 du GIEC a traité de la compréhension scientifique, le Groupe de travail 2 a abordé les questions d'impacts et d'adaptation, et le Groupe de travail 3 a analysé les aspects économiques et les possibilités d'atténuation. Fin novembre, le GIEC a enfin fait paraître son Rapport de synthèse couvrant l'ensemble de l'évaluation. Chaque parution a haussé la prise de conscience mondiale sur le changement du climat (IPCC, 2007a-d). L'année a aussi vu un afflux régulier de rapports provenant de sources économiques, environnementales et relatives au développement mettant en relief la façon dont le changement climatique affecterait les entreprises et les objectifs de divers secteurs (par exemple, Christian Aid, 2007, International Alert, 2007, UNEP, 2007, Lehman Brothers, 2007, Oxfam, 2007).

Les concentrations atmosphériques de GES sont en augmentation.

L'AR4 a étudié les publications de recherches scientifiques officiellement publiées début 2006. Depuis, le projet Global Carbone, un consortium international de programmes de recherche mis en place pour étudier le cycle du carbone de la Terre, a publié ses conclusions suggérant que le taux de croissance d'émissions de CO₂ augmente plus rapidement que prévu, même par rapport aux scénarios utilisant le plus de carburants fossiles mis en avant par le GIEC (Canadell et al., 2007, IPCC, 2007a). De 1990 à 1999, le taux de croissance d'émissions de CO₂ a été d'1,1 pour cent par an en moyenne. De 2000 à 2005, le taux de croissance est passé à plus de 3,3 pour cent par an (Raupach et al., 2007).

Des taux d'intensité carbonique constants ou légèrement en hausse caractérisent l'utilisation énergétique à la fois dans les pays développés et en développement : aucune région ne pratique la décarbonisation de son approvisionnement en énergie, alors que la population et le PIB par habitant sont en croissance (Canadell et al., 2007, USCCP, 2007).

Le taux de croissance des émissions est le plus élevé dans les pays en développement connaissant une industrialisation rapide, en particulier la Chine. Alors que les

Encadré 1 : Océans acides

Si les océans de la Terre n'absorbent pas près de la moitié de la surcharge de carbone émise par les activités humaines dans l'atmosphère, les effets du changement climatique seraient bien pires. Mais cette charge carbonique change les océans en modifiant l'équilibre de leur pH—leur niveau d'acidité ou d'alcalinité.

En temps normal, les océans sont légèrement alcalins, mais lorsqu'il y a dissolution de CO₂ dans l'eau de mer, des ions d'hydrogène (H⁺) sont libérés. Plus le CO₂ se dissout, plus la concentration d'H⁺ est élevée, accroissant par conséquent l'acidité. Les chercheurs savent que les océans n'ont pas absorbé du carbone aux taux actuels depuis peut-être 20 millions d'années. Au cours de ces années-là, la faune et la flore marines ont évolué pour subsister dans des eaux légèrement alcalines—ayant un pH de 8,0 à 8,3.

Ce n'est que récemment que l'effet de l'acidification des océans sur les écosystèmes et les organismes marins a été reconnue. Les espèces les plus menacées sont les mollusques—huîtres, clams, moules, et buccins—qui excrètent du carbonate de calcium pour former leurs coquilles, et les polypes coérentés, qui fabriquent les récifs coralliens complexes.

Aux taux d'émissions anthropogènes de CO₂ actuels, d'ici à la fin du 21^e siècle, l'acidification de l'océan aura totalement inhibé la transformation de calcium dont ont besoin les mollusques et les planctons calcaires pour survivre. Les récifs coralliens pourrissent et s'effondrent. Les écosystèmes à multiples facettes que soutiennent les récifs coralliens—les habitats nourriciers pour de nombreuses espèces de poissons—ne survivront plus qu'en photos (UNEP, 2007, Plymouth Marine Laboratory, 2007, Stone, 2007).

pays en développement—80 pour cent de la population humaine—représentent 73 pour cent de l'augmentation des émissions en 2004, ils n'ont entraîné que 41 pour cent des émissions totales en 2004 et seulement 23 pour cent des émissions mondiales accumulées depuis le début de l'industrialisation (Raupach et al., 2007).

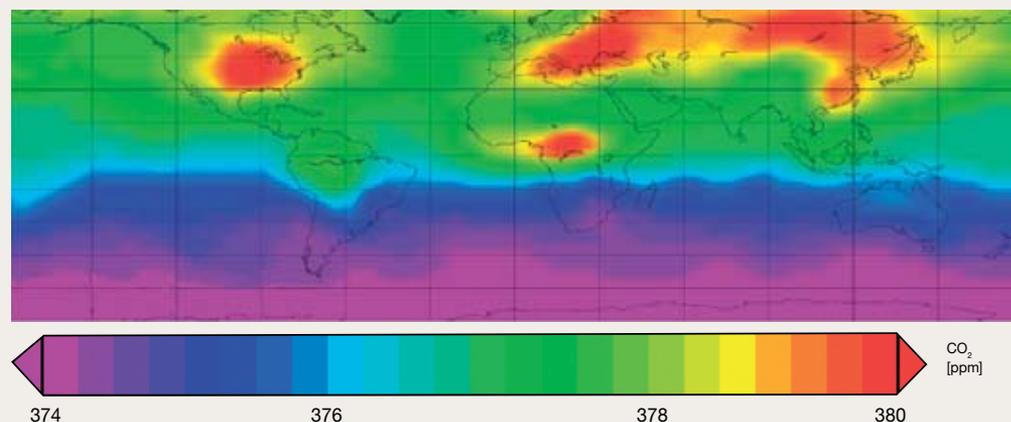
Les concentrations atmosphériques en CO₂ augmentent également pour une autre raison alarmante : L'absorption de CO₂ par les océans baisse (Canadell et al., 2007). Depuis les premiers enregistrements de concentrations en CO₂ en 1957, les scientifiques étudiant les sources et les puits du cycle du carbone ont réalisé que les océans ont servi de puits majeur pour les émissions de dioxyde de carbone anthropogènes. Ils ont absorbé presque la moitié de toutes les émissions de CO₂ provenant des carburants fossiles et d'autres sources industrielles depuis 1800, et en absorbent actuellement encore 25 à 30 pour cent (Sabine et al., 2004) (**Encadré 1**).

Une étude a analysé les observations de navires croisant dans l'Atlantique Nord, une région considérée comme ayant une importante capacité à servir de puits en raison de la forte circulation verticale résultant de la densité de l'eau à des températures faibles avec une forte salinité. Il a été noté que l'absorption de CO₂ dans la région étudiée a chuté de plus de 50 pour cent entre le milieu des années 90 et la période de 2002 à 2005. Ce déclin est attribué à un mélange vertical moindre et à une capacité tampon en déclin dans les eaux de surface, tandis que les concentrations carboniques des océans augmentent. (Schuster et Watson, 2007). Une autre étude suggère que la capacité d'absorption annuelle de l'océan Antarctique en CO₂ a faibli de 80 millions de tonnes métriques par décennie entre 1981 et 2004, par rapport à une capacité annuelle moyenne du puits carbonique de l'océan Antarctique située entre 100 et 600 millions de tonnes métriques. Ce déclin pourrait être causé par des changements dans



Jardin de corail mou *Dendronephthya*, Fidji.
Source : Paul Humann/ fishid

Figure 1 : Carbon Tracker montre les concentrations atmosphériques en CO₂



Le CarbonTracker est un outil qui permet de surveiller le flux de carbone provenant des processus industriels et biologiques à des échelles allant des niveaux mondial et régional au niveau urbain. La surveillance a commencé en 2000, lorsque la barre d'échelle monochrome s'étendait de 368 à 372 parties par million ; les derniers ensembles de données datent de 2005, la barre de couleurs s'étendant de 374 à 380 parties par million. Il a été développé par le NOAA, pour renseigner le rapport du « First State of the Carbon Cycle Report » du Climate Change Science Program américain, publié en novembre 2007.

La fraction molaire de la colonne moyenne de CO₂ (ppm) pour 2005 a été calculée à partir du modèle de surveillance du Carbon Tracker du NOAA (c.f. : <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccg/carbontracker/>). Les régions en bleu ont un CO₂ relativement bas, tandis que les régions en rouge ont un CO₂.

Source : NOAA Research 2007, USCCSP 2007

les configurations des vents—ils inhibent à présent le transfert de CO₂ de la surface vers les profondeurs de l'océan (Le Quere et al., 2007). Les deux études considèrent des causes complexes et liées pour les phénomènes étudiés, mais le changement climatique est un facteur important de leurs explications.

L'Organisation météorologique mondiale a fait paraître les chiffres de concentrations atmosphériques en GES pour 2006, montrant les plus hauts taux de CO₂ et de N₂O enregistrés, alors que les concentrations en méthane demeurent stables (WMO, 2007) (**Tableau 1**). Des taux de plus en plus élevés de concentration atmosphérique en CO₂ caractérisent un cycle du carbone qui provoque des changements climatiques plus tôt et plus intenses qu'anticipé (Canadell et al. 2007) (**Figure 1**).

Modèles de précipitation et activités de tempêtes

Des études récentes ont attribué à l'influence de l'homme les changements des niveaux d'humidité et de précipitation à l'échelle mondiale (Willett et al., 2007, Zhang et al., 2007). Ces changements sont plus importants que les estimations de simulations de modèles. Il se peut qu'ils aient déjà eu d'importants effets sur les écosystèmes, l'agriculture, et la santé

humaine dans les régions sensibles aux changements de précipitation, telles que le Sahel (Zhang et al., 2007). Les variations dans les régimes de précipitation et d'humidité sont des facteurs importants quand qu'il s'agit d'événements liés au stress relatif humain à la chaleur de l'hydrologie de surface, de l'intégrité des écosystèmes, et de la répartition géographique et l'intensité des tempêtes (Willett et al., 2007).

Fidèle aux attentes de la plupart des chercheurs quant au changement climatique, l'année a engendré de nombreuses tempêtes ainsi que des conditions

Tableau 1 : Tendances des teneurs de GES

Teneur mondiale moyenne des principaux gaz à effet de serre, au cours des douze mois de 2006 et dans le contexte des tendances historiques.

	CO ₂ (ppm)	CH ₄ (ppb)	N ₂ O (ppm)
2006 Mondial	381,2	1785	320,1
2006 par rapport à 1750**	136 %	255%	119%
Augmentation moyenne annuelle depuis 1997	1,93	2,4	0,76

**En supposant un rapport de mélange préindustriel de 280 ppm pour le CO₂ 700 ppb pour le CH₄ et 270 ppb pour le N₂O.

Source : WMO GHG Bulletin 2007

météorologiques inhabituels. Cependant, deux événements méritent une attention particulière, car ils illustrent la bien-fondé des alertes précoces et de la préparation aux catastrophes.

Le cyclone tropical Gonu fut la tempête la plus puissante enregistrée en mer d'Arabie, où la plupart des systèmes de tempête se dissipent à l'approche de la Péninsule arabique aride et il l'aligne en intensité sur la plus violente tempête enregistrée sur tout l'Océan Indien Nord, y compris la Baie du Bengale, où les cyclones sont plutôt communs (JTWC, 2007, NASA, 2007). Les plates-formes pétrolières furent fermées, et quelques-unes furent évacuées. En Oman, 20 000 personnes furent évacuées de la capitale Muscat et des zones environnantes, ainsi que la totalité des habitants de deux îles. Ces personnes furent logées dans des habitations offertes par le gouvernement, équipées de stocks de vivres et de médicaments. En Iran, 40 000 personnes furent évacuées des régions côtières. Le Croissant rouge iranien et le National Disaster Task Force furent mobilisées. Les deux pays ont pu pleinement faire face à la situation (ReliefWeb, 2007a).

En novembre, le cyclone tropical Sidra a touché la côte occidentale du delta du Gange. Il a frappé la région proche du niveau de la mer la plus densément peuplée du monde, connue pour de lourdes pertes en vie lors de tempêtes passées, à cause des inondations directes et des ondes de tempête. En 1970, une tempête qui avait touché la côte dans la même région avait provoqué 300 000 décès, et avait été l'une des catastrophes naturelles les plus dévastatrices



Un garçon bangladais promène son vélo à travers le marché saccagé de la ville de Sarankhola, après le passage du cyclone Sidr. Plus de 2 millions de personnes ont été évacuées avant que Sidr ne ravage les régions côtières proches du niveau de la mer. Alors que le bilan des décès a été relativement modeste compte tenu de la sévérité du cyclone, plus de 4 millions de personnes ont tout perdu.

Source : Ruth Fremson/ The New York Times

de l'histoire moderne. En 1991, 138 000 personnes ont péri dans un cyclone semblable. Cette fois, plus de 3 000 personnes ont succombé, mais des millions de personnes ont perdu leurs moyens d'existence, prouvant que les investissements dans la préparation aux catastrophes a ses avantages, mais qu'il en résulte toutefois d'importants défis (ReliefWeb, 2007b).

Depuis une décennie, la relation entre l'activité des ouragans dans l'Atlantique Nord et le changement climatique suscite de nombreux débats. Des corrélations entre la température à la surface de la mer et les cycles liés à l'oscillation australe d'El Niño sont désormais reconnues. Les chercheurs avancent l'existence de cycles de 10 ans, 12 ans, et 40 ans (Goldenberg et al., 2001, NASA, 2001). En 2007, les scientifiques du Centre national de recherches sur l'atmosphère ont indiqué que l'apparition d'ouragans avait doublé dans le bassin atlantique depuis 1900. Ils ont identifié trois étapes dans la multiplication des tempêtes tropicales, en désignant l'année 1995 comme étant le point de départ de l'augmentation la plus récente, et ayant une forte corrélation avec la hausse des températures de surface des mers. La proportion d'ouragans par rapport aux tempêtes—environ 55 pour cent—est restée la même, tandis que le nombre total a augmenté. Cependant, la proportion d'ouragans majeurs, c'est-à-dire les ouragans ayant des vitesses du vent dépassant les 175 km/h, ont augmenté de façon significative (Holland et Webster, 2007).

Les saisons d'ouragans de l'Atlantique Nord très actives de 2004 et 2005 ont donné un coup d'accélérateur significatif pour la recherche ciblée sur les variables affectant la formation d'ouragans. Les saisons relativement calmes de 2006 et 2007 pourraient être expliquées par l'influence de fortes tempêtes de poussière qui se forment dans le Sahara de mai à août en progressant vers l'ouest, livrant un air très sec dans le bassin atlantique. Cet air sec absorbe l'humidité et la chaleur de l'air située à proximité de la surface de l'océan, amortissant la vitesse des vents. De même, la poussière pourrait protéger la surface de l'océan du soleil estival direct, la laissant se refroidir (Evan et al., 2006, Klotzbach et Gray, 2007).

Fonte des glaces et accélération de la hausse du niveau de la mer

Les niveaux de la mer affichent également une augmentation plus rapide que prévue. L'AR4 du GIEC considère que l'expansion thermique des océans et que la fonte des glaciers sont à l'origine de l'augmentation



Le cyclone Gonu a laissé derrière lui une scène de destruction—inondant les rues, coupant les lignes électriques, endommageant les réservoirs d'eau, et compromettant les infrastructures côtières.

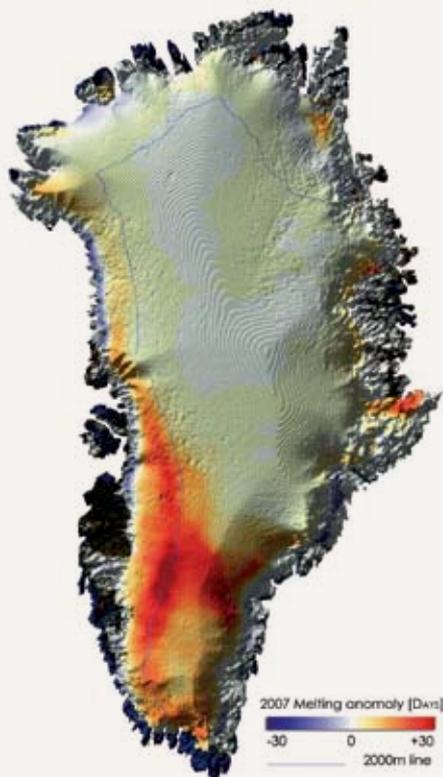
Source : Dilip Correa/ Daijiworld.com

actuelle du niveau de la mer, mais suppose que la fonte de l'inlandsis ou calotte de glace du Groenland et de l'Antarctique ne fait qu'y contribuer faiblement (IPCC, 2007c). La fonte des glaces est responsable en grande partie de l'augmentation du niveau de la mer lorsqu'elle n'est pas attribuable à l'expansion provenant du réchauffement climatique. Au moins 60 pour cent de la fonte des glaces provient des glaciers et des calottes glaciaires (des zones de glace terrestre couvrant moins de 50 000 km²) plutôt que des deux inlandsis ou calottes de glace (Meier et al., 2007).

Les contributions des glaciers et des calottes glaciaires se sont accélérées depuis la fin des années 90, en partie en raison de l'amincissement excessif et du retrait des glaciers aboutissant dans l'océan. La perte accélérée de glaces provenant de glaciers aboutissant à la mer est vraisemblablement due aux instabilités dynamiques où le contact sous-marin entre le glacier et le fond de la mer faiblit et permet aux glaces intérieures de se répandre rapidement et aux eaux subglaciaires de s'écouler. De telles instabilités ne sont pas bien représentées dans les modèles climatiques et sont éventuellement responsables d'augmentations du niveau de la mer supplémentaires. Cette accélération de la fonte des glaciers pourrait entraîner une augmentation supplémentaire de 0,1 à -0,25 m du niveau de la mer d'ici à 2100, dépassant les estimations de l'AR4 (Meier et al., 2007). Cependant, un inventaire de la perte de glaciers est en train d'être établi à l'échelle mondiale, selon le modèle bien documenté des Alpes. Les estimations actuelles indiquent que les glaciers des Alpes européennes ont perdu environ la moitié de leur volume total entre 1850 et 1975, et 25 pour cent supplémentaires du volume restant entre 1975 et 2000, et encore de 10 à 15 pour cent de ce qu'il en restait entre 2000 et 2005 (Haeberli et al., 2007).

Les chercheurs n'ont pas encore la possibilité d'incorporer les changements se produisant dans les dynamiques de l'inlandsis dans leurs modèles. Parmi les exemples de ces changements, on peut citer les effets des courants marins plus chauds sous les plates-formes glaciaires, qui conduisent à l'amincissement et à l'instabilité, ainsi que les effets d'eaux de fonte s'infiltrant dans les cheminées de glace verticales ou moulins, et lubrifiant le contact entre la glace et la roche à la base de la plate-forme. L'effet de lubrification des eaux subglaciaires est d'un intérêt particulier dans les parties de l'inlandsis du Groenland où la fonte a duré entre 25 et 30 jours de plus en 2007 que la moyenne observée lors des 19 années précédentes. Selon les conclusions les plus récentes, 2007 a marqué une tendance à la hausse dans la fonte actuelle sur l'ensemble de l'inlandsis du

Figure 2 : Fonte saisonnière de l'inlandsis du Groenland, 2007



Cette illustration montre le nombre de journées de fonte des neiges enregistrées au Groenland en 2007. Les régions ayant plus de 20 journées de fonte que la moyenne sont indiquées en rouge (Tedesco, 2007).

Groenland ; les fontes en régions de haute altitude ont surpassé toutes celles enregistrées jusqu'à présent, avec 150 pour cent de plus que la moyenne (Tedesco, 2007) (Figure 2).

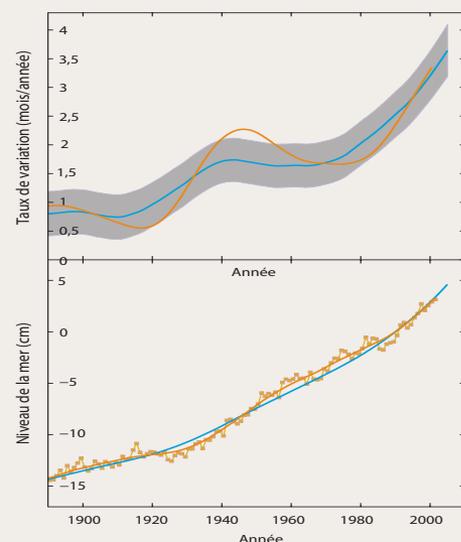
Les données indiquent que l'Antarctique perd également de son volume général. Les pertes combinées du Groenland et de l'Antarctique sont estimées à environ 125 gigatonnes de glace par an aux taux actuels. Ceci suffit à faire augmenter le niveau de la mer de 0,35 millimètre par an. Le taux actuel d'augmentation du niveau de la mer est de 3,0 millimètres par an. En ajoutant les contributions supplémentaires provenant de la perte de glaces de l'Antarctique et du Groenland aux contributions issues des glaciers aboutissant à la mer, leur contribution potentielle serait de 15 à 20 pour cent supérieure à l'augmentation du niveau annuel de la mer projetée par l'AR4 (Shepherd et Wingham, 2007).

La compréhension des variables qui interagissent et causent une élévation du niveau de la mer reste limitée, mais certains scientifiques ont tiré une simple corrélation entre les températures atmosphériques mondiales et la hausse du niveau de la mer (Rahmstorf, 2007) (Figure 3). En utilisant la hausse du niveau de la mer observée au cours du siècle dernier pour calibrer une projection linéaire des niveaux marins futurs, le réchauffement qui résulterait des émissions dans un scénario "Business-as-usual" entraînerait une hausse du niveau de la mer se situant entre 0,5 et 1,4 mètre au cours de notre siècle. La corrélation fonctionne parce que les contributions significatives à la hausse du niveau de la mer ont été provoquées seulement par l'expansion thermique des eaux de l'océan et de la fonte des glaciers montagneux—les contributions significatives de l'inlandsis de l'Antarctique et du Groenland n'ont pas encore commencé (Rahmstorf, 2007, Hansen, 2007).

Position politique de l'Arctique

En 2007, les glaces marines de l'océan Arctique ont rétréci, atteignant leur plus petite surface jamais enregistrée (ESA, 2007). Un système de haute pression a persisté sur l'Arctique en juin et en juillet, produisant trois effets qui ont accentué la fonte des glaces—des ciels dégagés et un ensoleillement pendant les longues journées arctiques, des vents poussant l'air tiède vers le nord, et des courants éloignant la glace de la Sibérie, exposant de vastes étendues d'eau libre (NSIDC, 2007). Les projections de l'AR4 laissent entendre que les étés arctiques ne seront plus recouverts de glace d'ici à 2100

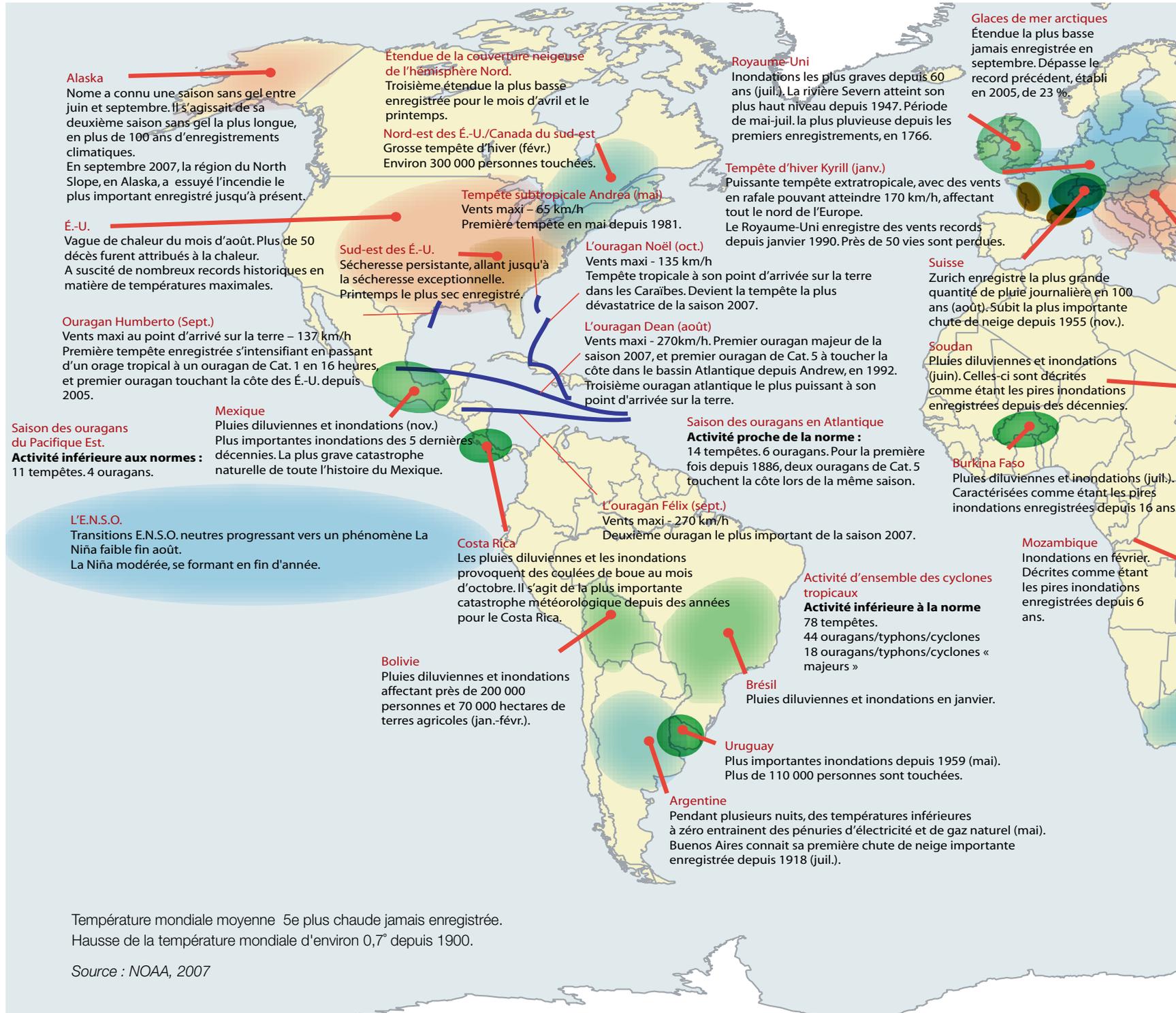
Figure 3 : Corrélations entre la hausse du niveau de la mer et la hausse des températures

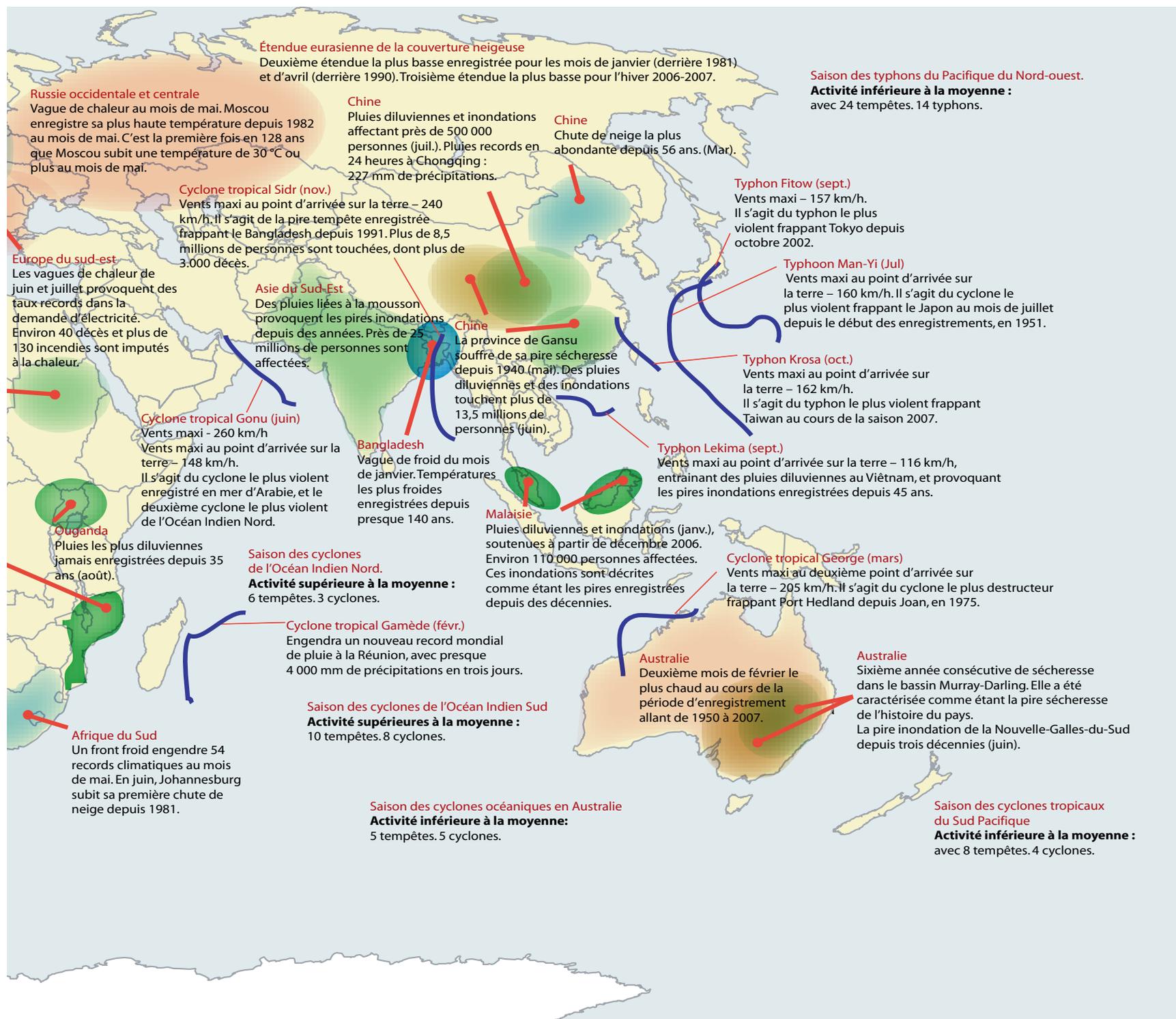


Ces graphiques montrent les corrélations générales entre la hausse des températures et du niveau de la mer provoquée par l'expansion thermique et la fonte des glaciers. En haut : Taux de variation (mm par an)—La ligne marron lisse correspond à une hausse du niveau de la mer, calculée selon les observations du marégraphe ; la ligne bleue est calculée à partir des températures moyennes mondiales. En bas : Variation du niveau de la mer (en cm)—Mêmes données, avec une hausse du niveau de la mer par rapport à 1990 ; la ligne marron non lisse correspond aux données annuelles relatives au niveau de la mer (Rahmstorf, 2007).

(IPCC, 2007b). Pourtant, certaines études projettent un Arctique sans glace dès l'an 2040, alors que fin 2007, des chercheurs ont proposé que l'été arctique serait sans glace dès 2013 (Holland et al., 2006, Borenstein, 2007). La perspective de saison avec de larges étendues d'eaux libres ont conduit à des revendications internationales de domination sur la région. La Russie a planté un drapeau dans le fond marin situé sous le Pôle Nord, tandis que le Canada et le Danemark ont poursuivi leur collaboration à un programme de recherche à long terme visant à cartographier la dorsale Lomonosov (Continental Shelf Project, 2006). On estime que la dorsale contient des réserves de pétrole et de gaz, chacune des trois nations la revendiquant comme une extension des plateaux continentaux conformément aux dispositions du Droit de la mer. Les États-Unis maintiennent que l'ensemble de l'océan Arctique appartient aux eaux internationales (Shukman, 2007).

Anomalies climatiques et événements importants en 2007





PRESSIONS SUR LA BIODIVERSITÉ

Les changements climatiques auront un sérieux impact sur la biodiversité. Une étude paléontologique des fossiles des 520 millions dernières années—depuis que les animaux à squelette ont apparu—a montré que les phases plus chaudes correspondent à des niveaux plus faibles de biodiversité. En étudiant les relations potentielles entre les données indirectes des températures de la surface de l'océan et la biodiversité représentée à travers les fossiles, les chercheurs ont trouvé une corrélation entre tout type de changement climatique et les extinctions. Mais ils ont aussi détecté une corrélation entre des températures plus chaudes et une perte de la biodiversité. De même, ils ont détecté un laps de temps avant que les adaptations ne permettent à de nouvelles espèces d'évoluer et de repeupler des niches des écosystèmes à partir des espèces ayant survécu au réchauffement (Mayhew et al., 2007).

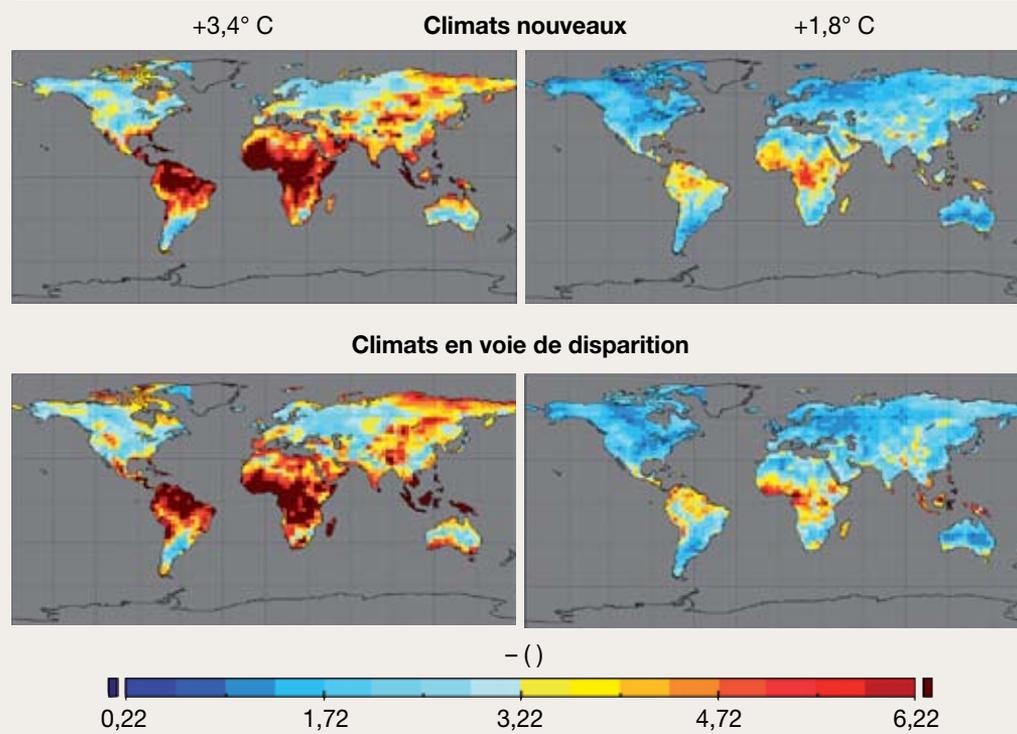
Une nouvelle analyse géographique identifie les régions susceptibles d'être les plus menacées par le changement climatique, et conduisant les écosystèmes et les espèces associées à l'extinction (**Figure 4**). Cette étude a utilisé des scénarios du GIEC pour faire une projection des changements provoqués par les hausses de température possibles. Si les températures moyennes mondiales augmentent de 3,4° C d'ici à 2100, les climats actuels pourraient disparaître sur plus de 10 à 48 pour cent de la surface de la terre. Certains climats, concentrés dans les montagnes tropicales et les latitudes élevées des continents, pourraient complètement disparaître. Ces



Femelle gorille occidentale de plaine avec son petit, République démocratique du Congo.

Source : Vernay Pierre / Still Pictures

Figure 4 : Projection des climats nouveaux et menacés d'ici à 2100



Carte mondiale des climats en voie de disparition et des climats nouveaux selon deux scénarios du GIEC, l'un projetant une hausse de la température de 3,4° C et l'autre projetant une augmentation de 1,8° C. Des changements touchent quasiment chaque partie du globe—les zones en jaune et en rouge indiquent plus de changements causés par les conditions actuelles, celles en bleu indiquant des changements moindres (Williams et al., 2007).

climats menacés, ainsi que les écosystèmes fragiles qui ont évolué avec eux, comprennent les forêts de montagnes tropicales—en particulier les forêts de nuages des Andes—les fynbos d'Afrique du Sud, et certains climats arctiques (voir le chapitre des Nouveaux défis). Pendant cette même période, sur 12 à 39 pour cent de la surface de la Terre—principalement les régions tropicales et subtropicales—de nouveaux climats pourraient se développer.

Les zones de climats menacés correspondent de près aux régions identifiées en tant que zones de grande diversité biologique et d'endémisme—comprenant les Andes, la Més-Amérique, l'Afrique australe et orientale, la chaîne de l'Himalaya, les Philippines, et les îles comprises entre l'Australie et la Péninsule malaisienne. Au niveau du sol, il n'existe pas de corrélation majeure entre les régions où l'on projette le développement de nouveaux climats et les régions où l'on anticipe la disparition de climats ; il se peut donc que les espèces les

plus menacées n'aient pas l'occasion de s'adapter aux nouveaux climats. Les habitations et activités humaines inhiberont les migrations spontanées. Cependant, des couloirs entre des réserves et une préservation délibérée associés à des efforts de relocalisation pourront aider les espèces à s'étendre et à s'adapter aux nouveaux climats.

Si les températures n'augmentent que de 1,8° C, la menace potentielle en serait grandement réduite : 4 à 20 pour cent de la surface terrestre verrait une perte des climats existants d'ici à 2100, avec un gain semblable en climats nouveaux (Williams et al., 2007).

Espèces menacées d'extinction

Les données actuelles avancent l'image d'un déclin constant de la biodiversité qui a été baptisé crise d'extinction mondiale (Eldredge, 2001). Sur la Liste rouge 2007 de l'Union mondiale pour la nature (UICN), le nombre d'espèces en danger est passée à 16 306, de 16 118 en 2006 (IUCN, 2007a).

Tous les grands singes, reconnus comme espèces clefs "indicatrice" pour des écosystèmes vulnérables, sont désormais classés comme étant en danger ou très fortement menacés—l'état de menace le plus critique. En 2007, le gorille occidental (*Gorilla gorilla*) fut reclassifié, passant d'espèce en danger à espèce en danger critique d'extinction. La population de la principale sous-espèce, le gorille occidental de plaine (*G. gorilla gorilla*), a chuté de plus de 60 pour cent au cours des 20-25 dernières années, à cause du commerce de la viande de brousse et du virus Ebola (IUCN, 2007a). La situation sérieusement vulnérable du gorille de montagne (*G. beringei beringei*) a attiré l'attention du public quand, en l'espace de quelques mois, neuf gorilles ont été tués dans le Parc National de Virunga dans la République démocratique du Congo—une région où les conflits et les urgences complexes ont dominé l'histoire récente (Leakey, 2007).

Sur une note plus positive, neuf états où vivent les gorilles—la République Centrafricaine, l'Ouganda, la République Démocratique du Congo, le Nigeria, la Guinée Équatoriale, l'Angola, le Cameroun, et le Gabon—ont approuvé l'Accord pour la protection des gorilles, un accord juridique contraignant établi

sous la Convention de conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage, visant à combattre le braconnage des gorilles, à appliquer les réglementations, et à établir une capacité juridique et judiciaire (IISD, 2007). La République démocratique du Congo a créé la nouvelle réserve naturelle de Sankuru afin de protéger les bonobos menacés d'extinction. Cette réserve, qui recouvre plus de 3 millions d'hectares de forêt tropicale humide, représente le plus grand ensemble protégé pour les grands singes (Bonobo Conservation Initiative, 2007).

Les coraux en danger

Pour la première fois dans son histoire, la Liste rouge 2007 comprend des espèces coralliennes océaniques. Dix espèces coralliennes des Galapagos, affectées par El Niño et par le changement climatique, ont été ajoutées à la liste, dont deux à la liste des espèces fortement menacées et une vulnérable. Toutes les îles Galapagos ont été ajoutées à la liste des sites en danger du World Heritage, selon une recommandation de l'IUCN. Une mission de l'IUCN-UNESCO a indiqué que le nombre de visiteurs annuels se rendant sur les îles avaient augmenté de 40 000 à 120 000 entre 1996 et 2007, tandis que l'immigration engendrée par le

tourisme fait croître la population locale de 4 pour cent chaque année. Des espèces étrangères et invasives de plantes sont désormais en plus grand nombre que les plantes natives, et 180 des 500 espèces de plantes natives des Galapagos sont sur la Liste rouge de l'IUCN (IUCN, 2007b).

Les écosystèmes des récifs coralliens font face à des menaces continues provoquées par la pollution, le chalutage de fond, la plongée, les collectes, et le changement climatique (**Encadré 2**). L'examen d'études relatives aux récifs coralliens indo-pacifiques a démontré que la couverture moyenne corallienne n'était que de 22 pour cent en 2003, par rapport à son niveau pré-industriel d'environ 50 pour cent (Bruno et Selig, 2007). La surface corallienne a chuté d'1 pour cent par an au cours des vingt dernières années, soit environ 150 000 hectares, mais a chuté de plus de 2 pour cent, soit 316 800 hectares par an, entre 1997 et 2003. Ce taux de perte de la surface corallienne dépasse les taux de perte des forêts tropicales humides (IUCN, 2007b).

Mesures de conservation

Il y a eu quelques signes d'espoir en matière de préservation de la biodiversité. Le nombre d'éléphants africains pourrait être en hausse. Le Rapport de

Encadré 2 : Les restrictions sur le chalutage de fond se répandent

L'année 2007 a vu des avancées majeures dans les restrictions concernant le chalutage de fond. En mars, l'Assemblée générale des Nations Unies a adopté la résolution 61/105, visant à améliorer la durabilité des pêcheries. Cette résolution en appelle aux nations et aux organisations de gestion des pêches régionales (OGPR) pour prendre des mesures visant à empêcher 'd'importants impacts néfastes' causés par le chalutage de fond à l'encontre des écosystèmes marins vulnérables (ÉMV), en particulier les monts sous-marins, les sources hydrothermales, les coraux d'eaux froides, et les champs d'éponges.

Un certain nombre d'OGPR ont répondu à cet appel. En janvier, l'Organisation de pêche du Nord-ouest Atlantique a fermé quatre régions de monts sous-marins à tout chalutage de fond jusqu'en décembre 2010. En juin, le Conseil de gestion des pêches en Pacifique Nord a fermé environ 46 millions d'hectares au nord le mer de Béring au chalutage de fond, protégeant ainsi des zones où pourraient migrer les stocks de poissons dans un monde en réchauffement. Le chalutage de fond sera limité dans la partie Sud de la mer de Béring, aux régions où la pratique a déjà endommagé les écosystèmes du fond des mers.

En septembre 2007, les pays travaillant à la création de l'Organisation de gestion des pêches régionales en Pacifique Sud (SPRFMO) a accepté un ensemble complet de mesures provisoires pour la région. Jusqu'à 2010 au moins, la pêche dans les ÉMV sera strictement contrôlée. La pêche sera évaluée sur base du respect de ces dispositions, et les états membres devront surveiller et rendre compte de toute exploitation pouvant affecter négativement les ÉMV.

De nombreuses limitations restreignent la protection d'ensemble qui est nécessaire. La plupart des ÉMV n'ont pas été bien répertoriés : les connaissances sur leurs caractéristiques, leurs interdépendances et leurs processus sont très réduites. La SPRFMO est un objectif qui n'est pas encore en place ; le respect et la mise en application sont pour l'instant volontaires. Les nations en-dehors de la SPRFMO ne sont pas obligées de s'y soumettre, et les navires battant pavillons de complaisance pourront continuer à faire du chalutage de fond dans le Pacifique Sud à l'extérieur des Zones économiques exclusives des participants.

Sources : Alaska Marine Conservation Council, 2007, Clark et al., 2006, GEO4, 2007, Kitchingman et Lai, 2004, SPRFMO, 2007a, SPRFMO, 2007b, UN, 2006



Le chalutage de fond se pratique en traînant des chaluts le long du fond de la mer, pour récolter les espèces de poissons vivant dans les grands fonds. Cette technique de pêche nuit beaucoup aux écosystèmes des fonds marins ; les écologistes condamnent cette pratique. Ces chalutiers agitent la boue des grands fonds près de l'embouchure du Changjiang (Yangtze), en Chine.

Source : J. Allen/ NASA Earth Observatory



La plante oléagineuse jatropha sur une ferme expérimentale à Bhavnagar, en Inde, est cultivée pour la production de biodiesel. Une des entreprises les plus importantes du secteur privé indien de l'industrie pétrolière, Reliance Industries, a lancé une vaste initiative pilote visant à cultiver le jatropha. Une plantation de 100 000 hectares devrait donner un rendement d'environ 250 000 - 300 000 tonnes métriques d'huile de jatropha brute par an.

Source : J. Boethling/ Still Pictures

2007 sur la situation des éléphants africains estime que l'on dénombrait 554 973 éléphants africains en 2007, en tenant compte à la fois des chiffres définitifs et probables. La comparaison d'études répétées en Afrique australe et orientale (où se situent les deux tiers de leur aire de répartition) montre une hausse de 66 302 éléphants dans la catégorie définitive, soit un taux de croissance de 4 pour cent par an depuis la dernière étude, en 2002 (Blanc et al., 2007).

L'année 2007 a aussi vu la création de larges zones protégées au sein d'importants centres de diversité biologique. Le Brunei Darussalam, l'Indonésie et la Malaisie se sont accordés à conserver et à gérer de façon durable 22 millions d'hectares de forêts humides équatoriales à Bornéo—presque un tiers de l'île (WWF, 2007). Le gouvernement de Madagascar a créé 15 zones protégées couvrant plus d'un million hectares (Conservation International, 2007).

Menaces et promesses des biocarburants

Les biocarburants ont bénéficié d'une large promotion comme étant un moyen d'éviter les émissions de gaz

à effet de serre provenant des combustibles fossiles. En 2007, la controverse sur les biocarburants s'est intensifiée, tandis que la production et les zones des récoltes de biocarburant se sont élargies, et que le prix des aliments a augmenté. En avril 2007, UN-Energy—un consortium de 20 agences des Nations Unies—a fait paraître un rapport posant d'importantes questions sur les biocarburants : les biocarburants vont-ils chasser les cultures alimentaires, augmenter le prix des aliments, et exacerber la sécurité alimentaire ? La production de biocarburants continuera-t-elle à dégrader les écosystèmes qui sont déjà menacés ? Les biocarburants exacerbent-ils la crise climatique en considérant toute la chaîne de production ? Et quel effet cette transition vers la production de biocarburants aura-t-elle sur les femmes, les petites exploitations agricoles, et sur l'intégrité des collectivités rurales ? Le rapport recommande un processus de participation pleinement développé des parties concernées afin de planifier l'utilisation des biocarburants pour un développement durable (UN-Energy, 2007).

Les biocarburants sont utilisés depuis que l'homme a recours au feu. Au cours des dernières décennies, le biocarburant, sous la forme de biogaz généré localement, a révolutionné la consommation énergétique de petites communautés en Inde, au Népal, et en Chine. Au Népal, 72 pour cent des installations de biogaz sont reliées aux latrines, entraînant des améliorations des conditions sanitaires et de la santé humaines de façon significative en même temps.

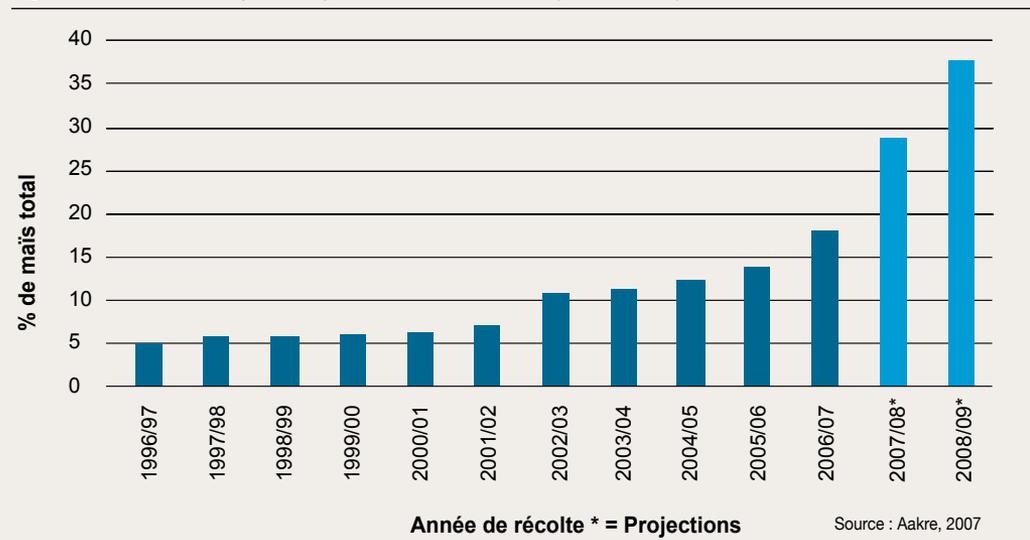
La controverse actuelle a trait aux biocarburants agricoles, appelés par certains agrocarburants. Ceux-ci sont dérivés du maïs, de l'huile de palme, du sucre, du colza, du jatropha, du miscanthus, du millet, du blé, et d'autres plantes, et sont principalement utilisés pour remplacer les carburants fossiles dans le secteur des transports (USDA, 2007).

De nombreux pays ont introduit des proportions obligatoires de biocarburants, en particulier l'éthanol, dans leurs mélanges de carburant : En Europe, on exige que 10 pour cent des carburants de transport proviennent de biocarburants d'ici 2020. Des exigences pour un contenu de 10 pour cent d'éthanol dans les carburants ont été introduits en Colombie, au Venezuela, et en Thaïlande. En Chine, un mélange obligatoire de 10 pour cent est requis dans les cinq provinces ayant la plus grosse consommation de carburants utilisés pour les transports.

Ces exigences légales ont donné lieu à une augmentation rapide dans le secteur dédié à la culture de récoltes de biocarburants. Une demande en forte hausse pour l'huile de palme a conduit à une déforestation intensive en Asie du Sud-est (UN-Energy, 2007). L'augmentation des prix des denrées alimentaires autour du monde, et en particulier de ceux du maïs, sont attribués en partie à l'investissement dans la culture de récoltes destinées à la production de biocarburants (Economist, 2007, Pachauri et Hazell, 2006) (**Figure 5**).

La hausse des prix des céréales a une influence sur le prix de bien d'autres aliments, y compris la viande et les produits laitiers. La croissance rapide

Figure 5 : Maïs utilisé pour la production d'éthanol (1996-2009)



de la consommation de viande et de produits laitiers en Asie a des conséquences importantes, puisqu'il faut 13 kilogrammes de céréales riches en protéines pour produire 1 kilogramme de viande (Pimental et Pimental, 2003).

De nombreux pays en développement s'inquiètent de l'effet que pourrait avoir la production de biocarburants sur les moyens d'existence de communautés rurales et sur les écosystèmes qui en dépendent. Les récoltes destinées aux biocarburants pourraient créer des emplois dans des régions rurales où vit une grande partie des pauvres de notre planète—dans l'idéal, une production à plus petite échelle pourrait stimuler de telles communautés. Mais la production de biocarburants favorise l'agriculture industrielle à grande échelle, qui exclue les rôles traditionnellement détenus par les femmes dans la production de récoltes, ainsi que de la plupart des hommes des communautés rurales (UN-Energy, 2007).

Un autre problème que pose la production de biocarburants par l'industrie agroalimentaire est la probabilité d'une plus grande consommation d'eau par



La principale forêt tropicale humide du Sarawak à Bornéo, en Malaisie, l'un des écosystèmes les plus riches et les plus anciens du monde, est constamment menacé de développement et d'exploitations forestières illégales pour dégager la terre pour la production d'huile de palme. Les populations autochtones ont organisé des protestations et des blocus contre les opérations d'exploitation forestière, conduisant un grand nombre d'entre elles à des arrestations et des emprisonnements.

Source : N. Dickinson/ Still Pictures

hectare de terre productive—une fois de plus, ceci aurait d'importantes conséquences sur les communautés locales et sur les personnes devant transporter les approvisionnements en eau pour les familles, généralement les femmes. La perte de la productivité des sols et les conséquences que pourraient entraîner les pesticides et engrais employés pourraient aussi constituer de réelles menaces sanitaires pour les communautés locales. Ces complications mèneraient certainement à l'exode de ces populations rurales (UN-Energy, 2007).

La production de biocarburants représente un potentiel réel pouvant faciliter le passage à une économie émettant peu de carbone, mais elle doit également contribuer à un

développement durable. Le soutien du développement de coopératives agricoles fondées sur les collectivités, similaires à celles qui maintiennent les forêts certifiées et autres ressources, pourrait répondre à certains problèmes qui se posent pour les petits exploitants agricoles et les communautés locales. Les monocultures à grande échelle entraîneraient certainement l'érosion des sols, la perte de nutriments et de la biodiversité en menaçant les écosystèmes et les ressources génétiques (**Encadré 3**). Mais en ayant recours à une gestion attentive et à une approche partant de la base à plus petite échelle, la production de biocarburants pourrait contribuer à un avenir durable (UN-Energy, 2007, UNEP, 2007).

Encadré 3 : Le Svalbard Global Seed Vault

En juin, le gouvernement norvégien a commencé à construire un entrepôt semencier international près de la ville de Longyearbyen sur l'île de Spitsbergen, dans l'archipel de Svalbard. L'installation permettra d'y héberger et de préserver les ressources végétales dans un entrepôt réfrigéré à long terme. Une fois terminé, l'entrepôt de Svalbard pourrait conserver jusqu'à 4,5 millions de semences de variétés différentes : idéalement, des échantillons de chaque variété de presque chaque récolte alimentaire importante du monde. L'installation et ses efforts de collection sont soutenus par des donations de la Gates Foundation, de la Global Crop Diversity Trust, ainsi que d'autres organisations à but non lucratif.

La vaste collection est destinée à être une assurance contre les catastrophes, afin que la production alimentaire puisse être relancée n'importe où, si elle venait à être menacée par une catastrophe régionale ou mondiale. Lorsque l'entrepôt fut conçu au début des années 80, les menaces perçues venaient de la guerre nucléaire et d'incertitudes géopolitiques. Lorsque l'idée refit surface en 2002, à la suite de l'adoption du Traité international de la FAO adopté par les Nations Unies sur les ressources génétiques des plantes pour l'alimentation et l'agriculture, des pertes critiques en matière de biodiversité et le changement climatique donnèrent un nouvel élan d'urgence et de motivation au concept.

L'installation de Svalbard dépendra des semences acquises selon des protocoles strictes provenant de toute la surface du monde. Si elles sont séchées et conditionnées avec le degré d'humidité adéquat et conservées à la bonne température, les semences de la plupart des récoltes alimentaires resteront viables pendant des centaines ou des milliers d'années. La collection de semences sera entreposée à des conditions optimales pour leur conservation à long terme, et sera maintenue à une température de -18° C, grâce à l'utilisation des températures naturellement froides présentes au sein du pergélisol de Spitsbergen et grâce à un système de réfrigération artificiel. La chambre forte a été creusée dans du grès—à 120 mètres à l'intérieur d'une montagne, avec une doublure en béton armé épaisse d'un mètre. L'installation figure parmi les structures les plus énergétiquement efficaces au monde, avec de faibles coûts d'exploitation et quasiment aucun entretien.

Bien qu'aucun emplacement ne puisse fournir une assurance à 100 pour cent contre les menaces de dangers naturels et humains, Svalbard offre un niveau de protection qui est difficile à surpasser. À 78 degrés de latitude—environ 1 000 kilomètres au nord de la pointe la plus boréale de la Norvège continentale—l'emplacement est suffisamment froid et isolé. L'absence d'activité volcanique ou sismique de grande importance dans la région, associée à l'élévation du site au-dessus de la hausse du niveau de la mer potentielle projetée contribuent aussi à des conditions de stockage à long terme idéales. De même, la région offre d'excellentes infrastructures, comprenant un approvisionnement énergétique sûr et un aéroport à proximité.

Les entrepositaires conservent la propriété finale des matières entreposées. Cependant, l'installation appartient au gouvernement norvégien et sera sous la gestion de la Banque de gènes nordique, qui conserve des semences depuis 1984 dans une installation située au sein d'une mine de charbon désaffectée en Suède.

Source : Evjen, 2006, Fowler, 2007, NORAGRIC, 2006, Skovmand, 2007



Des travailleurs se tiennent sous l'échafaudage situé à l'entrée du Svalbard Global Seed Vault.

Source : M. Tefre/ Global Crop Diversity Trust

Gouvernance environnementale internationale :

Progrès en 2007

L'année 2007 a vu une série de sommets internationaux liés aux accords environnementaux internationaux (MEA), aux négociations de commerce mondial, et à d'autres processus intergouvernementaux répondant aux enjeux écologiques mondiaux actuels et nouveaux (**Encadré 1 et encadré 2**). Des progrès ont été réalisés sur des questions essentielles telles que le changement climatique, l'épuisement de la couche d'ozone stratosphérique, et la perte de biodiversité (**Figure 1**).

En 2007, le changement climatique a été au centre des discussions de gouvernance environnementale. Pour la première fois, le Conseil de sécurité de l'ONU a discuté des conséquences que pourrait avoir le changement climatique sur la paix et la sécurité, avec la participation record de 55 délégations. Tandis que certains participants ont émis des doutes quant au rôle du Conseil à ce sujet, d'autres, telles que les petits états insulaires en développement, ont accueilli favorablement cette initiative (UN, 2007a). En septembre, le Secrétaire général de l'ONU a organisé un événement de haut niveau sur le changement climatique, à la veille de l'ouverture de la 62e session de l'Assemblée générale à New York, pour préparer les réunions de Bali, en Indonésie, en décembre 2007 (UN, 2007b). À Bali, lors de la 13e Conférence des parties de la Convention-cadre des Nations

Unies sur les changements climatiques et de la 3e Réunion des parties du Protocole de Kyoto, les représentants de 187 gouvernements se sont engagés à lancer des négociations et un plan d'action international conduisant aux négociations finales en 2009, afin d'assurer qu'un nouvel accord puisse entrer en vigueur d'ici à 2013, lorsque la première phase du Protocole de Kyoto se terminera (UNFCCC, 2007).

Le Protocole de Montréal relatif aux substances qui appauvrissent la couche d'ozone a célébré son 20e anniversaire dans sa ville d'origine en accélérant l'élimination de l'hydrochlorofluorocarbure (HCFC) responsable de l'appauvrissement de l'ozone et contribuant à l'effet de serre, portant ainsi la date butoir à 2020 pour les pays industrialisés et à 2030 pour les pays en développement. Les parties du Protocole ont réduit de 70 pour cent les substances appauvrissant l'ozone au cours des 20 dernières années (IISD, 2007b, UNEP, 2007b).

À Dakar, au Sénégal, les représentants de plus de 180 gouvernements, agences intergouvernementales et organisations non-gouvernementales se sont rencontrés en mai pour discuter de la façon de faire avancer et de financer la mise en place de la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (POP). Les plans de mise en œuvre comprennent une surveillance mondiale,

l'établissement de centres régionaux pour une assistance technique, et l'application nationale des plans. Les participants ont aussi adopté des mesures pratiques pour soutenir le programme de la mise en œuvre : l'exécution d'une évaluation sur l'efficacité et l'établissement de groupes régionaux de coordination (IPEN, 2007, IISD, 2007c).

Les gouvernements se sont rencontrés à Bangkok en novembre 2007 lors d'un groupe de travail ad hoc sur les problèmes liés au mercure mis en place par le Conseil d'administration du PNUE en février. Les délégués ont progressé sur le choix entre des mesures volontaires améliorées, des instruments juridiques internationaux déjà en place, ou des nouveaux instruments. Le Conseil administratif du PNUE recevra un rapport intérimaire en février 2008, ainsi qu'un rapport final en février 2009 afin de se mettre d'accord sur un plan d'action mondial (IISD, 2007d).

Le commerce illégal d'animaux sauvages et l'application efficace des règlements furent les principales questions des gouvernements lors de la 14e Conférence des parties de la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES), organisé à La Haye, au Pays-Bas en juin. Les représentants ont adopté la Vision stratégique CITES de 2008-2103, qui établit des objectifs en matière respect et mise en

Figure 1 : Ratification d'accords multilatéraux sur l'environnement par région

	Vienne/Montréal	CCNUCC	Kyoto	CDB	Carthagène	CITES	CMS	UNCCD	Patrimoine	UNCLOS	Ramsar	Bâle	Rotterdam	Stockholm
Afrique (53)	53	52	46	53	41	52	33	53	50	41	47	45	32	41
Asie et Pacifique Pacifique (46)	45	46	40	48	31	33	10	46	40	34	28	33	23	32
Europe (50)	47	48	46	46	40	46	37	46	49	42	47	47	30	30
Amérique latine et Caraïbes (34)	33	33	32	32	24	32	11	33	32	27	27	30	16	23
Amérique du Nord (2)	2	2	1	1	0	2	0	2	2	1	2	1	1	1
Asie occidentale (12)	10	10	10	10	6	7	3	10	11	9	5	10	7	7
Mondiale (197)	190	191	175	190	142	172	94	190	184	154	156	166	109	134
Augmentation du nombre de parties entre 2006 et 2007.	2	9	19	3	4	0	12	1	3	7	11	0	3	3

Les accords multilatéraux sur l'environnement (MEA) sont l'un des éléments principaux de la gouvernance environnementale internationale (UNEP, 2002 and UNEP, 2007a). On comptait environ 58 nouvelles parties en 2007, la plupart d'entre elles d'Asie, du Pacifique (19) et d'Afrique (16), en sus des 14 MEA comprises dans ce tour d'horizon. Le Protocole de Carthagène sur la biosécurité (9) et le Protocole de Kyoto sur les émissions des gaz à effet de serre (19), comprenant la ratification de l'Australie le 3 décembre, ont reçu un nombre significatif de ratifications. Les accords sur la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (10) et la Convention de Rotterdam sur la procédure de consentement préalable en connaissance de cause applicable dans le cas de certains produits chimiques dangereux (7) ont aussi continué à recevoir de nouvelles ratifications.

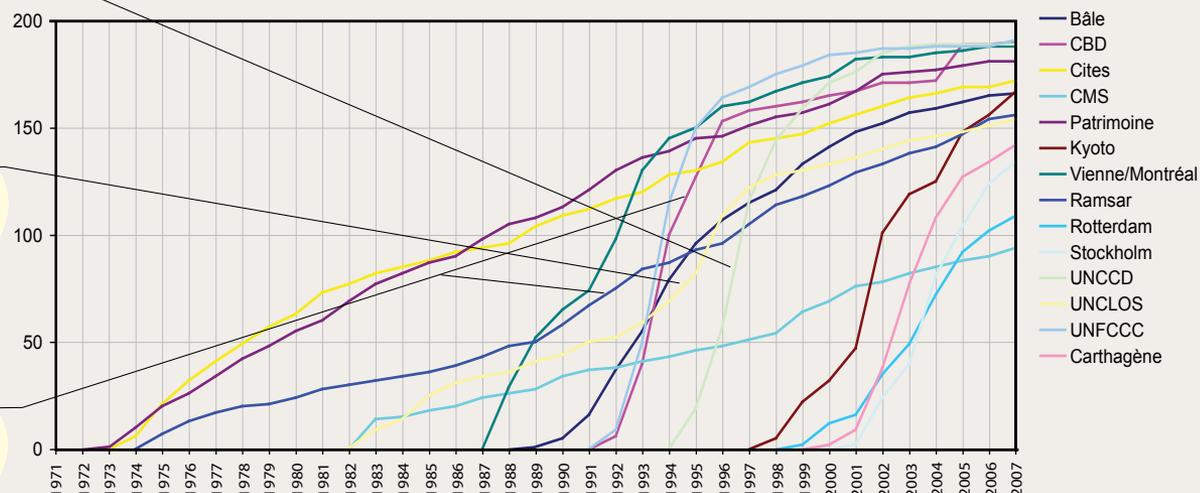
Remarque : Les parties de MEA comprennent les pays et les organisations internationales qui ont déposé leur instrument de ratification, leur adhésion, leur acceptation ou leur consentement. Les données s'étendent jusqu'au 19 décembre 2007. Le Monténégro (Europe) et le Timor-Leste (Asie et Pacifique) ont été ajoutés aux listes régionales des pays de 2007.

Source : Portail de données GEO du PNUE, compilé à partir de plusieurs secrétariats d'accords multilatéraux sur l'environnement.

Luc Gnacadja, du Bénin, a été nommé Secrétaire exécutif de l'UNCCD en septembre. Aggravée par le changement climatique, la désertification touche 100 pays, dont un tiers des États-Unis, un cinquième de l'Espagne, un quart de l'Amérique latine et des Caraïbes, et deux tiers de l'Afrique. En Chine, des centaines de millions de personnes sont affectées.

L'année 2007 a marqué le 25^e anniversaire de l'ouverture aux signatures de l'UNCLOS. Il s'agissait du premier traité multilatéral pourvoyant à des mécanismes obligatoires de règlement de différends, entraînant des décisions contraignantes. L'épuisement des fonds de pêche mondiaux et la dégradation du milieu marin causée par la pollution provenant des populations côtières croissantes, ainsi que le changement climatique, nous mettent face à de sérieux enjeux écologiques.

La CDB et la convention de Ramsar ont fait paraître un rapport conjoint sur l'eau, les zones humides, la biodiversité, et le changement climatique en mai 2007, soulevant des inquiétudes sur la dégradation continue des zones humides. Les zones humides sont parmi les écosystèmes mondiaux les plus menacés. Bien que ne recouvrant que 6 % de la surface terrestre, les zones humides stockent environ 35 % du carbone terrestre mondial.



application, un guide pour le respect de la Convention, et la gestion de quotas annuels d'experts. Une réalisation de grande importance fut le consensus atteint par les états africaines de l'aire de répartition sur l'avenir du commerce de l'ivoire et la protection des éléphants africains. La hausse du crime organisé relatif au commerce illicite de l'ivoire va de pair avec la mondialisation des marchés africains et représente un sérieux obstacle à la mise en œuvre réussie des règlements de commerce de la CITES (IISD, 2007e, TRAFFIC, 2007, CITES, 2007).

Le cycle de négociations sur le commerce mondial de Doha organisé par l'Organisation mondiale du commerce (OMC), redémarré en février. Le Comité du commerce et de

l'environnement de l'OMC a repris ses sessions spéciales de négociations sur les relations entre les MEA et l'OMC le mois suivant. Le Comité espère clarifier la relations entre les règlements de l'OMC et certaines obligations spécifiques des MEA. Les questions les plus importantes concernent la nécessité ou non d'avoir un groupe de règlement de différends qui rechercherait et s'en remettrait à l'expertise des MEA pour des questions de leur ressort, et s'il sera nécessaire d'octroyer un statut d'observateur permanent à certains secrétaires de MEA pour le restant du cycle de Doha (IISD, 2007f).

Encadré 1 : Les modules d'un système de gouvernance environnementale internationale renforcé

Les discussions centrées autour des questions de gouvernance environnementale internationale se concentrent sur les réponses appropriées aux changements des écosystèmes, sur la dégradation de l'environnement, et sur la façon d'alléger les obligations des états en matière de rapport et de réunions. En juin 2007, un rapport du Processus consultatif officieux sur le cadre institutionnel des Activités environnementales des Nations Unies a mis en avant des suggestions pour construire un système de gouvernance environnementale amélioré. Parmi les suggestions figurent :

- l'inclusion du PNUE au groupe de liaison, établi en 2001 pour améliorer la collaboration entre les trois conventions de Rio sur la biodiversité, le changement climatique, et la désertification ;
- l'établissement d'un processus sous la direction de l'AGNU visant à rassembler les aspects thématiques, programmatiques, et administratifs des MEA ;
- l'amélioration des activités des MEA au niveau des pays, avec le gouvernement du pays hôte et au sein du système onusien ; et,
- de donner au PNUE et aux MEA la fonction d'observateurs formels sur les comités pertinents de l'Organisation mondiale du commerce (UNGA, 2007).

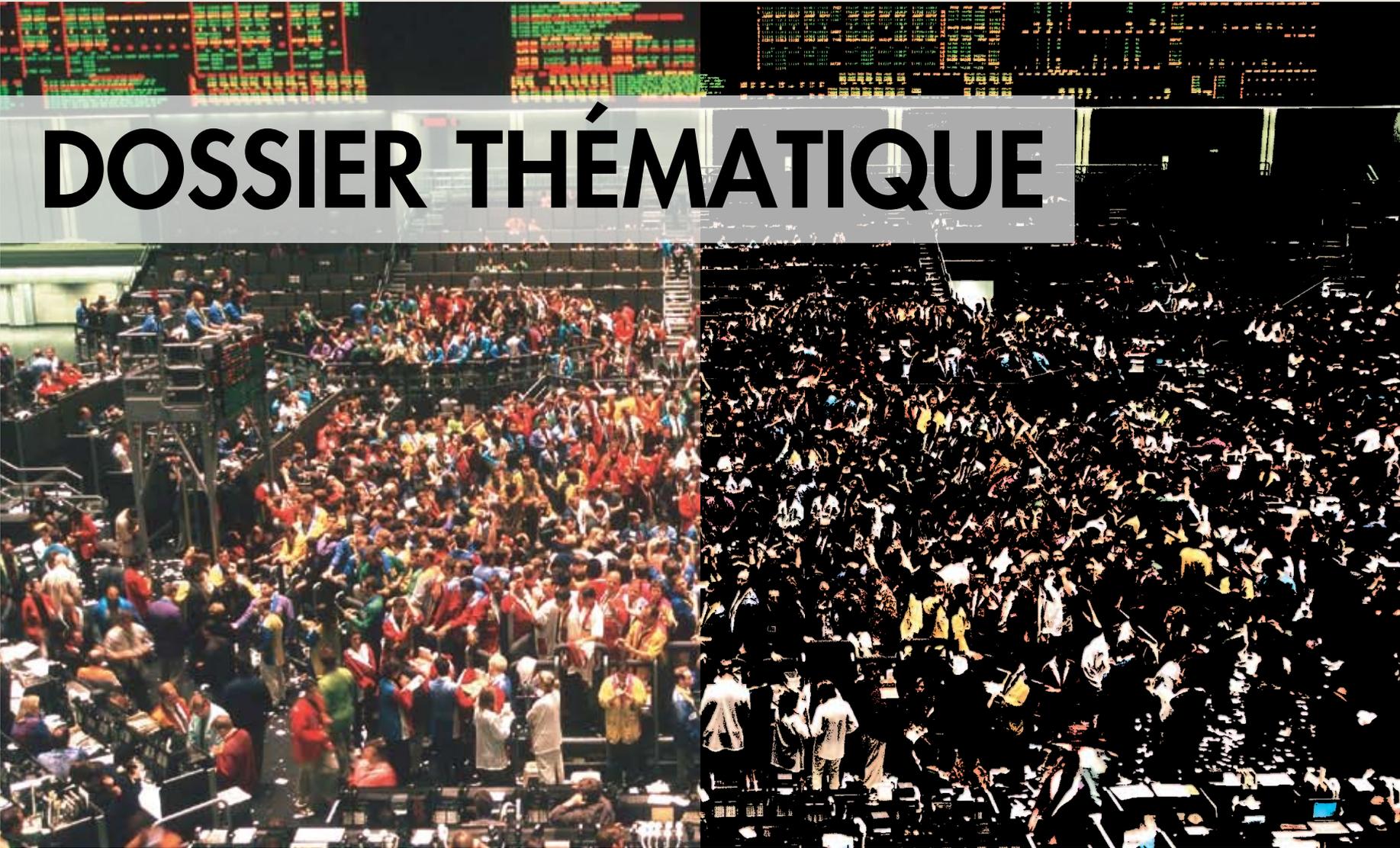
Les négociations concernant la gouvernance environnementale internationale relatives au Processus consultatif officieux se poursuivront jusqu'au 62^e AGNU, en 2008 (IISD, 2007g).

Encadré 2 : Mise en application commune sur les produits chimiques aux niveaux mondial et national

Les progrès relatifs à la coopération et à la coordination ont continué entre les conventions sur les produits chimiques : la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants, la Convention de Rotterdam sur la procédure de consentement préalable en connaissance de cause applicable dans le cas de certains produits chimiques dangereux, et la Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontaliers de déchets dangereux et de leur élimination. Ces trois conventions étroitement liées ont recours à une mise en application commune pour alléger les obligations en matière de rapport et de surveillance des obligations des parties auprès de ces conventions. Le groupe de travail ad hoc commun sur l'amélioration de la coopération parmi les trois conventions a organisé sa première session en 2007. Les gouvernements ont discuté des aspects pratiques de la coopération et de la coordination. Ils ont également développé des principes directeurs et des priorités pour l'avenir du groupe de travail et ont identifié les besoins nationaux. Le développement d'outils de gestion environnementaux proactifs, le recours à des technologies respectueuses de l'environnement, la sensibilisation et la prise de conscience du public, et la mobilisation de ressources financières sont quelques uns des sujets qui devront être ciblés au niveau national (Ad Hoc Joint Working Group, 2007).

RÉFÉRENCES

- Aakre, W. (2007). Biofuels Industry and Impacts on Agriculture. North Dakota State University, Extension Services, January 2007
<http://www.ag.ndsu.nodak.edu/aginfo/farmgmt/farmmgmt.htm> [Accessed 10 December 2007]
- Ad Hoc Joint Working Group (2007). Official Documents for the second meeting of AHJWG. http://ahjwg.chem.unep.ch/index.php?option=com_content&task=section&id=11&Itemid=61 [Accessed 17 December 2007]
- Alaska Marine Conservation Council (2007). *Bering Sea Bottom Trawl Boundary*. <http://www.akmarine.org/our-work/conservation-fisheries-marine-life/bering-sea-bottom-trawl-boundary> [Accessed 5 November 2007]
- BBC (2007). Canada to strengthen Arctic claim. *BBC News*, 10 August. <http://news.bbc.co.uk/2/hi/americas/6941426.stm> [Accessed 14 September 2007]
- Blanc, J.J., Barnes R.F.W., Craig, G.C., Dublin, H.T., Thouless, C.R., Douglas Hamilton, I. and Hart, J.A. (2007). *African Elephant Status Report 2007*. IUCN-The World Conservation Union, Gland
- Bonobo Conservation Initiative (2007). *Massive New Rainforest Reserve Established in the Democratic Republic of Congo*. www.bonobo.org/newreserve.html
- Bruno, J.F. and Selig, E.R. (2007). Regional Decline of Coral Cover in the Indo-Pacific: Timing, Extent, and Subregional Comparisons. *PLoS ONE* 2(8), e711. doi:10.1371/journal.pone.0000711
- Canadell, J.G., Le Quéré, C., Raupach, M.R., Field, C.B., Buitenhuis, E.T., Ciais, P., Conway, T.J., Gillett, N.P., Houghton, R.A. and Marland G. (2007). Contributions to accelerating atmospheric CO₂ growth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2007 Oct 25
- Christian Aid (2007). *Human tide: the real migration crisis*. A Christian Aid Report. May 2007 http://www.christianaid.org.uk/stoppoverty/climatechange/resources/human_tide.aspx
- CITES (2007). CITES conference to consider new trade rules for marine, timber and other wild life species. Press Release. http://www.cites.org/eng/news/press/2007/0705_presskit.shtml [Accessed 7 December 2007]
- Clark, M.R., Tittensor, D., Rogers, A.D., Brewin, P., Schlacher, T., Rowden, A., Stocks, K. and Conslavey, M. (2006). *Seamounts, deep-sea corals and fisheries: vulnerability of deep-sea corals to fishing on seamounts beyond areas of national jurisdiction*. UNEP-WCMC, Cambridge UK
- Conservation International (2007). *Madagascar Creates 1 Million Hectares of New Protected Areas*. Press release, April 30, 2007 http://web.conservation.org/xp/news/press_releases/2007/043007a.xml [Accessed 10 September 2007]
- Continental Shelf Project (2006) *LORITA-1 Lomonosov Ridge Test of Appurtenance* http://a76.dk/expeditions_uk/lorita-1_uk/ [Accessed 15 November 2007]
- Economist (2007). Food Prices: Cheap No More. 6 December 2007
- Eldridge, N. (2001). *The Sixth Extinction* <http://www.actionbioscience.org/newfrontiers/eldridge2.html> [Accessed 15 November 2007]
- ESA (2007). *Satellites witness lowest Arctic ice coverage in history*. European Space Agency. http://www.esa.int/esaCP/SEMYYT13J6F_index_1.html [Accessed 20 November 2007]
- Evan, A. T., Dunion, J., Foley, J., Heidering, A., and Velden, C. (2006) New evidence for a relationship between Atlantic tropical cyclone activity and African dust outbreaks. *Geophys. Res. Lett.*, 33, L19813
- Eyjen, G.H. (2006). Seeds of the world to be conserved on Svalbard. Norwegian Government Press Centre. 30 May 2006
- Fowler, C. (2007). Norway to build 'fail-safe' conservation site on Arctic Archipelago: A publication about agricultural biodiversity. Global Crop Diversity Trust.
- Goldenberg, S.B., Landsea, C.W., Mestas-Nuñez, A.M. and Gray, W.M. (2001) The Recent Increase in Atlantic Hurricane Activity: Causes and Implications *Science* 20 July 2001: 474-479.
- Haerberli, W., Hoelzle, M., Paul, F., Zemp, M. (2007). Integrated monitoring of mountain glaciers as key indicators of global climate change: the European Alps. *Annals of Glaciology*, 46, 2007
- Hansen, J. (2007). Scientific reticence and sea level rise. *Environ. Res. Lett.* 2, 024002 doi:10.1088/1748-9326/2/2/024002
- IISD (2007a). *Briefing Note On The Negotiation Of The Paris Agreement*. *Earth Negotiations Bulletin*. International Institute for Sustainable Development. http://www.iisd.ca/cms/brief/CMS_Gorilla_Agreement_Brief.html [Accessed 15 November 2007]
- IISD (2007b). MEA Bulletin. 33. <http://www.iisd.ca/email/nea-l.htm> [Accessed 1 December 2007]
- IISD (2007c). Earth Negotiations Bulletin. 15 (149, 152). <http://www.mail-archive.com/enb@lists.iisd.ca/> [Accessed 7 December 2007]
- IISD (2007d). Earth Negotiations Bulletin. 16 (59). <http://www.iisd.ca/vol16/enb1659e.html> [Accessed 7 December 2007]
- IISD (2007e). Earth Negotiations Bulletin. 21 (61). <http://www.iisd.ca/download/pdf/enb2161e.pdf> [Accessed 7 December 2007]
- IISD (2007f). MEA Linkages Bulletin. 23, 26, 36. <http://www.iisd.ca/nea-l/> [Accessed 1 December 2007]
- IISD (2007g). MEA Linkages Bulletin. 28. <http://www.iisd.ca/nea-l/> [Accessed 7 December 2007]
- IPCC (2007a). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp
- IPCC (2007b). *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds. B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA., 851 pp
- IPCC (2007c). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds. Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp
- International Alert (2007). *A Climate of Conflict: The links between climate change, peace and war*. November 2007 http://www.international-alert.org/climate_change.php
- IPCC (2007d). *IPCC Fourth Assessment Report Summary for Policymakers of the AR4 Synthesis Report*. IPCC, Geneva
- IPEN (2007). International POPs Elimination Network Newsletter, June 2007. http://www.ipen.org/ipenweb/news/cop3_report.pdf [Accessed 7 December 2007]
- IUCN (2007a). *2007 Red List of Threatened Species*. IUCN - the World Conservation Union, Gland. Online at <http://www.iucn.org/themes/ssc/redlist.htm> [Accessed 20 November 2007]
- IUCN (2007b). *Galapagos Islands added to the World Heritage Danger List*. Press release. IUCN - the World Conservation Union, Gland
- JTWC (2007a) Current Northwest Pacific/North Indian Ocean Tropical Systems. Joint Typhoon Warning Center <https://metocph.nmci.navy.mil/jtwc.php> [Accessed 7 June 2007]
- JTWC (2007b) Current Northwest Pacific/North Indian Ocean Tropical Systems. Joint Typhoon Warning Center <https://metocph.nmci.navy.mil/jtwc.php> [Accessed 16 November 2007]
- Kitchingman, A. and Lai, S. (2004). Inferences on potential seamount locations from mid-resolution bathymetric data. In *Seamounts: Biodiversity and Fisheries* (eds. Morato, T. and Pauly, D.). UBC Fisheries Centre, Vancouver
- Klotzbach, P.J. and Gray, W. M. Gray (2007). Summary of 2007 Atlantic Tropical Cyclone Activity and Verification of Author's Seasonal and Monthly Forecasts. The Tropical Meteorology Project <http://hurricane.atmos.colostate.edu/forecasts>
- Leakey, R. (2007). Conservation alone is not enough. *BBC News*, 10 September 2007. <http://news.bbc.co.uk/1/hi/sci/tech/6983914.stm> [Accessed 20 November 2007]
- Lehman Brothers (2007). *The Business of Climate Change II: Policy is accelerating with major implications for companies and investors*. Lehman Brothers, September 2007
- Le Quéré, C., Rödenbeck, C., Buitenhuis, E.T., Conway, T.J., Langerfelds, R., Gomez, A., Labuschagne, C., Ramonet, M., Nakazawa, T., Metz, T., Gillett, N. and Heimann, M. (2007). Saturation of the Southern Ocean CO₂ Sink Due to Recent Climate Change. *Science*, 316, 1735 Mayhew, P., Jenkins, B.J. and Benton, T.G. (2007). A long-term association between global temperature and biodiversity, origination and extinction in the fossil record. *Proc. R. Soc. B*
- Meier, M.F., Dyurgerov, M.B., Rick, U.K., O'Neil, S., Pfeffer, W. T., Anderson, R. S., Anderson, S.P., Glazovsky, A.F. (2007). Glaciers Dominate Eustatic Sea-Level Rise in the 21st Century. *Science*, online. doi: 10.1126/science.1143906
- Morton, O. (2007). Is This What It Takes To Save The World? *Nature*, 447, 132
- NASA (2001). *Scientists: Future Atlantic Hurricane Picture is Highly Complex*. <http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/MediaAlerts/2001/200109205219.html> [Accessed 24 November 2007]
- NASA (2007c) *Tropical Cyclone Gonu*. http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/natural_hazards_v2.php3?img_id=14293 [Accessed 20 August 2007]
- NCDC (2007). *The Monthly Global (land and ocean combined into an anomaly) Index (degrees C)*. ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/anomalies/monthly_land_and_ocean.90S.90N.df_1901-2000mean.dat [Accessed 19 November 2007]
- NORAGRIC (2006). Study to Assess the Feasibility of Establishing a Svalbard Arctic Seed Depository for the International Community. Centre for International Environment and Development Studies (NORAGRIC). 19 June 2006.
- NSIDC (2007) *Arctic Sea Ice News Fall 2007* http://nsidc.org/news/press/2007_seaiceminimum/20070810_index.html [Accessed 15 November 2007]
- Oxfam (2007). Climate Alarm: Disasters Increase Climate Change Bites. In: From Weather Alert to Climate Alarm, Oxfam International Briefing Paper, November 2007
- Pachauri, R.K. and Hazell, P. (2006). Bioenergy and Agriculture: Promises and Challenges. International Food Policy Research Institute, Washington, DC.
- Plymouth Marine Lab (2007). Ocean Acidification—the other half of the CO₂ problem. *Fact Sheet 7: EUR-OCEANS Knowledge Transfer Unit*. http://www.eur-oceans.eu/WP9/Factsheets/FS7/FS7_webprint.pdf
- Rahmstorf, S. (2007). A semi-empirical approach to projecting future sea-level rise. *Science*, 315, 368-70
- Rahmstorf, S., Cazenave, A., Church, J.A., Hansen, J.E., Keeling, R.F., Parker, D.E. and Somerville R.C.J. (2007). Recent Climate Observations Compared to Projections. *Science*, 316, 709
- Raupach, M.R., Marland, G., Ciais, P., Le Quéré, C., Canadell, J.G., Klepper, G. and Field, C.B. (2007). Global and regional drivers of accelerating CO₂ emissions. *Proc Natl Acad Sci* 104(24), 10288-93
ReliefWeb (2007) Oman/Iran Cyclone Gonu, OCHA Situation Map No.1, 07 June, 2007. <http://www.reliefweb.int/nw/RWB.NSF/db900SID/JOPA-73YHLA?OpenDocument&rc=3&emid=TC-2007-000075-OMN> [Accessed 16 June 2007]
- ReliefWeb (2007b). Bangladesh: Disaster Management Information Centre situation report 08 Dec 2007 18:00 [http://www.reliefweb.int/nw/rwb.nsf/db900SID/THOU-79R2WL/\\$File/Full_Report.pdf](http://www.reliefweb.int/nw/rwb.nsf/db900SID/THOU-79R2WL/$File/Full_Report.pdf) [Accessed 1 December 2007]
- Sabine, C.L., Feely, R.A., Gruber, N., Key, R.M., Lee, K., Bullister, J.L., Wanninkhof, R. Wong, C.S., Wallace, D.W.R., Tilbrook, B., Millero, F.J. Peng, T.H., Kozyr, A., Ono, T., Rios, A.F. (2004). The oceanic sink for anthropogenic CO₂. *Science* 305, 367
- Schuster, U. and Watson, A. (2007). A variable and decreasing sink for atmospheric CO₂ in the North Atlantic. *Journal of Geophysical Research*, 112, C11006
- Shepherd, A. and Wingham, D. (2007). Recent Sea-Level Contributions of the Antarctic and Greenland Ice Sheets. *Science* 315, 5818
- Shukman, D. (2007). Ice melt raises passage tension. *BBC News*, 8 October 2007. <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/7033498.stm> [Accessed 1 November 2007]
- Skovmand, B. (2007). The Svalbard International Seed Depository. The Nordic Genebank, Norway. www.ecprg.org/SteeringCommittee/SC10/Inf/NavDev/SISD.doc [Accessed 30 November 2007]
- SPRFMO (2007a). *Draft Benthic Assessment Framework*. SPRFMO-IV-SWG-06. <http://www.southpacificrmo.org/event/fourth-meeting/?operation=documents> [Accessed 10 November 2007]
- SPRFMO (2007b). *Report of the Science Working Group*. <http://www.southpacificrmo.org/event/fourth-meeting/?operation=documents> [Accessed 15 November 2007]
- Stone, R. (2007). "A World Without Corals?". *Science* 316 (5825): 678-681
- Tedesco, M. (2007). *NASA Finds Greenland Snow Melting Hit Record High in High Places*. http://www.nasa.gov/centers/goddard/news/topstory/2007/greenland_recordhigh.html [Accessed 15 November 2007]
- TRAFFIC (2007). Fourteenth meeting of the Conference of the Parties: Interpretation and implementation of the Convention. Species trade and conservation issues: Elephants. <http://www.cites.org/eng/cop/14/doc/E14-53-2.pdf> [Accessed 7 December 2007]
- UN (2007a). UN Security Council 5663rd Meeting. Press Release. <http://www.un.org/News/Press/docs/2007/sc9000.doc.htm> [Accessed 7 December 2007]
- UN (2007b). The Future in our Hands: Addressing the Leadership Challenge of Climate Change. Press Release. <http://www.un.org/climatechange/2007highlevel/> [Accessed 13 December 2007]
- UNDP (2007). *Human Development Report 2007/2008, Fighting Climate Change: Human Solidarity in a Divided World*. United Nations Development Programme, New York
- UNEP (2007a). *Global Environmental Outlook 4: Environment for Development*. United Nations Environment Programme, Nairobi
- UNEP (2007b). Speech by Achim Steiner at the Opening of the 19th Meeting of the Parties to the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer. <http://www.unep.org/Documents/Multilingual/Default.asp?DocumentID=518&ArticleID=5667&en> [Accessed 3 December 2007]
- UN-Energy (2007). *Sustainable Bioenergy: A framework for Decision Makers*. United Nations Energy. <http://esa.un.org/un-energy/pdf/susdev/Biofuels.FAO.pdf> [Accessed 25 November 2007]
- UNFCCC (2007). UN Breakthrough on climate change reached in Bali. http://unfccc.int/files/press/news_room/press_releases_and_advisories/application/pdf/20071215_bali_final_press_release.pdf [Accessed 17 December 2007]
- UNGA (2007). Informal Consultative Process on the Institutional Framework for the United Nations' Environmental Activities: Co-Chair's Options Paper. <http://www.un.org/ga/pressident/p9/follow-up/environment/EG-OptionsPaper.PDF> [Accessed 26 November 2007]
- USCCSP (2007). *The First State of the Carbon Cycle Report (SOCCR): The North American Carbon Budget and Implications for the Global Carbon Cycle*. A Report by the U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research.
- USDA (2007). USDA Global Conference on Agricultural Biofuels: Research and Economics. Minneapolis, Minnesota August 20-22, 2007
- Willett, K.M., Gillett, N.P., Jones, P.D. and Thorne, P.W., Attribution of observed surface humidity changes to human influence. *Nature* 449, 710
- Williams, J.W., Jackson, S.T., and Kutzbach, J. E. (2007). Projected distributions of novel and disappearing climates by 2100 AD. *Proc Natl Acad Sci*, 104(14):5738-42
- WMO (2007) *WMO Greenhouse Gas Bulletin*, No.3, November 23 2007 <http://www.wmo.ch/pages/prog/arep/gaw/ghg/documents/ghg-bulletin-3.pdf>
- WWF (2007). *A third of Borneo to be conserved under new rainforest declaration*. Press release, 12 Feb 2007. http://www.panda.org/news_facts/newsroom/index.cfm?NewsID=93980
- Zhang, X., Zwiers, F.W., Heger, G.C., Lambert, F.H., Gillett, N.P., Solomon, S. Stott, P.A. and Nozawa, T. (2007). Detection of human influence on twentieth-century precipitation trends. *Nature*, online. doi:10.1038/nature06025



DOSSIER THÉMATIQUE

Assemblage des pièces :

Utilisation des marchés et de la finance pour
lutter contre le changement climatique

Introduction
Vers une prise de responsabilités
Marchés du carbone – le « cap and trade »
L'avenir de l'échange des droits d'émission
Le rôle des gouvernements

Assemblage des pièces : Utilisation des marchés et de la finance pour lutter contre le changement climatique

De nouveaux développements sans précédent convergent pour répondre à la crise climatique. Le secteur privé fait de plus en plus souvent face aux questions environnementales, sociales et de gouvernance, encouragé par les pressions de la société civile. Les gouvernements nationaux doivent faciliter ces réponses en mettant en place des normes, en soutenant les efforts de recherche, et en proposant des incitations pour mener à bien la transition vers une économie respectueuse de l'environnement, à faible émission de carbone, tout en préservant l'équité et en aidant les plus démunis.

INTRODUCTION

Les activités humaines sont en train d'appauvrir nos ressources et de produire des déchets plus vite que les systèmes naturels de la Terre n'ont la capacité de les régénérer et de les traiter. Des inquiétudes sur ce problème croissent—surtout dans les cas des émissions de gaz à effet de serre (GES) et de la crise climatique à laquelle elles donnent lieu. Les penseurs anticonformistes savent que les activités, les marchés et les mécanismes financiers ont un rôle majeur à jouer, au même titre que les efforts de la société civile et que l'élan qu'ils ont instigué aux niveaux gouvernementaux infranationaux. Tandis qu'un nombre croissant de gouvernements nationaux s'inquiète des

conséquences qu'auront les changements climatiques, ceux-ci doivent progresser en s'appuyant sur des politiques coordonnées et épaulées afin d'accélérer les nombreuses initiatives déjà en place.

Le Secrétaire général des Nations Unies Ban Ki-Moon a dit, « Le changement climatique est l'une des menaces les plus complexes, sérieuses et multifacettes auquel le monde doit faire face. La réponse à cette menace est fondamentalement liée aux questions pressantes du développement durable, et de la justice mondiale ; la vulnérabilité et la souplesse ; de l'économie, de la réduction de la pauvreté et de la société ; et du monde que nous souhaitons laisser à nos enfants. . . Nous ne pouvons nous permettre

de continuer ainsi encore longtemps. . . Nous ne pouvons nous permettre de maintenir le statu quo. Il est désormais temps d'adopter des actions décisives à une échelle mondiale » (Ban, 2007).

Selon le quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, il existe une probabilité de 95 pour cent que « ...les activités humaines ont exercé une influence échauffante nette sur le climat depuis 1750 » (IPCC, 2007). Ces activités comprennent les processus industriels, les centrales électriques, les transports, la production agricole—le développement d'un marché mondial pour les biens et les services—chacune d'entre elles ayant augmenté la teneur en gaz à effet de serre dans l'atmosphère de notre planète au point de provoquer un changement climatique. À mesure de l'augmentation de la population, multipliée environ dix fois depuis 1750, les aspirations des hommes ont entraîné la poursuite de niveaux de vie plus élevés, nécessitant davantage de produits provenant de ce marché mondial (IPCC, 2007).

En octobre 2007, le quatrième Rapport d'évaluation de l'Avenir de l'environnement mondial a conclu qu' : « un manque visible d'urgence d'action est constaté en ce qui concerne la maîtrise des émissions de GES... Le changement climatique est un enjeu mondial de taille. Ses impacts sont déjà évidents, et l'on prévoit que les changements constatés au niveau de la disponibilité d'eau, de la sécurité alimentaire et de la montée du niveau de la mer auront des conséquences graves sur plusieurs millions de personnes. Afin d'empêcher que le changement climatique n'ait de graves effets dans le futur, des mesures draconiennes de réduction des émissions des secteurs de l'énergie, des transports, de la foresterie et de l'agriculture sont nécessaires.» (UNEP, 2007).



Pollution de la centrale au charbon d'Eggborough dans le Yorkshire, Grande-Bretagne. La croissance inexorable de la production d'énergie à base de charbon représente un grave défi pour la lutte contre le changement climatique.

Source : C. James/Still Pictures

Le Rapport sur le développement humain de 2007/2008 du PNUD met en relief les questions d'équité qui seront amplifiées par le changement climatique : « Le changement climatique est la question déterminante en matière de développement de notre génération. Le changement climatique menace d'entraver les libertés humaines et de limiter nos choix. Il met en question le principe des Lumières selon lequel les progrès humains rendront l'avenir plus attirant que le passé. Dans l'ensemble des pays en développement, des millions de personnes parmi les plus pauvres de la planète sont déjà contraintes de faire face aux impacts du changement climatique... Le monde ne manque ni de ressources financières, ni de capacités technologiques pour agir. Si nous n'empêchons pas le changement climatique, ce sera parce que nous aurons été incapables de générer un pouvoir politique de coopération. Une telle conséquence représenterait non seulement un échec de l'imagination politique et de direction, mais un échec moral à une échelle sans parallèle dans notre histoire » (UNDP, 2007).

Le risque est sans précédent, l'enjeu est immense. Mais l'ingéniosité a déjà donné naissance à de nouveaux outils et à de nouvelles approches pour répondre à la crise découlant du changement climatique. Une grande part de l'ingéniosité orientée par la demande résulte des développements des dernières décennies relativement au concept de la relation entre les avancées économiques et la stabilité sociale.

Cette caractéristique examinera certains développements que les pressions de la société civile sur le secteur privé ont produites pour faire face aux questions environnementales, sociales et de gouvernance. Ces nouveaux développements sans précédent convergent pour répondre à la crise climatique. D'aucuns soutiennent que les gouvernements nationaux ont un rôle important à jouer dans la modération de ces réponses en établissant des normes, en soutenant la recherche, et en proposant des incitations pour mener à bien la transition vers une économie respectueuse de l'environnement.

VERS UNE PRISE DES RESPONSABILITÉS

Les éléments d'une société saine et durable sont inextricablement liés. L'utilisation efficace des sols, de l'eau, et d'autres ressources naturelles permet de préserver les moyens d'existence durables, rend les entreprises plus productives, et réduit les coûts associés à l'élimination des déchets et au nettoyage. Des produits et des conditions de travail sûrs attirent des clients

conscientieux en minimisant les accidents tragiques et coûteux. L'éducation, les soins de santé, et l'équité pour tous représentent le terreau de communautés stables et d'une force de travail productive. Une bonne gouvernance, le règne de la loi, et des droits de propriété définis sont essentiels à la sécurité, l'efficacité, et l'innovation (Porter et Kramer, 2006).

Historiquement, la productivité économique a toujours été très liée à la croissance de la consommation énergétique—et en particulier les carburants fossiles. Depuis 1750, le développement économique a littéralement été alimenté en nivelant des forêts et en brûlant du bois, puis du charbon, du pétrole, et du gaz (IEA, 2007). Il est toutefois possible de découpler la croissance de l'utilisation de carbones. Une utilisation plus efficace peut contribuer à la croissance économique tout en faisant baisser la consommation totale énergétique—et l'efficacité énergétique revêt un potentiel immense pour faire face aux autres problèmes liés à la pollution. Entre 1990 et 2005, certaines régions industrialisées ont semblé réussir ce découplage de la consommation de carbone et de la productivité nationale ayant pour résultat la réduction des intensités carboniques, mais la tendance n'est pas enracinée, et ne croît actuellement pas, selon les dernières données (Lovins, 2006, Raupach et al., 2007) (c.f. le Tour d'horizon).

En ayant recours à une proportion croissante de sources d'énergie durables, il est possible de découpler

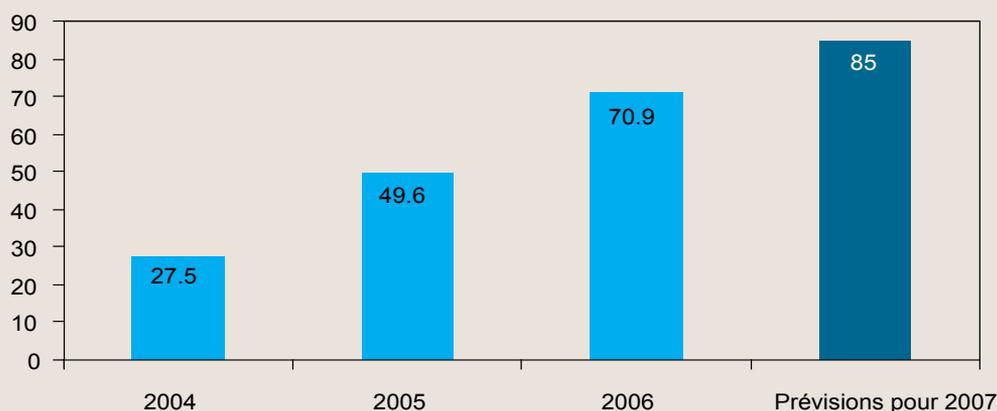


L'énergie éolienne dans la région allemande de la Basse-Saxe.
Source : H. Pieper/ Still Pictures

le lien entre l'utilisation énergétique et les émissions de gaz à effet de serre. Des innovations dans les domaines des technologies photovoltaïques, des systèmes géothermiques, de la micro-hydro-électricité, des turbines éoliennes et d'autres énergies renouvelables au cours des dernières décennies, montrent clairement que la pollution n'est pas un effet secondaire inévitable du développement (**Figure 1**).

Des réponses à la menace du changement climatique sont en cours de par la planète, allant

Figure 1 : Investissement mondial dans l'énergie durable, 2004-2007 (milliards de dollar US)



Entre 2004 et 2006, l'investissement mondial dans l'énergie durable a plus que doublé en deux ans et continue d'attirer de forts investissements de capitaux à tous les niveaux du cycle de vie du financement, avec 85 milliards de dollar US prévus pour 2007.

Remarque : Ce chiffre représente seulement les nouveaux investissements et exclut le capital risque et les rachats et les acquisitions de souscriptions privées.

Source : adapté de Greenwood et al., 2007, New Energy Finance, 2006

Encadré 1 : Le « Global 100 » : les entreprises les plus écologiquement durables dans le monde

En 2004, les Corporate Knights Incorporated and Innovest Strategic Value Advisors ont lancé le « Global 100 », un projet de partenariat privé pour attirer l'attention sur les entreprises les plus écologiquement viables du monde. Plus précisément, le « Global 100 » étudie le rôle des entreprises dans la société, renforce les initiatives durables existantes dans les entreprises en encourageant une meilleure gestion des entreprises et l'obtention de meilleurs résultats et aide le public à mieux comprendre les entreprises au sens large.

Le « Global 100 » est principalement une liste, éditée chaque année lors du sommet économique mondiale de Davos, qui comprend un groupe restreint d'entreprises publiques montrant une capacité exceptionnelle à faire face aux enjeux de la durabilité. Selon la recherche et l'analyse d'Innovest, une entreprise américaine de conseil en placements internationaux, les entreprises sont évaluées en fonction de leur efficacité à gérer les risques et les opportunités environnementaux, sociaux et gouvernementaux. Sélectionnées parmi 1 800 entreprises mondiales, chaque entreprise est analysée selon 71 catégories d'évaluations spécifiques et est classée par ses pairs. Cependant, le processus n'évalue pas les entreprises selon leurs résultats absolus et n'attribue pas un rang en fonction de leur durabilité absolue. La liste finale des « meilleurs élèves » est plutôt un simple classement alphabétique. Le point rationnel de ce classement, selon la méthodologie du « Global 100 », réside dans le fait que différentes industries sont confrontées avec des dynamiques sociales, environnementales et opérationnelles différentes et, pour cette raison, comparer une entreprise avec une autre de secteur différent (par ex., Pétrole et gaz contre Télécommunications) serait inintéressant.

Les entreprises recourent de plus en plus au concept de la durabilité pour faire mieux comprendre des sujets complexes comme le changement climatique, la biodiversité, les prix et la rareté de l'énergie, la distribution des revenus, la justice sociale et la gouvernance. Mathew Kierman, Directeur général d'Innovest, a récemment constaté que les entreprises du « Global 100 » sont « ...proactives dans leurs réponses aux demandes des investisseurs et des autres acteurs en vue d'une meilleure gestion des risques tels que le changement climatique. ». Entrant dans leur quatrième année, les adeptes de l'initiative du « Global 100 » pensent désormais que les entreprises de renom en matière de durabilité sont bien placées pour tirer profit de la vague émergente d'investissement de capitaux, des milliers de milliards de dollars, provenant de l'augmentation des études minutieuses sur l'environnement et des mesures de réglementation.

Source : Global 100, 2007

Encadré 2 : Principes établissant la responsabilité des entreprises : Contrat mondial

En 2000, pour marquer le nouveau millénaire, une trentaine d'entreprises ont rejoint le groupe mondial des entreprises citoyennes, organisé par les Nations Unies, qui constitue un exemple d'efforts environnementaux, sociaux et gouvernementaux. Au début de l'année 2007, les membres étaient au nombre de 3 800, parmi lesquels des gouvernements, des entreprises, des syndicats et des organisations de la société civile. Les membres du groupe mondial pensent que les pratiques des entreprises responsables peuvent constituer un capital social ainsi que des bénéfices, en contribuant au développement à grande échelle et la constitution des marchés viables.

Pour atteindre ses objectifs, le groupe mondial des entreprises écologiquement viables vise à intégrer dix principes pour les activités économiques responsables dans le monde dans le domaine des droits de l'homme, du travail, de l'environnement et de la lutte contre la corruption.

Les entreprises devraient :

1. soutenir et respecter la protection des droits de l'homme à l'échelle internationale
2. s'assurer qu'elles ne sont pas complices de violation des droits de l'homme
3. apporter leur soutien à la liberté des associations et à la reconnaissance effective du droit à la négociation collective
4. apporter leur soutien à l'élimination de toute forme de travail forcé et obligatoire
5. apporter leur soutien à l'abolition totale du travail des enfants
6. apporter leur soutien à l'élimination de la discrimination par le travail et la profession
7. soutenir une approche préventive des enjeux environnementaux
8. entreprendre des initiatives pour encourager une plus grande responsabilité environnementale
9. encourager le développement et la diffusion de technologies respectueuses de l'environnement
10. lutter contre la corruption sous toutes ses formes, y compris l'extorsion de fonds et la corruption active

Source : Contrat mondial, 2007

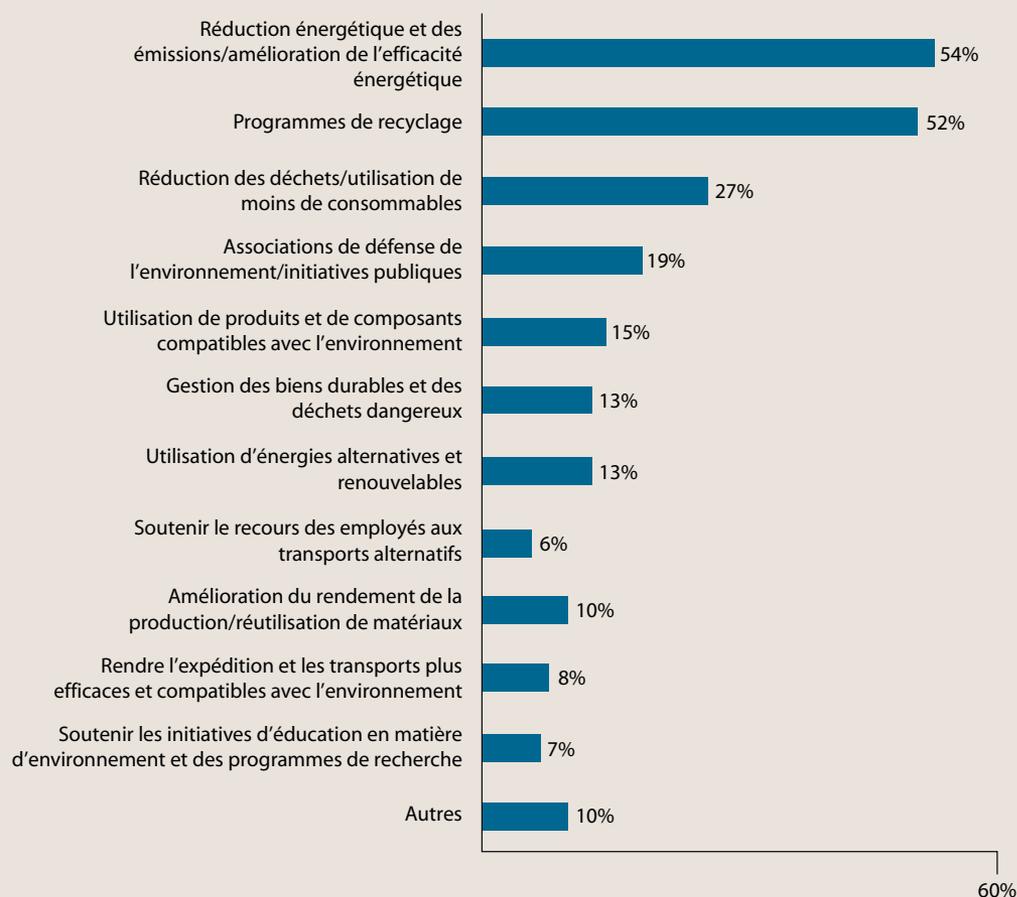
du suivi descendant de gouvernements nationaux aux engagements établis sous la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (UNFCCC) du Protocole de Kyoto par le biais d'engagements gouvernementaux infranationaux et municipaux et de partenariats, en passant par des initiatives ascendantes motivées par la société civile et par le secteur des affaires (Walker, 2007). On compte dans le secteur privé certaines des initiatives les plus prometteuses, par le biais de l'établissement de normes d'entreprises s'adressant aux questions environnementales, sociales, et de gouvernance (ESG). Ces questions sont fondamentales au développement durable. Au cours de la dernière décennie, la reconnaissance de leurs interdépendances a généré de nouvelles approches aux problèmes continuels **(Encadrés 1 et 2)**.

Il y a dix ans, l'adoption de mesures durables par de nombreuses entreprises était accueillie avec méfiance : des accusations de 'blanchiment vert' critiquaient l'argent et le temps que les entreprises dépensaient sur la commercialisation de leurs compétences plutôt que sur des pratiques respectueuses de l'environnement. Ces critiques furent suivies d'actions civiles en faveur des consommateurs à l'encontre de nombreuses entreprises, dont certaines entreprises pétrolières, chimiques, d'exploitation forestière, d'exploitation minière, de cosmétiques, et d'approvisionnement de produits alimentaires.

Aujourd'hui, cette situation a radicalement changé. De plus en plus de décideurs prennent conscience des bénéfices à long terme découlant de cette confrontation aux questions ESG—des bénéfices allant bien au-delà de soucis d'ordre des relations publiques. En adoptant des démarches créatives, souvent en consultant des conseillers d'entreprises civiles, de nombreuses entreprises ont découvert qu'elles peuvent fournir des biens destinés à l'ensemble de la collectivité s'étendant bien au-delà de leurs produits ou de leurs services. L'exemple le plus probant concerne les efforts déployés par les entreprises pour augmenter leur efficacité en réduisant leurs coûts énergétiques et en minimisant les déchets dans l'ensemble de leurs activités (Lovins, 2006) **(Figure 2)**.

Une grande part de l'engagement du secteur privé aux questions ESG est désormais solide et renforcée par l'action. La dernière décennie a vu la création d'une vaste gamme d'associations industrielles, de sociétés de conseil, et de formations MBA spécialisées conçues

Figure 2 : Les initiatives environnementales



Résultats d'une enquête menée sur 150 entreprises montrant l'importance des initiatives environnementales au sein de programmes de responsabilité sociale des entreprises. Les personnes interrogées ont été priées de décrire les initiatives environnementales que leur entreprise avait prises ou envisageait de prendre dans les 12 prochains mois. L'enquête a révélé que 70 % des entreprises étaient activement engagées dans différentes initiatives, la plupart visant à réduire le volume de leur consommation globale d'énergie.

Source : Montgomery et Prior, 2007, AMR Research inc., 2007

pour aider les entreprises à intégrer la durabilité au cœur de leurs stratégies et de leurs activités. Elles comprennent des initiatives spécialisées telles que la Business Leaders Initiative on Human Rights, qui s'adresse aux barrières empêchant les entreprises d'actualiser leur rôle de soutien des droits universels de l'homme. Un autre exemple est l'Initiative sur la transparence des industries extractives, qui soutient une meilleure gouvernance dans les pays riches en ressources, par le biais de la vérification et de la publication complète des paiements des entreprises et des revenus des gouvernements provenant du pétrole, du gaz, et de l'extraction (BLIHR, 2007, EITI, 2007).

Cette nouvelle attitude de responsabilité sociale d'entreprise (RSE) crée des opportunités que les entreprises peuvent utiliser « ...des valeurs partagées non seulement pour promouvoir le développement économique et social, mais pour changer la façon dont les entreprises et la société s'envisagent » selon Michael Porter, de l'Institute for Strategy and Competitiveness de la Harvard Business School. Observées d'un œil stratégique, les RSE se transforment en une immense source de progrès sociaux, à mesure que les entreprises appliquent leurs immenses ressources, leur expertise, et leurs connaissances aux activités jugées rentables pour l'ensemble de la société (Porter et Kramer, 2006).

La responsabilité sociale des entreprises et les investisseurs

La responsabilité sociale des entreprises est devenue un atout majeur pour attirer les clients, mais elle peut aussi mener à des bénéfices à long terme et à l'attention d'investisseurs potentiels. Les propriétaires de biens institutionnels tels que les fonds de retraite contrôlent désormais environ 86 % des investissements mondiaux (Ambachtsheer, 2006). Nombre de ces propriétaires de biens institutionnels sont des intervenants clés dans leurs marchés financiers respectifs, et disposent d'un important potentiel pour façonner le caractère de la croissance économique.

En règle générale, ces propriétaires de biens sont réticents à prendre des risques, car leur priorité absolue est la responsabilité fiduciaire—les mandataires sont liés par le devoir d'agir et de prendre des décisions relatives aux investissements dans le meilleur intérêt à long terme des actionnaires ou des bénéficiaires. En bref, tout ce qui pourrait avoir un impact matériel sur la valeur nue des bénéficiaires doit être pris en compte dans les prises de décisions d'ordre financier (Ambachtsheer, 2006, Hawley, 2006, Walker, 2007).

Il est désormais bien connu que le changement climatique aura une incidence majeure sur les valeurs de placement. Cette réalisation prend voix dans les Principes pour l'investissement responsable des Nations Unies, l'intégration d'objectifs ESG dans le processus d'investissement développé par un groupe d'investisseurs, dans un processus mis en œuvre par l'Initiative relative au financement de l'UNEP et par le Pacte mondial des Nations Unies. Les membres signataires des ces Principes sont au nombre d'environ 240 propriétaires de biens, de gestionnaires de fonds, et de prestataires de services d'investissements, réunissant un total de plus de 10 000 milliards de dollars US (PRI, 2007).

Il convient de noter que, ces propriétaires de biens institutionnels doivent demander à leurs gestionnaires de biens et à leurs analystes de surveiller les entreprises au regard de la gestion des questions environnementales, sociales et de gouvernance de l'entreprise. Grâce à ces stratégies de « propriété active », les investisseurs s'engagent directement auprès d'entreprises en leur demandant des améliorations relatives aux objectifs ESG, lorsque ces investisseurs jugent que certaines décisions présentent des risques à évaluer. Ces

stratégies d'investissement récompensent les entreprises qui respectent de bonnes pratiques ESG en leur conférant une cote plus élevée auprès d'autres investisseurs. De même, en s'abstenant de prescrire des recommandations, elles encouragent les entreprises ne respectant pas les bonnes pratiques ESG à améliorer leur performance (**Encadré 3**).

Mais ici encore, le concept de la responsabilité est en pleine évolution. Tandis que le débat fait rage quant à savoir 'devant qui' une entreprise est responsable—les actionnaires ou l'ensemble des décideurs—cette nouvelle compréhension des interdépendances de l'économie mondiale ajoutent une nouvelle dimension au concept de responsabilité. Les personnes ayant

des responsabilités fiduciaires doivent être conscientes des critères nouveaux et permanents qui pourraient influencer la valeur de l'investissement. Dans notre société mondialisée et dépendante des ressources, ces facteurs englobent : l'eau en tant que bien, les forêts pour la séquestration de carbone, la biodiversité en tant que ressource permettant des innovations futures, de bonnes relations communautaires en tant qu'atout, et la valeur ajoutée de législations environnementales et de normes en matière de travail. Et dans une société mondialisée et disposant de puissants moyens de communication comme la nôtre, les citoyens sont les témoins des activités du monde des affaires, diffusant leurs conclusions destinées à une communauté mondiale de plus en plus consciente. Si les entreprises ne sont pas attentives aux risques et aux opportunités associés aux questions environnementales, sociales, et de gouvernance, elles risquent de prendre de mauvaises décisions qui pourraient avoir des conséquences

Encadré 3 : Les réseaux d'investisseurs censés répondre aux problèmes environnementaux, sociaux et gouvernementaux

Il existe plusieurs plateformes de collaboration par le biais desquelles les investisseurs font pression sur les entreprises concernant les problèmes environnementaux, sociaux et gouvernementaux tels que la crise du climat :

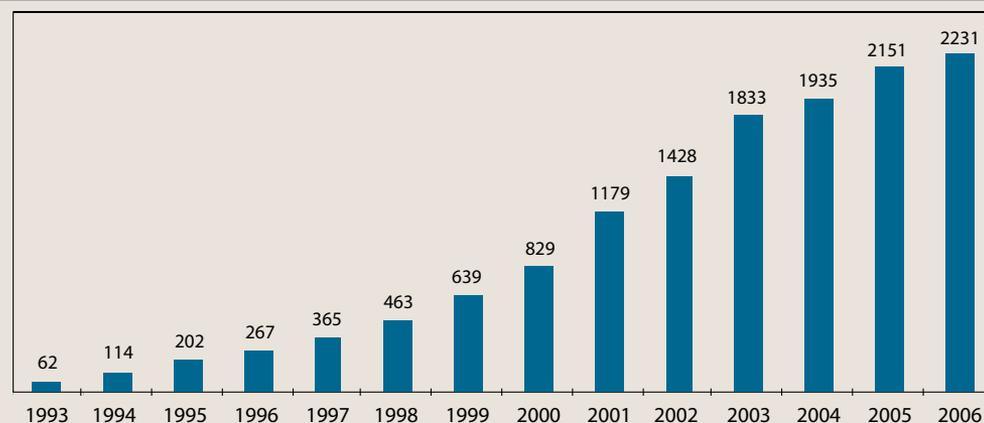
Le réseau international de gouvernance d'entreprises (ICGN, International Corporate Governance Network) est une association à but non lucratif dotée d'un réseau d'investisseurs qui échangent leurs points de vue et des informations concernant les questions internationales relatives à la gouvernance d'entreprise et au développement et à l'encouragement à l'adhésion aux règles et directives de la gouvernance d'entreprise. L'affiliation à l'ICGN est ouverte à ceux qui sont engagés dans le développement de la bonne gouvernance d'entreprise. Depuis 2007, on estime que les membres de l'ICGN détiennent plus de 10 000 milliards de dollar US d'actifs (ICGN, 2007).

Le Conseil des investisseurs institutionnels est la première organisation américaine qui défend les droits des actionnaires. C'est une association à but non lucratif composée de 130 fonds de pension publics, pour les travailleurs et les entreprises, dont les actifs dépassent les 3 000 milliards de dollar US. Le Conseil travaille à l'éducation des membres et du public en matière de gouvernance d'entreprise et à la défense des règles de gouvernance strictes traitant des problèmes allant de la rémunération des cadres à l'élection du directeur de l'entreprise (CII, 2007).

Le Groupe d'investisseurs institutionnels sur le changement climatique (IIGCC, Institutional Investors Group on Climate Change) est un forum de collaboration entre les fonds de pension et les autres investisseurs institutionnels concernant des problèmes relatifs au changement climatique. L'IIGCC cherche à encourager les entreprises et les marchés dont les membres investissent pour analyser les risques matériels et les opportunités auxquels leur entreprises est confrontée avec le changement climatique et la transition vers une économie à faibles émissions de carbone (IIGCC, 2007).

Le réseau d'investisseurs sur le changement climatique (INCR, Investor Network on Climate Risk) est un réseau d'investisseurs institutionnels et d'institutions financières destiné à promouvoir une meilleure compréhension des risques financiers et des opportunités d'investissement apportés par le changement climatique. L'INCR a été lancé en novembre 2003, lors du premier sommet des investisseurs institutionnels sur le changement climatique aux Nations Unies et compte désormais plus de 50 investisseurs institutionnels qui gèrent ensemble plus de 3 000 milliards de dollar US d'actifs. Les membres engagent les entreprises et les décideurs par le biais de forums éducatifs, de résolutions d'actionnaires et d'autres actions à garantir la viabilité de leurs placements (INCR, 2007).

Figure 3 : Évolution de la responsabilité sociale des entreprises entre 1993 et 2006



Remarque : Les données concernent de nombreuses entreprises citées dans CSR, environ 3 644 entreprises de 91 pays.

Source : Greenwood et al., 2007, CorporateRegister.com, 2007



L'Équateur recherche une indemnisation aux fins de préservation d'une partie des forêts tropicales humides d'Amazonie et en vue d'abandonner l'exploitation d'un champ de pétrole gigantesque qui pourrait générer un revenu annuel de 350 millions de dollar US. Le président équatorien, M. Rafael Correa, affirme que la communauté internationale a le devoir d'être solidaire du sacrifice en reconnaissance des bénéfices environnementaux que le monde entier pourrait tirer de la préservation des forêts et de l'inexploitation des ressources pétrolières.

Source : P.C. Vega/Majority Wor

néfastes à long terme sur les portefeuilles des plusieurs milliers de personnes qui en dépendent. Une des façons dont les citoyens contrôlent les activités des entreprises est en suivant leurs rapports RSE (Walker, 2007) (Figure 3).

L'investissement responsable progresse vers le concept de la 'propriété universelle'. Ceci signifie que d'importantes institutions, telles que les fonds de retraite, possèdent des intérêts intersectoriels dans l'économie mondiale par le biais de portefeuilles diversifiés tels que les actions, les obligations, et les autres biens. Ce niveau de diversification signifie que les investisseurs de ces fonds possèdent de petites fractions dans quasiment toute l'économie. Par conséquent, s'ils détiennent des parts dans une entreprise polluante, une autre entreprise dans laquelle ils sont les actionnaires pourrait voir ses profits baisser à cause de cette même pollution. Dans un langage plus formel, le rendement des investissements d'ensemble d'un fonds sera affecté par les effets externes positifs et négatifs générés par ses avoirs individuels : certains avoirs assumeront la charge des effets externes d'autres avoirs. Si aucune des entreprises dans laquelle ils détiennent des actions n'est polluante, il y aura moins de pollution risquant de nuire aux autres entreprises dont ils sont membres (Ambachtscheer, 2006).

Le point à retenir est que les propriétaires universels ont tout intérêt à minimiser les effets externes néfastes (tels que la pollution, la corruption, ou le travail forcé), et à maximiser les effets externes positifs (tels que la responsabilité sociale d'entreprise) influençant chaque avoir de leur portefeuille. Une telle approche minimise les risques et optimise les la rémunération à long terme des placements de l'ensemble de leurs investisseurs.

La responsabilité d'entreprise et l'économie du carbone

Les secteurs de l'assurance et de la réassurance sont particulièrement conscients et sensibles aux menaces du changement climatique. Leur intérêt est dû aux facteurs de risque posés par les impacts directs du changement climatique—plus les inondations ou les sécheresses sont sévères, plus le secteur des assurances doit rembourser. S'ils prennent trop de risques et effectuent des remboursements trop élevés, les secteurs de l'assurance et les réassureurs qui les soutiennent font faillite. La participation du secteur est née de son adhésion à des comités nationaux et internationaux de la Décennie internationale de la réduction des catastrophes naturelles tout au long des années 90, à mesure que la relation entre les coûts

des catastrophes provoquées par les intempéries et le changement climatique est devenue évidente. Depuis son lancement, Le Groupe intergouvernemental d'experts sur les changements climatiques a évalué les contributions et la participation des représentants des compagnies d'assurance. Munich Re, l'un des réassureurs les plus importants du monde, a lancé la Munich Climate Insurance Initiative en vue de créer des produits en mesure de couvrir les pertes croissantes provoquées par les événements climatiques extrêmes, surtout dans les pays en développement (Munich Re, 2007) (Figure 4) (Encadré 4).

Pour la plupart des décideurs d'affaires, la question centrale se résume à savoir si leurs décisions optimiseront les gains de leurs actionnaires. Les preuves montrent que des niveaux plus élevés de responsabilité sociale sont associés à des profits plus

Encadré 4 : La micro assurance : Soutenir les entreprises dans les pays en développement

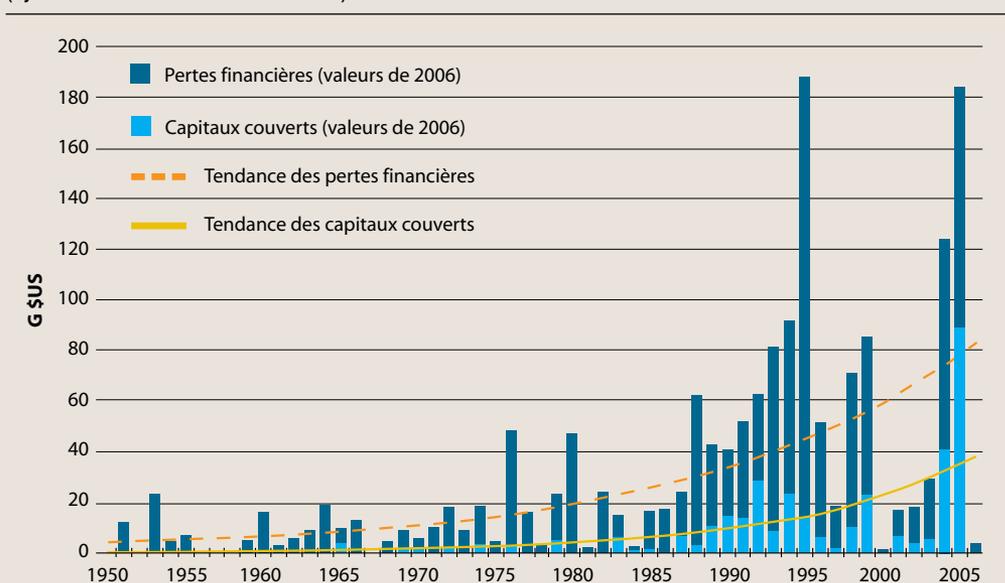
L'Alliance des petits États insulaires (AOSIS) propose premièrement en 1991 l'idée de solutions relatives à l'assurance pour répondre aux effets du changement climatique, sous la forme d'un fond financé par les pays industrialisés. L'Article 4.8 de la CCNUCC et 3.14 du protocole de Kyoto appellent tous deux les pays industrialisés à développer des mesures permettant aux pays en développement de réagir face au changement climatique ; l'assurance en est une option.

Les données relatives à la couverture de l'assurance internationale montrent que l'accès à l'assurance varie considérablement. La couverture des catastrophes est rarement valable en Afrique, Asie et Amérique latine, et est bien moins souscrite. Des 2,5 milliards de personnes à travers le monde qui ont moins de deux dollars par jour pour leur survie quotidienne, on estime que seuls 10 millions sont en mesure de souscrire à une assurance.

Les analystes proposent trois raisons à cela. Premièrement, de nombreuses personnes n'ont pas les moyens de souscrire une assurance. Deuxièmement, l'infrastructure nécessaire est très souvent manquante, notamment dans les zones rurales. Troisièmement, le concept de l'assurance commerciale est virtuellement inconnu dans certaines cultures.

La micro assurance peut jouer un rôle important dans le franchissement de ces obstacles. Un démarrage réussi est en cours dans le secteur agricole des pays en développement. Les systèmes d'assurances météorologiques basés sur les indices de pluviométrie sont actuellement en cours d'élaboration. La couverture est réglée si la pluie tombe jusqu'à un certain niveau sur une période de temps donnée. De cette manière, les agriculteurs peuvent se protéger des effets des périodes de sécheresse dont on attend une augmentation due au changement climatique (Munich Re, 2007, PNUE FI, 2006).

Figure 4 : Le coût global des événements climatiques extrêmes entre 1950 et 2006 (ajusté en fonction de l'inflation)



Source : IPCC, 2001, Rauch, 2007

élevés. Un rapport paru en juillet 2007 chez Goldman Sachs, l'une des premières banques d'investissement, démontre que parmi les six secteurs étudiés—l'énergie, l'exploitation minière, la sidérurgie, la nourriture, les boissons et les médias—les entreprises considérées comme modèles du genre dans la mise en œuvre de politiques ESG ont créé un avantage compétitif durable et ont dépassé les performances de leurs pairs dans les mêmes secteurs et au cours des mêmes périodes (Goldman Sachs, 2007).

Les meilleures entreprises participent de plus en plus souvent à la RSE par le biais de leurs contributions au changement climatique. Fortune 500 est le classement des 500 entreprises mondiales qui réalisent le plus important chiffre d'affaires. Le projet à but non-lucratif, Carbon Disclosure Project (CDP) suit les engagements des entreprises du Fortune 500 relatifs aux questions de changement climatique depuis l'an 2000. Dans son rapport de 2007, le CDP révèle que 77 pour cent des entreprises du Fortune 500 publient leur performance en matière de préservation du carbone. Parmi ces 383 entreprises, 76 pour cent d'entre elles mettent en place des initiatives de réduction de leurs GES, une hausse impressionnante de 48 pour cent depuis 2006. Le taux de transparence le plus haut a été atteint par les entreprises utilisant le plus de carbone—les industries

pétrolières et gazières ; les producteurs d'énergie internationaux ; les centrales électriques d'Amérique du Nord ; et les secteurs des minerais, de l'exploitation minière, et de la sidérurgie. Les participants du Carbon Disclosure Project de 2007 représentent 41 000 milliards de dollars US en investissements institutionnels (CDP 2007 Report) (Figure 5).

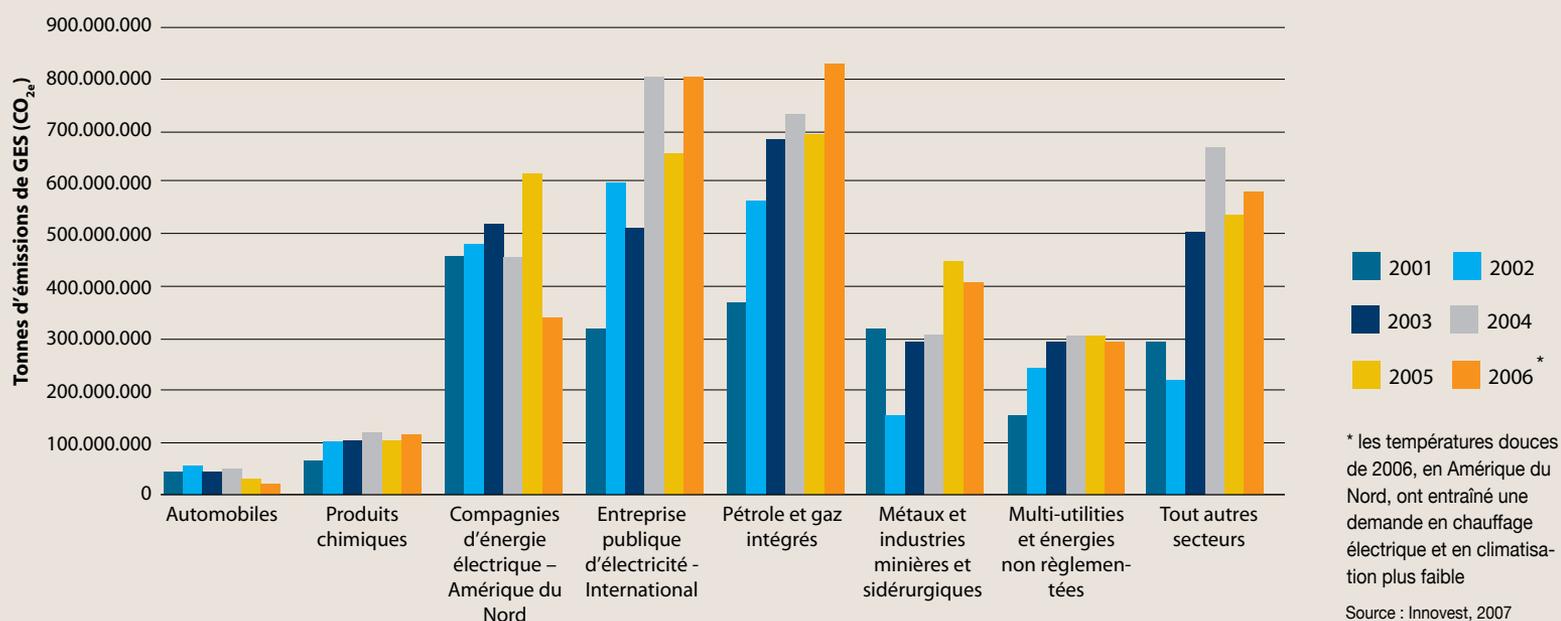
Comment ces entreprises géantes mettent-elles en œuvre des réductions d'émissions de GES ? Elles le font de la même manière que les particuliers. D'abord, elles réduisent leurs émissions autant que possible gagnant en efficacité et en poursuivant des analyses sur les efficacités. Lorsqu'elles s'approchent du seuil où le coût de la réduction de leurs émissions devient très cher, elles se penchent sur les marchés du carbone pour compenser le restant de leur charge en carbone. Une compensation est l'achat d'un bien compensant l'émission de carbone. Plus les compensations sont coûteuses, plus une entreprise réduira les émissions correspondant à ses activités. Si l'entreprise opère dans un pays ayant pris des engagements sous le Protocole de Kyoto, elle est sujette à des vérifications nationales particulières relatives à ses propres réductions, et à des règlements spécifiques de compensation déterminés par le gouvernement en question.

En théorie, l'achat de compensations deviendra de plus en plus cher au fil des années, conformément au concept du marché des émissions, tandis que le coût de la réduction des émissions baissera grâce au recours aux nouvelles technologies et à l'introductions des efficacités.

LES MARCHÉS DU CARBONE —LE « CAP-AND-TRADE »

Le prix du carbone est compensé par un marché mondial des compensations de carbone en plein essor. Le modèle utilisé pour mettre en place les marchés de carbone fut la bourse au dioxyde de soufre, aux États Unis d'Amérique. En 1990, les législateurs américains ont établi un seuil national pour les émissions en dioxyde de soufre, exigeant initialement une réduction de 50 pour cent. Sous un régime conventionnel d'injonction et de contrôle de l'exécution, les populations locales alimentées au charbon n'auraient eu d'autre choix que d'acheter des technologies coûteuses de contrôle de la pollution afin d'atteindre les seuils plus bas. À la place, un système de 'cap-and-trade' basé sur les marchés fut adopté. Les entreprises peuvent ainsi soit directement réduire leurs propres émissions, soit acquérir des droits d'émission vendus par d'autres entreprises ayant réduit leurs émissions au-

Figure 5 : Les émissions des industries émettrices de carbone entre 2001 et 2006



delà de leurs objectifs. Les entreprises furent motivées pour réduire leurs émissions parce qu'elles pouvaient vendre leurs droits d'émissions non utilisés, tandis que celles qui n'atteignaient pas les objectifs obligatoires se devaient d'acheter plus de droits, à moins de faire face à de lourdes amendes (IETA, 2007).

La création d'un bien à partir d'émissions de carbone

En 1997, le Protocole de Kyoto a établi des engagements relatifs à la réduction d'émissions équivalentes au dioxyde de carbone pour les pays industrialisés. Une fois qu'un pays ratifie le Protocole, il doit se plier à ses engagements pour la période allant de 2008 à 2012. Pour aider les parties à respecter leurs engagements, le Protocole a établi trois mécanismes—le Mécanisme de développement propre (MDP), la Mise en application commune (MAC), et l'Échange international de droits d'émission. Ils ont été conçus pour réduire les émissions, et fait tout aussi important, pour soutenir le développement durable (UNFCCC, 2007).

Il existe aujourd'hui plusieurs marchés du carbone, et ceux-ci opèrent en grande partie indépendamment les uns des autres, et à des prix différents. Au fur et à mesure que les crédits MDP et MAC font de plus en plus leur apparition sur le marché des émissions de l'Union Européenne, les prix de ces marchés

pourront finir par converger. Les prix et le volume des transactions reflètent de nombreux facteurs, y compris les différences quant à la rigueur des seuils d'émissions, les normes d'application, les coûts des transactions, la surveillance de projets, et l'audit. Comme pour les billets de banque, le papier n'a aucune valeur intrinsèque : la valeur des compensations en carbone n'a pour équivalent que la crédibilité des organisations qui les soutiennent (Victor et Cullenward, 2007).

Le mécanisme de développement propre

Le mécanisme de développement propre a été conçu pour stimuler les réductions d'émissions de carbone et pour soutenir le développement durable, tout en permettant aux pays industrialisés une certaine flexibilité pour atteindre leurs objectifs de réduction d'émissions. Les biens du marché MDP sont les Réductions d'émissions certifiées (RÉC), mesurées en tonnes métriques de CO₂ équivalentes.

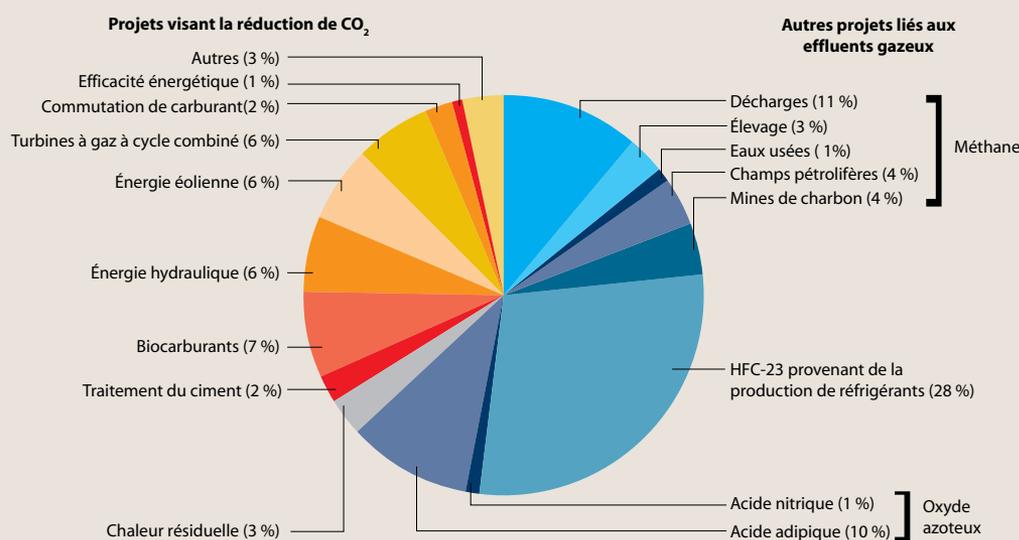
Le MDP a été lancé en novembre 2001. Le premier projet a été enregistré trois ans plus tard, et les premières RÉC furent émises en octobre 2005. Ce mécanisme permet aux projets visant la réduction d'émissions dans les pays en développement à gagner des RÉC que les participants aux projets peuvent ensuite revendre à des acheteurs dans les pays industrialisés. Ces projets vont de champs d'éoliennes

à l'installation de centrales hydroélectriques, en passant par des projets d'efficacité énergétique ainsi que par des projets réduisant les gaz à effets de serre sans CO₂. Les règlements régissant d'autres types de projets furent adoptés par la suite : des projets de boisement et de reboisement à grande échelle en décembre 2003, des projets de boisement et de reboisement à petite échelle en décembre 2004, et des programmes (ou des groupes de programmes) d'activités visant la réduction des émissions en décembre 2005 (**Figure 6**). Pour être qualifiés, les projets doivent entreprendre un processus d'enregistrement conçu pour assurer des réductions d'émissions mesurables en sus de ce qui se serait produit sans le projet.

Le mécanisme est contrôlé par un comité de direction, répondant en dernier lieu aux pays ayant ratifié le Protocole de Kyoto. En date du 28 novembre 2007, 852 projets ont été enregistrés dans 49 pays. Ces projets devraient rapporter 1,08 milliard de dollars US en RÉC d'ici la fin de la première période d'engagement de Kyoto, en 2012. Lorsque sont inclus les projets en cours de réalisation, le nombre de RÉC escomptées passe à plus de 2,5 milliards de dollars US (UNFCCC, 2007). En date d'octobre 2007, 85,9 millions de RÉC ont été émises par le comité de direction du MDP (CDM EB, 2007). Tandis que le MDP a souffert d'un lancement relativement lent, le mécanisme gagne désormais du terrain, avec plus de 2 600 projets actuellement en cours à travers le monde (UNFCCC, 2007).

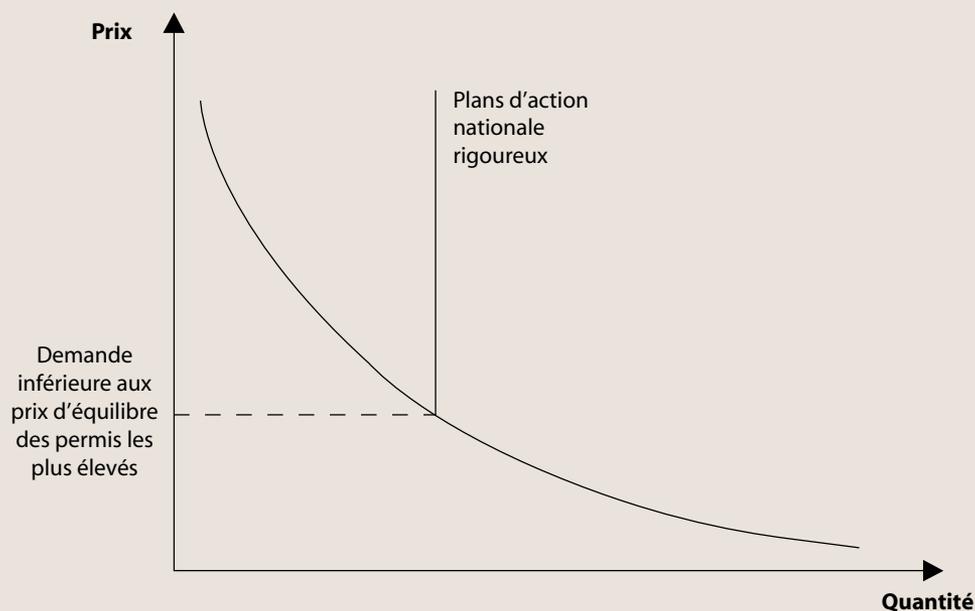
Certaines ONG environnementales et certains observateurs de marchés ont exprimé leurs doutes quant à l'intégrité de certaines de ces RÉC—et donc leur pertinence à l'égard du développement durable. Presque 40 pour cent des projets MDP existants sont voués à la réduction des gaz industriels, tels que le HFC-23 et le N₂O. Les 25 pour cent de RÉC totales qui ont été payées pour détruire le HFC-23 est l'exemple classique utilisé pour récuser les objectifs de développement durable des projets MDP. Dans les pays en développement, les industriels produisent un réfrigérant, le HCFC, qui a été présenté jadis comme une solution miracle venant remplacer un autre réfrigérant appauvrissant la couche d'ozone, le CFC, au début des années 90. Cependant, la production de HCFC crée un gaz dérivé, le HFC-23, qui a un potentiel de réchauffement climatique de 11 700. Ceci signifie que la réduction des émissions d'une tonne métrique de HFC-23 équivaut à la réduction de 11 700 tonnes métriques

Figure 6 : Les projets existants sur le marché mondial du carbone



Source : Wara, 2007

Figure 7 : Le coût marginal de l'offre de réduction et de la courbe de la demande pour l'indemnité sur le carbone



La courbe illustre les relations entre le volume total des attributions disponibles dans le système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre de l'UE, le coût marginal de la réduction et le prix auquel on attend que les attributions s'échangent sur le marché libre.

Le coût marginal de la courbe de réduction détermine la demande pour les attributions. La courbe détermine la manière dont le coût marginal de la réduction supplémentaire augmente alors que le stock d'attributions disponibles diminue. Sa forme indique comment chaque unité de réduction supplémentaire se comporte lorsque la réduction augmente. Le prix d'une attribution sera fixé à l'endroit où cette courbe croise le stock d'attributions déterminé.

4 ptSource : Frontier Economics, 2006

de CO₂. Les compagnies de réfrigérants trouvent relativement peu coûteuse l'installation d'un incinérateur pour brûler le HFC-23, et une fois convertie en RÉC, chaque tonne métrique de HFC-23 peut être vendue pour 11 700 compensations en carbone. Les analystes affirment que tout le HFC-23 pourrait être éliminé au prix de 0,30 dollar US par tonne métrique en fournissant des incinérateurs, et en payant les producteurs pour qu'ils capturent et transforment le HFC-23 au lieu de leur acheter des crédits MDP à environ 15 dollar US de la tonne métrique (Wara, 2007).

Les défenseurs de MDP affirment que les RÉC actuelles, et surtout celles attribuées à la destruction de HFC-23, ont jusqu'à présent été le 'fruit le plus bas' et que des initiatives plus rigoureuses sont sur le point d'être adoptées. Il a toujours été entendu que le concept du 'fruit le plus bas ou du projet le plus rémunérateur, servirait d'appât destiné à attirer les participants plus sceptiques

au début du marché de MDP. Dans un marché neuf, les distorsions sont inévitable et seront réduites en permettant au marché d'atteindre son équilibre.

La mise en application commune

Grâce à la mise en application commune, un pays s'étant engagé à réduire ses émissions selon le Protocole de Kyoto peut participer à un projet de réduction d'émissions dans un autre pays que le sien, si celui-ci aussi suit un engagement, et peut compter sa part des réductions d'émissions en résultant pour atteindre son propre objectif de Kyoto. Les projets de mise en application commune gagnent des Unités de réduction des émissions (URÉ), chacune étant l'équivalent d'une tonne métrique de CO₂.

Le mécanisme est semblable à celui des MDP en terme de vérification et de contrôle, mais il vise les projets des pays industrialisés, surtout ceux

ayant des économies en transition vers l'économie de marché. Comme avec le MDP, les réductions d'émissions doivent être réelles, mesurables, et en sus de ce qui se serait produit sans le projet. Le mécanisme de mise en application commune possède un comité de surveillance, sous la direction des Parties au Protocole. La procédure de Mise en application commune fonctionne depuis début 2007, l'évaluation du projet est donc limitée et les premières URÉ seront émises courant 2008 (JI, 2007).

Les émissions de carbone en tant que bien dans le marché de la conformité

Le Système communautaire d'échange de quotas d'émission (SCEQE) est le mécanisme de commerce d'émissions de gaz à effet de serre multinational le plus important du monde. Ce mécanisme, auquel participe chacun des 25 états membres de l'Union européenne, a été lancé le 1er janvier 2005. Certaines sources d'émission de GES doivent se conformer à des règlements établis par les pays ayant adopté les engagements en tant que Parties au Protocole de Kyoto.

Conformément à ce mécanisme, les gros émetteurs de dioxyde de carbone de l'UE sont tenus de contrôler et de déclarer leurs émissions de CO₂, et doivent en rendre compte auprès de leur gouvernement chaque année pour recevoir la quantité d'émission permise, équivalant à leurs émissions de CO₂ pour l'année en question. Les émetteurs peuvent recevoir des droits d'émission gratuits auprès de leur gouvernement, ou les acheter ailleurs. Si un émetteur reçoit plus de droits d'émission qu'il n'en a besoin, il peut les revendre à qui bon lui semble.

Pour faire en sorte que se produise un marché réel (et que les émissions de CO₂ se diminuent), les gouvernements de l'UE doivent s'assurer que le nombre total de droits d'émission qu'ils émettent sera inférieur à la quantité qui aurait été émise dans un scénario de transactions courantes. La quantité totale attribuée par chaque état membre est définie dans le Plan d'action national de l'état membre (PAN). Cependant, au cours de la phase 2005-2007, les pays ont octroyé un trop grand nombre de droits d'émissions, et de nombreuses entreprises en ont profité pour vendre leurs droits d'émission à des entreprises dans des pays qui n'avaient pas octroyé un trop grand nombre de droits, sans une réduction réelle des émissions (**Figure 7**).

Dans cette phase 2005-2007, le SCEQE a incorporé 12 000 gros émetteurs, représentant environ 40 pour cent des émissions en CO₂ de l'UE, et couvrant des activités liées à l'énergie (installations de combustion, raffineries d'huiles minérales, fours à coke) ; à la production et au traitement de métaux ferreux ; à l'industrie minérale (traitement du ciment, briques en verre et en céramique) ; et des activités liées aux pâtes à papier, au papier, et aux planches.

La deuxième phase, allant de 2008 à 2012, élargira l'étendue de façon significative. Tous les gaz à effet de serre seront en cause, et non plus le seul CO₂ ; les émissions causées par l'aviation seront comprises ; et quatre pays non-membres de l'UE, la Norvège, l'Islande, le Liechtenstein et la Suisse devraient participer au projet. L'inclusion de l'aviation est une étape importante en raison des émissions de plus en plus abondantes et rapides du secteur. L'inclusion de l'aviation devrait entraîner une hausse de la demande de droits d'émission d'environ 10 à 12 millions de tonnes métriques de CO₂ par an (ETS, 2007, Point Carbon, 2007) (Figure 8).

Des efforts pour établir des liens directs entre le SCEQE et les mécanismes du MDP et de la MAC—en

appliquant systématiquement des RÉC produites par des MDP et des URÉ produites pas la MAC pour compenser les déficits en droits d'émissions des pays européens—seront soumis à des questions d'intégrité environnementale. Lorsque des suggestions ont été avancées pour accélérer l'accès aux crédits MDP et MAC afin de respecter les engagements des membres de l'UE, les représentants de la société civile ont eu des doutes sur la réduction ou non de l'incitation à atteindre les réductions d'émissions au sein de l'UE. Cet argument maintient que ces baisses, si elles sont atteintes sur le plan domestique, produiraient des avantages supplémentaires pour les Européens, tels qu'un air plus sain, davantage d'emplois, et une transition vers une économie plus respectueuse de l'environnement. Selon certains critiques, l'accélération entre le SCEQE et le MDP et la MAC est une 'indulgence plénière'. Les entreprises ayant suffisamment d'argent peuvent éviter la difficulté, n'ayant besoin que de se procurer assez de RÉC ou d'URÉ pour faire ce qui leur plaît—tant que leurs finances suivent (CAN-E, 2007).

À la suite de négociations poussées, la société civile—représentée par Réseau action climat-

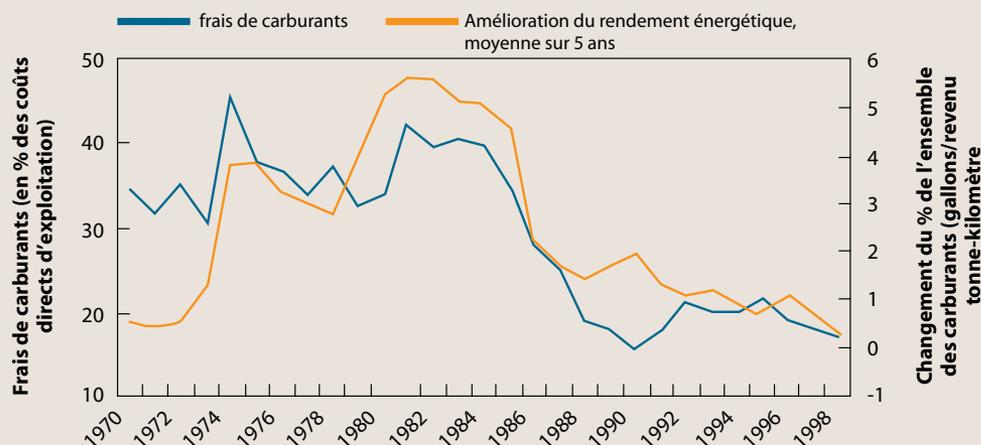


Trainées d'échappement d'un avion de ligne commercial. Le dioxyde de carbone est le principal gaz à effet de serre émis par les avions, cependant les avions émettent également de la vapeur d'eau et de l'oxyde nitreux. On estime que les 16 000 avions à réacteur commerciaux du monde produisent 600 millions de tonnes métriques de dioxyde de carbone par an, ce qui équivaut presque au total produit par l'ensemble des activités humaines en Afrique par an.

Source : J. Khandani/Still Pictures

Europe—a accepté cette accélération, sous condition que toutes les RÉC ou URÉ achetées pour remplir les engagements de l'UE soient respectueuses de l'environnement et soutiennent la durabilité. Malheureusement, cette condition n'a pas été retenue dans le texte final sur les liens directs 2007.

Figure 8 : Développements des coûts des combustibles et ensemble du rendement énergétique des transporteurs de l'Union européenne



La présente figure montre l'effet historique que les prix des combustibles ont eu sur l'ensemble des changements relatifs au rendement énergétique dans le secteur aéronautique. En raison des relations directes entre la combustion du carburant et les émissions de CO₂, l'illustration montre également la relation entre la hausse des combustibles et les mesures de rendement énergétique qui ont conduit à moins d'émissions de CO₂. L'intégration de l'industrie aéronautique dans le système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre de l'UE devrait encourager davantage de mesures permanentes en matière de rendement énergétique.

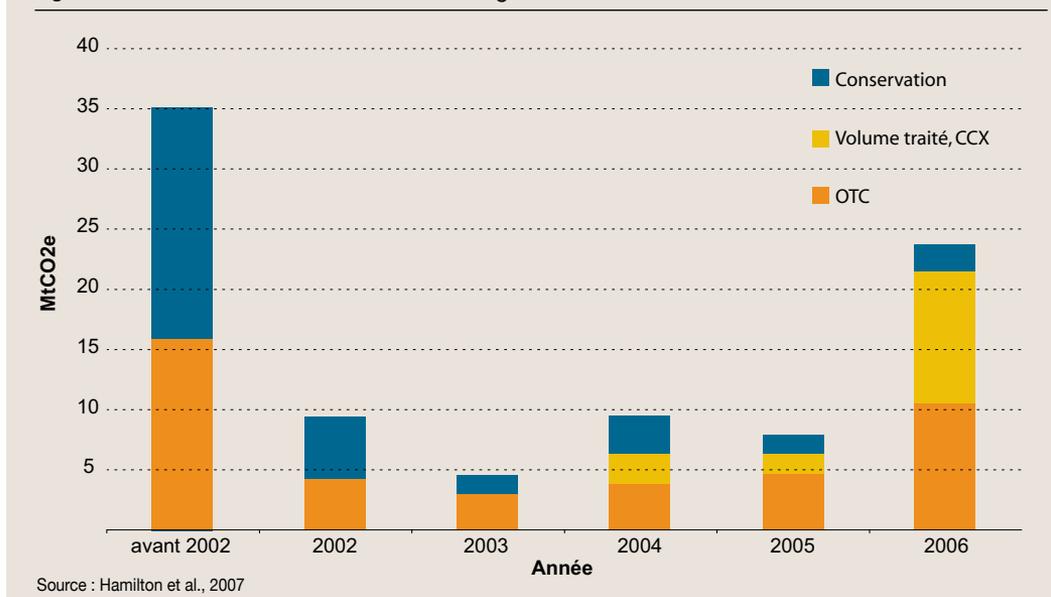
Source : Frontier Economics, 2006

La réduction du carbone dans les mécanismes volontaires

Les marchés de réduction volontaire des émissions comprennent les échanges de biens qui traitent des transactions ayant force d'obligation ainsi que des entreprises ou organisations vendant des compensations hors bourse. Ces échanges ont des normes rigoureuses et offrent de véritables compensations aux entreprises. Le sérieux de ces organisations hors-bourse varie, mais des efforts sont en cours pour imposer des normes (Figures 9 et 10).

Le Chicago Climate Exchange (CCX) est devenu un modèle pour les autres transactions volontaires du marché du carbone au Royaume-Uni, en Australie, en Inde, et au Canada. Les fondateurs du CCX ont participé à l'établissement de la bourse au dioxyde de soufre américaine et aux négociations des mécanismes financiers du Protocole de Kyoto. Malgré le fait que les États-Unis n'ont pas ratifié le Protocole, ils n'ont

Figure 9 : Volumes traditionnellement échangés sur le marché du carbone volontaire



Source : Hamilton et al., 2007

pas attendu pour lancer le marché. En 2007, le CCX comptait plus de 330 membres provenant de pays développés et en développement, compensant leur impact écologique par le biais de projets recouvrant une panoplie d'activités.

La motivation principale des participants à la CCX est l'apprentissage qu'offre le CCX dans les marchés du carbone, en préparation des règlements de cap-and-trade attendus à l'avenir (Fahey, 2007). Les membres émetteurs sont des entreprises ou autres acteurs qui n'ont aucun engagement obligatoire autre que ceux qu'ils adoptent en signant des contrats juridiques de réductions de leurs émissions. Ces participants ont aussi la satisfaction de montrer leur rôle d'avant-garde dans la responsabilité sociale d'entreprise. Parmi ces membres figurent des municipalités, des constructeurs automobiles, des mines de charbon, des entreprises de sylviculture ; des producteurs de produits chimiques, des états, des laboratoires pharmaceutiques, des producteurs d'acier, et d'autres encore, venant des États-Unis, du Brésil, d'Allemagne, du Canada, et d'ailleurs (CCX, 2007).

Les membres de la CCX s'engagent de façon volontaire mais contractuelle à atteindre les objectifs annuels de réductions d'émissions de GES qu'ils auront prédéterminés selon un calendrier déterminé. Les membres réduisant leur émissions en deçà de leurs objectifs annuels gagnent des droits d'émissions qui

pourront être vendus sur le marché spécifique ou être conservés pour d'autres conformités. Ceux qui émettent au-delà de leurs objectifs annuels s'alignent en achetant des contrats de Carbon Financial Instrument (CFI), qui constitue l'unité standard d'échange sur le CCX.

Chaque contrat CFI représente l'équivalent de 100 tonnes métriques de CO₂. Les contrats CFI se composent de droits d'émission et de compensations. Les droits d'émission sont émis aux membres selon leur base de référence et leur calendrier. Les compensations sont émises aux propriétaires ou à l'ensemble des acteurs économiques de projets éligibles qui séquestrent, détruisent, ou déclassent les GES. Les compensations sont émises après une atténuation, et sur présentation de documents de contrôle au CCX.

Les catégories de projets de compensations admissibles sont : la séquestration de carbone en terres de pâturage ; le méthane des décharges ; l'efficacité énergétique et les transitions vers des énergies plus propres ; les projets d'énergie renouvelable tels que l'énergie éolienne, solaire, hydraulique et les biocarburants ; la collecte de méthane provenant de l'agriculture et la combustion dans les installations de bétail comme les digesteurs et les lagons couverts ; la séquestration du carbone des terres agricoles par la pratique aratoire antiérosive continue et la semence d'herbe ; le carbone forestier tel que le boisement et

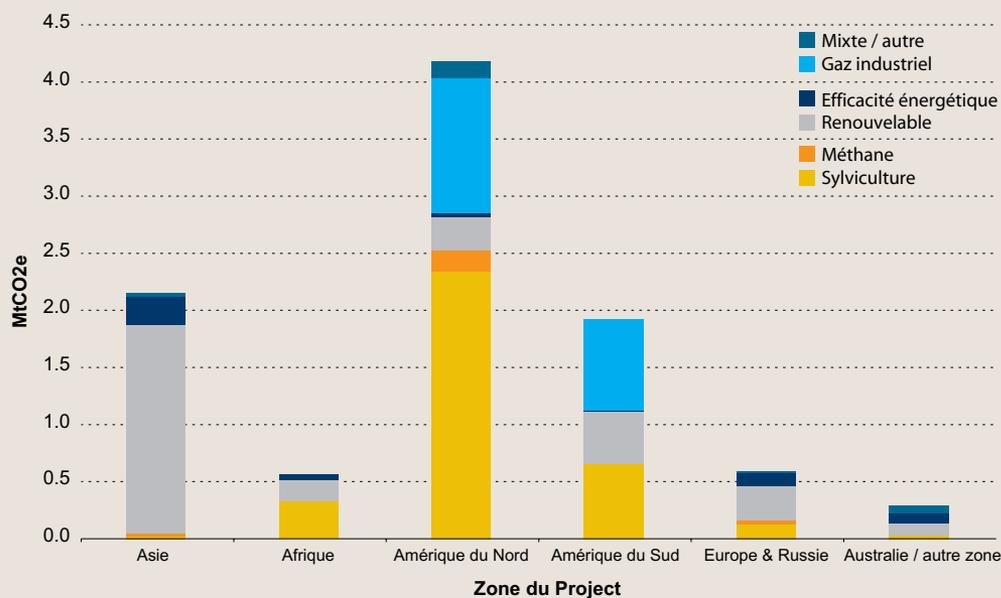
l'enrichissement de forêts, la plantation d'arbres en villes, et dans certaines régions, le boisement allié à des projets de conservation de la forêt (CCX, 2007, Fahey, 2007) (Encadré 5).

Les critiques récentes du marché de compensation non-boursier ont été sévères car un grand nombre de ces projets ne sont soumis à aucune réglementation (Davies, 2007b). Les clients ne savent pas si le projet existe réellement ; s'il existe, le client ne sait pas si les émissions ont déjà été comptées ou si le prix est juste. Un grand nombre de projets populaires ont trait à la plantation d'arbres, mais même une démarche aussi admirable que celle-ci peut être truffée de problèmes. Les arbres séquestrent du carbone au cours de décennies, mais comment tenir compte des taux variables de séquestration lors de sécheresses et d'inondations ? Les grands projets de plantations d'arbres ont été critiqués car ils déstabilisent les réserves d'eau, déplacent les villageois, ôtent les droits de pâturage aux éleveurs, et parce qu'ils plantent dans des terres qui émettent plus de carbone qu'elles n'en séquestrent (Davies, 2007b).

On est en train de mettre sur pied des mécanismes permettant aux acheteurs de savoir que leurs compensations de carbone sachent que leurs compensations représentent de réelles réductions d'émissions, sans les effets secondaires néfastes à l'environnement. La Norme de carbone volontaire (NCV) a été lancée en novembre 2007 afin de redonner confiance à un marché de compensations de carbone hors-bourse ayant souffert d'une critique sévère et sans compromis quelques mois auparavant. Les normes ont été développées grâce aux travaux du Projet Carbone, de l'Échange international de droits d'émission, et du Conseil mondial des affaires pour le développement durable, bénéficiant des conseils de spécialistes du marché, d'ONG, et d'industriels (VCS, 2007). La NCV bénéficie de l'aval de l'Organisation internationale de normalisation (ISO), reconnaissant la conformité avec les séries ISO 14064 et 14065 relatives à la quantification et aux rapports d'émissions de GES, et aux déclarations et aux exigences en matière d'accréditation aux niveaux organisationnel et de projet (VCS, 2007, ISO, 2007).

Le Gold Standard est un système d'options permettant de compenser des émissions de carbone, accrédité par près de 50 organisations de la société civile. Le Gold Standard n'approuve les projets d'énergie renouvelable et d'efficacité énergétique que

Figure 10 : Distribution régionale des projets de marché du carbone volontaire, par type



Source : Hamilton et al., 2007

Tableau 1 : Les marchés des échanges de droits d'émission de gaz à effet de serre : Étendue et niveau

	Volume 2006 (million de tonnes métriques d'équivalents CO ₂)	Valeur 2006 (million de dollar US)
Marché des compensations de GES		
Marché du volontariat	23,7	91
OTC* volontaire	13,4	54,9
CCX†	10,3	36,1
Autres plans d'échanges de GES		
Système communautaire d'échange des quotas d'émission‡	1,101	24,357
Mécanisme primaire du développement propre	450	4,813
Mécanisme secondaire du développement propre	25	444
Projets communs de mise en œuvre	16	141
Nouvelle-Galles du Sud	20	225

**Over-the-counter'

†Marché d'Amérique du Nord pour l'intégration de réductions des émissions volontairement et légalement par le biais d'échanges de droits d'émission et de compensations pour les gaz à effet de serre.

‡Lancé en Janvier 2005, le plus grand plan d'échanges de droits d'émission de GES obligatoire dans plusieurs pays au monde et plusieurs secteurs.

Source : Gillenwater et al., 2007

Encadré 5 : Paiement pour des projets de biogaz

En 2003, l'organisation à but non lucratif indienne, Andhyodaya, a mis en place un programme, dans la région de Kerala, utilisant les déchets animaux pour produire des biogaz pour la communauté locale. Avant que le programme ne démarre, la communauté utilisait du bois comme combustible et de nombreuses heures quotidiennes étaient destinées au forage pour les combustibles ; les foreuses étaient des jeunes filles que la tâche quotidienne empêchait d'aller à l'école. Le système du biogaz a permis à ces filles d'aller à l'école pour la première fois de leur vie. Après deux ans sans entretien, le système du biogaz a échoué et il n'y a eu que peu de tentatives pour remédier à cet échec aussi les filles ont dû quitter l'école et retourner au forage.

Cependant, un chef de projet de l'organisation Andhyodaya a entendu parler de l'idée de projets de compensations et a discuté du concept du programme de biogaz avec les représentants de la CCX. Ensemble, ils ont évalué le potentiel des titres compensatoires de carbone du système, ont remédié aux brèches techniques, ont entraîné les représentants locaux en matière de techniques de maintenance essentielles, ont établi un programme de surveillance et d'audit et ont réinstallé l'approvisionnement local en biogaz.

Les paiements des titres compensatoires de carbone reviennent directement aux communautés ainsi il existe un revenu fixe provenant de la conservation du système du biogaz. Les filles sont retournées à l'école, le programme est en pleine expansion et la communauté dispose d'un apport de revenus séparé pouvant procurer à ses membres davantage de sécurité dans leur vie précaire (Kurian, 2004, CCX, 2007).

rejette absolument toute sorte de séquestration, il ne rejette pas la validité d'autres travaux. Les Échanges promeuvent déjà les réductions de GES par le biais de la séquestration géologique ainsi qu'à travers des projets de sylviculture. La Norme de carbone volontaire souhaite que son défi de normes ISO s'applique à tous les crédits carbonés échangés sur les marchés internationaux, y compris ceux acquis par le biais de la séquestration, sous toutes ses formes (VCS, 2007).

L'AVENIR DES ÉCHANGES DE DROITS D'ÉMISSION

La communication et la collaboration à différents niveaux garantissent une éventuelle convergence des intérêts au sein d'un marché mondial du carbone mais l'unique question est : quand ? (CCX, 2007, GS, 2007) (Tableau 1). Actuellement, de nombreuses transactions ont lieu au sein des différents programmes d'échange de droits d'émission. Par exemple, le 24 septembre 2007, la Chicago Climate Futures Exchange, filiale à part entière de la Bourse d'échanges

s'ils ont trait à un changement fondamental dans la consommation énergétique et s'ils représentent un réel changement par rapport à une économie fondée sur les carburants fossiles. Le Gold Standard approuve les crédits MDP et MAP selon les caractéristiques

des efficacités énergétiques et selon le remplacement du développement du carburant fossile avec des carburants renouvelables (CDM GS, 2007).

Il existe un potentiel de convergence dans le marché volontaire. Tandis que le Gold Standard



Les grandes zones déboisées des anciennes forêts tropicales humides tempérées et côtières, en Colombie-Britannique, au Canada. Selon le quatrième rapport d'évaluation du GIEC, la déforestation mondiale compte pour 20 % des émissions totales de GES.
Source : D. Garcia / Still Pictures

climatiques de Chicago (CCX) qui gère les échanges de dérivés, a vendu aux enchères des indemnités de réduction certifiée des émissions (RCE), représentant 163 784 tonnes métriques de CO₂ ayant été émises par la CCNUCC. L'événement a dépassé treize fois le montant et a été coté la première fois qu'une enchère de RCE a été faite dans une bourse réglementée. MDP comme AC fournissent des prêts approuvés par l'étalon-or, restreints, bien sûr, aux projets d'efficacité énergétique et d'énergie renouvelable.

Pour ce qui est des types de projets complémentaires en cours d'étude, la séquestration vient après l'efficacité et la commutation de combustible de par sa facilité de mise en place et de ses avantages financiers éventuels. La séquestration du carbone peut être biologique ou géologique. La séquestration biologique est le résultat de l'absorption du CO₂ par la photosynthèse et le stockage du carbone dans les molécules de cellulose et de lignine telles que le bois ou les autres végétaux. En termes de marchés du carbone, la séquestration biologique renvoie au boisement et au reboisement, des projets qui consistent à planter et à cultiver des forêts. La séquestration géologique correspond à l'interaction chimique entre le CO₂ atmosphérique et les minéraux

pour former des roches carbonatées, généralement des calcites et des dolomites. Dans la nature, cela s'appelle l'altération climatique mais sur le marché du carbone la séquestration géologique est communément appelée la capture et le stockage de carbone (CSC).

La séquestration biologique

La séquestration par le biais du boisement et du reboisement sert de modèle pour le champ de développement des paiements en faveur des services des écosystèmes. Le concept en cours d'étude pour la séquestration MDP/AC consiste à éviter les émissions de carbone. Ce projet est actuellement présenté comme une réduction des émissions en évitant la déforestation et la dégradation. Au lieu de capturer le CO₂ dans l'atmosphère et de le séquestrer dans les arbres, ce type de « réduction de carbone » est rentable de par le fait qu'il n'ajoute pas de carbone dans l'atmosphère par le biais de la déforestation, en vue de garder le carbone séquestré. Il peut être comparé aux crédits de réduction de carbone accordés pour choisir d'utiliser des sources d'énergies renouvelables ou l'efficacité énergétique, la méthode de calcul prenant en compte le carbone qui ne pénètre pas dans l'atmosphère. La Bourse

d'échanges climatiques de Chicago soutient déjà ceci au travers de ses projets compensatoires en matière d'« enrichissement de la forêt » et de « conservation de la forêt ». La déforestation contribue à hauteur de 20 % au total des émissions de gaz à effet de serre, soit plus que l'ensemble des moyens de transport du monde entier. Selon toute méthode de calcul d'un cycle de carbone, la préservation des forêts existantes est un élément essentiel de toute réponse à la crise du climat (PNUE, 2007).

Certains voient cette acceptation d'une réduction des émissions, en évitant la déforestation et la dégradation, comme un mécanisme MDP/AC viable qui pourrait être un catalyseur pour le développement des paiements en faveur des services des écosystèmes en plus d'un moyen de séquestrer le carbone. La protection des écosystèmes par le biais d'une réduction des émissions en évitant la déforestation et la dégradation offre l'opportunité de définir un lot de services de l'écosystème à partir d'une zone donnée. Sur le marché du carbone, le crédit groupé aurait la même valeur qu'un titre compensatoire de carbone mais fournirait de la valeur ajoutée à l'acheteur grâce aux aspects de la conservation de sa biodiversité ou des éléments de la préservation de son économie traditionnelle (BioEcon, 2007, UNEPFI, 2007) (**Encadré 6**).

Un exemple de réduction des émissions en évitant la déforestation et la dégradation est apparu en octobre 2007, lorsque la Banque mondiale a annoncé l'instauration d'un partenariat en matière de carbone forestier (Forest Carbon Partnership Facility, FCPF) conçu pour encourager les pays à préserver leurs forêts. En attribuant une valeur économique aux forêts tropicales existantes, ce partenariat regroupera en premier lieu, le Libéria, la République démocratique du Congo, la Guyane, le Surinam et d'autres pays en développement afin de générer de nouveaux revenus en faveur de la réduction de la pauvreté sans avoir à vendre des droits d'exploitation du bois dans les forêts. Ce programme aidera, en même temps, à maintenir les avantages naturels que les forêts apportent aux populations locales, tels que l'eau douce, la nourriture et les médicaments.

Pour être éligibles pour le programme FCPF, les pays devront prouver qu'ils ont matériellement réduit leur taux de déforestation. Ils devront déterminer l'état actuel de leurs forêts comme référence pour l'évaluation des taux de préservation futurs. De plus, ils doivent déterminer

Encadré 6 : Paiement des services écosystémiques évoluant sur les marchés du carbone

Le paiement international des services écosystémiques (PES) est un outil astucieux pour la progression des genres et l'équité socio-économique durant la transition vers une économie respectueuse de l'environnement. Les services écosystémiques tels que la régulation du climat et des inondations, le maintien de la qualité de l'eau par la filtration et la formation des sols sont fournis par la nature et souvent conservés par les communautés indigènes. Les plans PES rémunèrent ceux qui s'engagent dans des activités significatives et évaluables pour sécuriser l'approvisionnement des services écosystémiques (PNUE, 2007). Les programmes et les projets PES émergent dans de nombreux pays et des exemples comprennent des efforts ascendants et descendants.

Tanzanie : un des obstacles majeurs à l'intégration des communautés rurales sur les marchés des services écosystémiques c'est le coût élevé et la complexité technologique de la surveillance et de l'évaluation des services produits. Kyoto : Think Global, Act Local (K:TGAL) est un programme de développement des capacités organisé par le gouvernement des Pays-Bas qui organise la gestion communautaire des forêts existantes à inclure comme une activité de diminution du carbone éligible dans les accords internationaux futurs relatifs au changement climatique. K:TGAL dispose de nombreux projets pilotes pour développer les technologies et les protocoles du système d'information géographique simples et peu coûteux et pour entraîner les membres de la communauté rurale à les utiliser pour mesurer le carbone séquestré par les forêts communautaires.



Les pratiques des membres du conseil de village de la forêt avec les outils GPS/GIS en Tanzanie

Sources : J.J. Verplanke/International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC)

Sous l'égide de K:TGAL, une équipe de chercheurs et de coordinateurs de projets ont entraîné quatre villageois sur sept dans chacun des quatre conseils de village de la forêt tanzanienne à l'inventaire forestier et aux techniques de cartographie pour évaluer les stocks de carbone. Les villageois ont appris à cartographier la surface forestière, à stratifier la forêt par écotype, à localiser avec précision des placettes d'échantillonnage permanentes à l'aide de GPS portables, à mesurer les paramètres relatifs à la biomasse forestière dans le champ, à enregistrer de manière fiable les données dans de petits ordinateurs portables, à analyser les données collectées, à en tirer des conclusions et à récupérer les placettes d'échantillonnage permanentes pour de futures évaluations.

On estime que dans les villages chaque forêt séquestre 1 300 tonnes métriques de charbon par an en moyenne. L'équipe a estimé que, en fonction des taux actuels, le charbon pourrait être vendu pour 6 500 dollar US par an et par village en moyenne. Les résultats de l'équipe de recherche laissent entendre que ce niveau de génération de revenus pourrait être une incitation suffisante pour les villages pour conserver leurs forêts. Cependant, ils laissent également entendre que vendre les services écosystémiques groupés, produits par ces forêts, y compris la conservation de l'eau et de la biodiversité, pourrait constituer une incitation encore plus importante et un soulagement d'autant plus grand pour la pauvreté qui règne majoritairement sur ces villages (K: TGAL, 2007, EMCF, 2007).

Mexique : après des années à essayer de développer et de commercialiser un projet de séquestration de carbone pour le marché MDP/AC, le Grupo Ecológico Sierra Gorda de Mexico et son organisation partenaire, Bosque Sustentable, ont changé de cap et ont décidé de suivre les marchés volontaires qui reconnaissent la valeur ajoutée de la réduction de la pauvreté et de la conservation de la biodiversité. En 2006, Bosque Sustentable a réalisé sa première vente sur le marché volontaire à la fondation des Nations Unies qui souhaitait compenser sa surface de carbone ainsi que soutenir un projet financé par les Nations Unies qui aide également à réduire la pauvreté.

Bosque Sustentable est désormais au stade final de la conclusion d'une deuxième vente avec la fondation des Nations Unies et d'une autre vente avec le World Land Trust (Organisme de conservation des écosystèmes), situé au Royaume-Uni. Le World Land Trust vendra le carbone de Sierra Gorda et les compensations environnementales à une série d'acheteurs européens bénévoles. Ces ventes soulignent le principal avantage des marchés volontaires par rapport aux marchés réglementés en permettant à Bosque Sustentable d'accéder à des acheteurs intéressés par bien plus que la simple séquestration du carbone (EMCF, 2007, Fondation des Nations Unies, 2007).

la teneur en carbone dans les forêts, prouver qu'ils maintiennent vraiment un niveau de séquestration du carbone et de couverture forestière sur l'ensemble de leur territoire. Le plan ne fonctionnera pas si d'un côté du pays, les forêts sont préservées et que de l'autre la déforestation sévit (Banque mondiale, 2007).

La séquestration géologique

La capture et le stockage de carbone (CSC) ont été au cœur des discussions pendant des décennies en tant que solution éventuelle à la crise du climat. Actuellement, cela entraîne la capture du CO₂ provenant de la production de combustibles fossiles et de son stockage dans des formations géologiques qui accueillent, à l'origine, ces combustibles. À ce jour, la CSC a seulement permis de réduire le taux d'émission provenant de la production de combustibles fossiles et de leur traitement. Les technologies actuelles ne permettent pas d'éliminer toutes les émissions dans l'atmosphère ni d'y supprimer le carbone existant.

L'industrie pétrolière injecte communément du CO₂ dans les dépôts appauvris en pétrole pour augmenter la pression qui facilite la migration du pétrole restant vers le puits de forage et améliore l'ensemble des taux de récupération. Cette pratique procure des avantages économiques. Dans la plupart des installations de production de combustibles fossiles, notamment dans les pays où la capture et le stockage de carbone, comme la réduction des taxes sur le carbone, ne procurent aucun avantage économique, la CSC n'est pour le moment pas réalisable d'un point de vue économique. Elle ne deviendra possible qu'une fois l'augmentation du coût des émissions de GES mise en place. La capture et le stockage de carbone n'est pas uniquement applicable à l'industrie des combustibles fossiles. La production de chaux, de ciment et de béton est également une industrie qui dépendra fortement du développement des techniques de la CSC en cas de plafonds et de régimes d'échange stricts. L'industrie revendique actuellement que les paiements des titres compensatoires de carbone constituent des « subventions » essentielles. Mais dès qu'un système de plafond et d'échanges sera appliqué convenablement, les émissions de carbone deviendront si coûteuses que la CSC deviendra économiquement réalisable pour les industries du ciment et des combustibles fossiles (GIEC, 2005).

D'avantage d'idées novatrices sont en préparation. Une expérience est en cours en Islande pour tester

Encadré 7 : Géoringénierie : les installations techniques à l'échelle mondiale

La crise du climat a motivé de nombreuses propositions d'interventions à grande échelle, appelées géoringénierie, pour lutter contre les impacts du réchauffement climatique. Ces interventions comprennent le lancement de réflecteurs dans l'espace et la libération de soufre dans la haute atmosphère, tous deux ayant pour but d'accroître la réflectivité de la Terre (cf. Enjeux émergents). Ces deux plans particuliers ont été étudiés de près par des scientifiques à l'aide d'analyses des coûts et de la structure du système. Les analyses laissent entendre que ces interventions seraient trop coûteuses, nécessiteraient une coopération internationale et pourraient infliger des dommages conséquents à toutes les régions s'ils étaient mis en place.

Un autre type d'intervention consiste à exploiter le potentiel de séquestration du CO₂ dans une partie de l'océan riche en nutriments mais qui ne peut pas connaître de croissance du plancton à cause d'un manque de fer. L'approvisionnement en grosses quantités de fer dans ces parties de l'océan pourrait stimuler la prolifération du plancton qui retiendrait les molécules carbonées et les séquestrerait éventuellement dans les grands fonds marins. De nombreux essais à petite échelle ont été conduits durant les deux dernières décennies, montrant quelques réussites de prolifération du plancton. Les essais ont également produit de grandes réactions en faveur et en défaveur du concept de « fertilisation en fer ». L'inquiétude la plus sérieuse, manifestée par les scientifiques, suggère que la pratique pourrait intervenir dans les cycles des nutriments qui nourrissent la vie océanique. La perturbation de ce cycle constituerait un sérieux enjeu pour les écosystèmes marins déjà surexploités et menacés par les activités humaines (cf. Global Overview). En novembre 2007, la Convention sur la prévention de la pollution des mers a publié un communiqué selon lequel « ...les opérations planifiées pour les opérations de fertilisation à grande échelle à l'aide de micronutriments, comme le fer, en vue de séquestrer le dioxyde de carbone, ne sont pas encore justifiées ».

Une autre approche consiste à utiliser un collecteur de CO₂ complètement artificiel qui imite la capacité de séquestration des arbres opérant la photosynthèse. Basée sur la technologie utilisée dans les filtres des bassins à poissons et développée par des scientifiques de l'Earth Institute de l'université de Columbia, cette méthode, appelée « capture de l'air », supprimerait le CO₂ directement de l'atmosphère. Son avantage en matière de technologies de capture et de stockage de carbone actuellement en développement réside dans le fait qu'elle peut collecter le CO₂ à l'endroit du dépôt géologique idéal pour le stockage. Le gouvernement islandais et l'Earth Institute ont placé de grands espoirs dans la réunion de la capture de l'air et la séquestration géologique dans les basaltes. Le fait que ce plan devienne une contribution possible pour résoudre la crise climatique dépendra de la réussite des essais en cours et de l'aide financière reçue tout comme des contraintes réglementaires concernées.

Sources : Lackner, 2003, Lackner et Sachs, 2005, IMO, 2007, Morton, 2007



Conception artistique de la capture de l'air conçue pour être capable de rejeter le dioxyde de carbone hors de l'air.

Source : ©Stonehaven CCS

les théories en matière de séquestration du carbone, organisée par le gouvernement national et des institutions de recherche scientifique islandaises, françaises et américaines. Afin de minimiser les coûts occasionnés par le transport qui est souvent la source de dépenses considérables, le CO₂ est récupéré selon un processus industriel local. Il est injecté dans les formations de basalte, riches en calcium et en magnésium, qui composent les sols islandais, en vue de reproduire les processus naturels formant les dépôts de calcite et de dolomite qui emprisonnent les molécules de carbone pour des millions d'années. Ces types de dépôt sont courants sur chaque continent (Gislason et al., 2007).

La CSC et les plans connexes risquent d'apporter un choix d'options supplémentaires solides pour répondre à la crise du climat (**Encadré 7**). Mais, ils ne sont pas en mesure de remplacer l'efficacité énergétique, le développement des sources d'énergie renouvelable et la séquestration biologique. La CSC peut se féliciter de ces autres options.

LE RÔLE DES GOUVERNEMENTS

La création du marché mondial du carbone a changé les attitudes en matière de réponse à la crise du climat. Après une décennie de mise en pratique, la phase pilote de la commercialisation du carbone peut être considérée comme terminée. Ce passage d'un projet pilote à une opération à échelle réelle intervient juste à temps. À l'avenir, les échanges de droits d'émission et du marché du carbone, et de toutes les autres réponses efficaces au changement climatique, augmenteront proportionnellement, s'adapteront et s'accéléreront.

Les innovations réalisées au cours d'une décennie d'essais, par le biais de la formation de matières premières environnementales et de l'établissement du marché, ont généré un vif intérêt à l'idée d'une possible nouvelle économie. Cette nouvelle économie en est déjà aux premières étapes de sa formation. On connaît déjà la plupart des technologies requises. Une part importante des plus célèbres acteurs du marché et des décideurs financiers se sont engagés à bâtir une nouvelle économie, alimentée par les sources d'énergie renouvelable de manière efficace. S'agissant des activités organisationnelles, ils suivent de plus en plus les principes environnementaux, sociaux et gouvernementaux tandis que les fonds d'investissement s'engagent de plus en plus en

fonction du concept de propriété universelle qui envisage l'économie mondiale et l'environnement comme un tout interdépendant.

Mesures d'incitations et de dissuasions

L'économie mondiale connaît une croissance rapide et la population continue d'augmenter mais les améliorations en matière d'intensité énergétique constatées ces dernières années ne sont plus soutenues. Les concentrations atmosphériques de CO₂ et d'autres gaz à effet de serre augmentent tandis que la capacité d'absorption du carbone des océans diminue (Point Carbon, 2007, GEO Portal, 2007, Raupach et al., 2007, Canadell, 2007) (cf. Global Overview).

Pour que les nouveaux développements atteignent le niveau et l'étendue nécessaires, les gouvernements doivent stimuler et faciliter davantage. Il reste des obstacles, des procédures fiscales anciennes et subventionnelles, qui nous encouragent à persister dans nos habitudes obsolètes et seuls les gouvernements sont en mesure de changer cela. On note une incitation et une motivation des bonnes habitudes ainsi qu'une dissuasion pour les mauvaises, que seuls les gouvernements sont en mesure de fournir. Jusqu'à présent, il manque une volonté politique et une coordination des politiques, requises pour déclencher une capacité de création complète dans le secteur privé et les partenaires de la société civile.

Les options des politiques pour encourager la transition vers l'avenir de l'énergie durable sont nombreuses. Nous avons besoin de sortir du système où ce qui est positif, comme les revenus, est taxé et ce qui est négatif, comme l'inefficacité des ressources, la pollution et les émissions de gaz à effet de serre, ne l'est pas. Il est nécessaire de supprimer les nombreuses et importantes incitations partiales et les subventions qui continuent d'inciter à l'utilisation des combustibles fossiles et des technologies inefficaces. Nous avons besoin d'incitations positives qui nous encouragent à utiliser les sources d'énergie efficaces et faibles en production d'oxyde de carbone. Les incitations positives comprennent les éléments financiers tels que les crédits d'impôt, les subventions, les financements directs, les garanties d'emprunt, les politiques d'approvisionnement et les prix de rachat garantis. Ces interventions économiques directes doivent être complétées par des recherches financées par les États, des programmes de développement et de déploiement,

des investissements dans les infrastructures, une assistance technique et des services d'appoint, une sensibilisation par le biais de l'éducation, la diffusion de renseignements, des initiatives de labels écologiques, ainsi que des programmes de récompense et de reconnaissance. De telles incitations peuvent être compensées par des options politiques dissuasives et restrictives comprenant les taxes d'émission, les programmes d'échange et les plafonds et critères minimum en matière d'efficacité, d'émissions et de portefeuilles. (Goldemberg et Chu, 2006).

L'établissement des normes

De nombreux gouvernements et autorités locales et régionales prennent déjà les premières mesures. En octobre 2007, le Partenariat international d'action sur le carbone a été lancé par un groupe de pays composé des États-Unis, des provinces canadiennes et de l'Union européenne qui développent déjà activement les marchés du carbone par le biais des systèmes obligatoires de « cap and trade ». Le partenariat repose sur l'idée qu'un marché mondial du carbone représentera une part rentable de la solution au changement climatique. Le CIAP a pris conscience que s'attaquer au changement climatique nécessite de grandes modifications concernant l'investissement privé dans les technologies propres, ainsi que des méthodes et des objectifs à faible émission de carbone pour coordonner et soutenir l'engagement des membres dans les marchés du carbone (CIAP, 2007).

Les entreprises étrangères les plus progressistes reconnaissent qu'il revient aux gouvernements de définir la voie à suivre dans la résolution de ces problèmes. En 2007, la plupart des grandes entreprises émettrices de carbone des États-Unis ont rejoint des coalitions d'influence en soutien à la législation obligatoire fédérale sur les émissions de gaz à effet de serre. Une des coalitions, l'USCAP (United States Climate Action Partnership) compte parmi ses membres fondateurs Dow Chemical, Caterpillar, ConocoPhillips, BP America, DuPont, General Electric, John Deere, PepsiCo, General Motors et Ford. L'USCAP préconise la mise en place d'un programme obligatoire et mondial de cap and trade pour fournir des certitudes réglementaires et créer une opportunité économique (CDP, 2007, USCAP, 2007).



Agriculteurs puisant de l'eau à l'aide de seaux et de pompes à une source d'eau douce à Wangcheng, en Chine.

Sources : Sinopictures/ Still Pictures

Équité et impartialité

Les marchés peuvent s'avérer efficaces dans la détermination des attributions efficaces de ressources limitées mais, par nature, les marchés ne sont pas en mesure de représenter l'équité et l'impartialité. Cela relève du rôle essentiel et de la responsabilité morale des gouvernements de s'intéresser aux problèmes d'équité et d'impartialité. Dans toutes les initiatives que prendront les gouvernements pour accélérer la transition vers la nouvelle économie plus efficace et caractérisée par une faible émission de gaz carbonique, il convient d'aborder les questions relatives à l'équité et à l'impartialité.

Un des plus grands défis de cette transition vers des sources d'énergie plus efficaces et moins émettrices de carbone consiste à soutenir, dans le même temps, les objectifs de développement. Pendant que les gouvernements travaillent en vue de répondre aux besoins essentiels pour le développement de milliards de personnes défavorisées, ce développement doit intégrer des stratégies d'adaptation à une crise du climat en pleine accélération. Le changement climatique frappe déjà fort chez les populations les plus défavorisées et dans les régions les plus pauvres. Aussi leurs besoins d'adaptation seront-ils intégrés dans des plans de développement déjà en cours comme dans ceux prévus à l'avenir.

Dans les pays en développement, les pauvres dépendent essentiellement des systèmes d'écoservices pour leur bien-être. L'échange de

ces ressources se fait généralement par le biais de canaux non commerciaux. Intégrer ces écoservices dans le marché officiel risque de précipiter certains groupes de personnes, notamment les femmes, les personnes âgées et les personnes abandonnées, dans le dénuement. De la même manière, fixer un prix pour les services que les personnes ont l'habitude de considérer comme gratuits, tels que l'eau salubre pour la consommation personnelle, l'air frais que l'on respire ou les zones humides pour la régulation des inondations, pose des problèmes d'éthique et de droit. Ainsi, certaines formes de mécanismes de compensation ou de redistribution, de préférence fondés sur des programmes communautaires ascendants, ont besoin d'être instaurés en même temps que la mise en place de prix ou de marchés (Goldemberg et Chu, 2007).

Promouvoir l'efficacité

Il existe de nombreux chemins possibles pour le gouvernement pour promouvoir la transition vers la nouvelle économie, en coopération avec le secteur privé et les organismes communautaires. Une initiative qui illustre ce potentiel réside dans l'Energy Efficiency Building Retrofit Programme, un projet mondial la Clinton Climate Initiative (CCI) axé sur les zones urbaines. Les zones urbaines sont responsables à hauteur de 75 % environ de l'usage total d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre du monde entier. Les bâtiments comptent pour presque 40 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre ; dans des villes comme New York et Londres ce chiffre avoisine les 70 %.

La CCI réunit quatre des plus grandes entreprises de services énergétiques du monde, cinq des plus

grandes banques mondiales et seize des plus grande villes en vue de réduire la consommation d'énergie dans les bâtiments existants. Les villes participantes acceptent de faire de leurs bâtiments municipaux des bâtiments éco énergétiques et d'inciter les propriétaires de bâtiments privés à mettre aux normes leurs bâtiments avec des technologies à économie d'énergie. La CCI et ses partenaires assisteront les villes participantes dans la mise en place et le développement de programmes de formation des travailleurs locaux pour l'installation et la maintenance de produits à économie d'énergie et à énergie propre. En mettant aux normes des bâtiments existants, ce programme vise à atteindre de 20 à 50 % d'économie d'énergie (CCI, 2007).

La diffusion de l'efficacité énergétique et les mécanismes financiers doivent viser les pauvres et les petites communautés. L'Energy Efficiency Building Retrofit Programme de la CCI et les autres programmes très réputés encourageant l'efficacité énergétique et les sources d'énergie renouvelable peuvent servir de modèle aux initiatives plus modestes. Ces modèles peuvent être personnalisés pour répondre aux besoins, en matière de développement, des populations pauvres des zones urbaines également. Par exemple, le ravitaillement en eau potable et les services d'hygiène publique dans les quartiers pauvres peuvent avoir lieu en même temps que les alimentations en électricité éco énergétique. Les installations d'assainissement avec récupération des biogaz, à l'échelle des collectivités ou du voisinage produiraient des revenus à partir des titres compensatoire de carbone tout comme elles offriraient une vie plus saine et une meilleure sécurité aux résidents. De tels plans peuvent être menés par des femmes et des personnes âgées, des membres de la communauté qui tendent à utiliser de telles installations tout au long de la journée (Asian Power Magazine, 2007, GAIN, 2007, Ho, 2005) (cf. Global Overview).



Bâtiment sino-italien écologique et éco énergétique, Université de Tsinghua, Pékin. Un nouveau bâtiment à la pointe de la technologie sur le campus de l'université de Tsinghua, à Pékin, qui repousse les limites de l'efficacité énergétique. L'université se servira de ce nouveau bâtiment comme centre d'éducation, de formation et de recherche en matière de protection environnementale et d'économie d'énergie. L'installation a été conçue pour maximiser les capacités solaires à l'aide de stratégies passives et actives et compte 1 000 mètres carrés de panneaux photovoltaïques. Les panneaux sont intégrés dans la conception de la structure du bâtiment de manière à ce que le bâtiment capture efficacement l'énergie tout en offrant de l'ombre aux terrasses de la structure. L'université et les architectes qui ont conçu la structure espèrent que le bâtiment servira également à l'enseignement et à la sensibilisation aux possibilités innovantes en matière de bâtiments éco énergétiques notamment concernant les émissions de CO₂.

Source : © D. Domenicali/ ddphoto.it courtesy of MCA

Recherche, développement, déploiement

Les gouvernements jouent un rôle important et ont une grande responsabilité en matière de soutien pour la recherche fondamentale et pour le développement que requiert toute réponse rationnelle à la crise du climat. Ce type de recherche et développement va au-delà de l'approche en matière de technologie lourde pour des projets très techniques et des solutions industrielles tandis qu'ils constitueraient d'importantes

contributions à l'effort mondial. Les analyses des systèmes appliqués et les principes écologiques doivent être intégrés dans les options d'adaptation de la communauté, basées sur la complémentarité et l'intégration à plusieurs niveaux. Il faudra de l'aide pour se familiariser avec la manière dont les populations et les communautés s'adaptent au changement et la manière de garantir qu'ils ne choisissent pas des chemins non appropriés pouvant conduire à la destruction de l'écosystème et à un conflit futur. Un autre domaine de recherche consiste à déterminer et à mettre en place des moyens adaptés au contexte local pour surveiller et évaluer les réussites et les échecs de la variété des instruments économiques actuellement en application (**Encadrés 7 et 8**).

Voici quelques zones où la recherche immédiate et l'aide au développement peuvent accélérer notre réponse à la crise du climat :

1) L'estimation des écosystèmes facilitera l'attribution d'un prix correct pour le carbone dans les plantes, les sols et les zones humides comme celui présent dans les émissions. Lorsqu'elle est bien réalisée, l'estimation peut aider à comprendre les conséquences que les différents plans de

séquestration biologique ont sur l'équité des genres et l'intégrité de la communauté.

- 2) Les techniques et les technologies d'efficacité énergétique appropriées ont besoin d'être développées et déployées aux populations riches et pauvres des pays développés et en développement tout en prenant en considération les problèmes de genre et d'équité dans la distribution et la mise en application.
- 3) Un investissement massif dans les sources d'énergie renouvelable, les techniques appropriées et les systèmes de distribution accélérera la progression d'une transition stable vers une économie écologique.
- 4) Les processus et les matériaux qui peuvent accélérer les techniques efficaces de capture et de stockage du carbone biologique et géologique nécessitent l'aide des essais scientifiques et d'une implication socio-économique au niveau de base.
- 5) La production de biocarburants doit être surveillée du point de vue de l'efficacité actuelle du cycle de carbone, de l'endommagement de l'écosystème, de la

fertilité des sols, de l'effet sur la disponibilité des denrées alimentaires de base et des conséquences en terme d'équité et d'impartialité.



Source : David Klein. Reproduit avec la permission de l'artiste.

Encadré 7 : Résumé des messages-clé

- Une décennie de démonstration et d'apprentissage a conduit à un marché du carbone de milliards de dollar US annuels, mais désormais l'heure est venue de s'adapter et d'aller plus vite.
- La société civile, le secteur privé et les gouvernements infranationaux appellent à une progression des gouvernements nationaux dans l'établissement de règles internationales pour les marchés du carbone cap and trade.
- L'aide pour une efficacité énergétique croissante à grande échelle dans le cycle de production et de consommation peut apporter une progression importante dans la transition vers une économie respectueuse de l'environnement.
- L'investissement dans la recherche et le développement climatique et l'énergie est une part vitale de la transition mais le déploiement des connaissances, de la technologie et des techniques gagnées par les partenariats et les expériences sur le terrain, nécessite plus de soutien des différents secteurs.
- La transition vers une économie respectueuse de l'environnement et faible émettrice de carbone offre des opportunités considérables pour les innovateurs et pour permettre un véritable développement propre pour les groupes pauvres et désavantagés par le biais de sources d'énergie renouvelable et de l'approvisionnement de services des écosystèmes communautaires.

Encadré 8 : Options à considération aux niveau des politiques

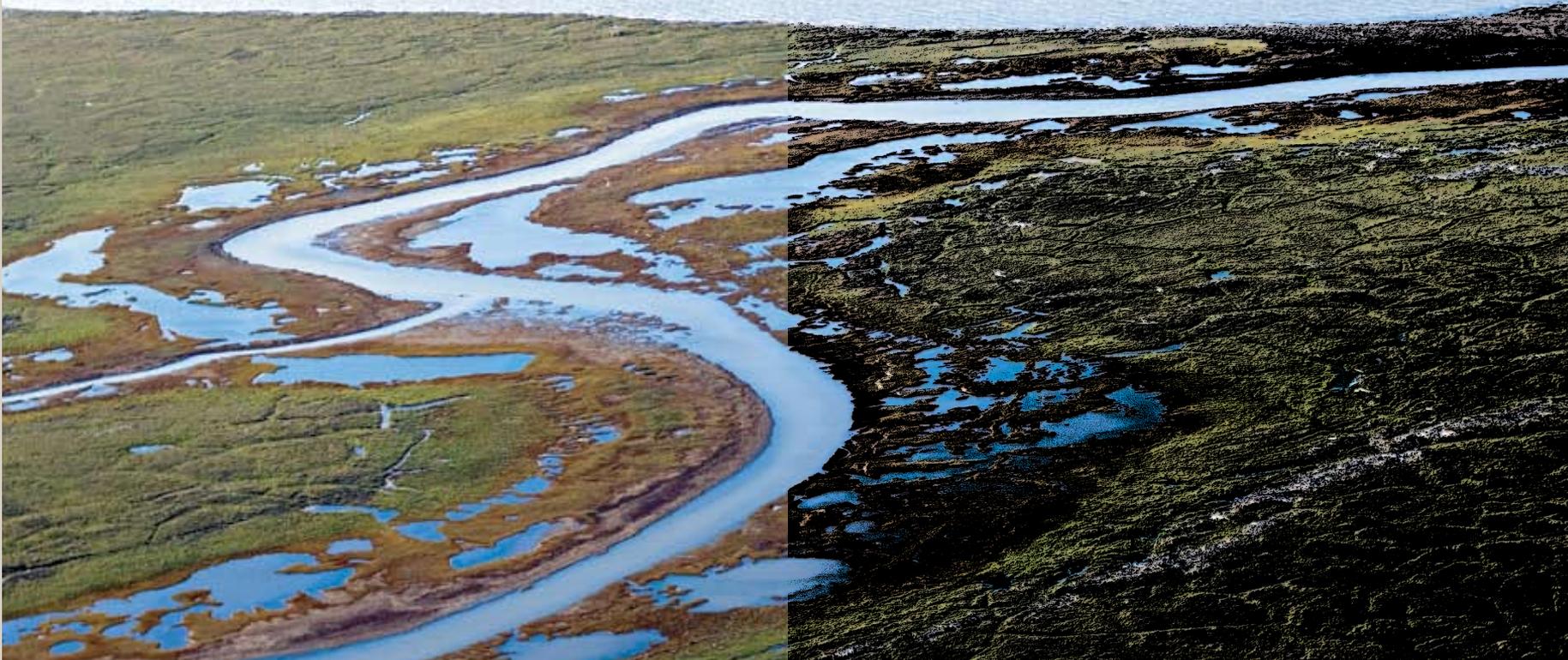
Les pays développés doivent prendre les devants dans cette transition vers une économie respectueuse de l'environnement. Ils portent le fardeau de la responsabilité historique des problèmes de changement climatique. Ils disposent des ressources financières et des capacités techniques pour permettant de commencer à réduire les émissions et d'assister les pays en développement dans leur entrée sur cette voie. Dans les pays développés et en développement, les politiques favorables aux objectifs suivants activeront la transition vers une économie respectueuse de l'environnement :

- 1) Définir un prix pour le carbone en mettant en place des cap and trade locaux, nationaux et internationaux et/ou des régimes fiscaux sur les émissions carboniques neutres.
- 2) Mettre en place des programmes d'efficacité énergétique à différentes échelles et dans différents secteurs.
- 3) Soutenir massivement la recherche, le développement et le déploiement de technologies et de techniques d'énergie renouvelable.
- 4) Répondre aux besoins énergétiques fondamentaux pour les populations pauvres de manière durable, telle que l'adaptation aux impacts du changement climatique, bénéficie du statut prioritaire pour le financement du développement et la mise en place.
- 5) Assurer que les principes d'équité et d'impartialité portent dès le départ sur les énergies nouvelles et le processus de conception de la politique d'adaptation, et non après coup.
- 6) Accélérer le développement des technologies de capture et de stockage/séquestration du carbone à partir des traitements industriels.
- 7) Gérer la production de biocarburants pour la protection des objectifs de durabilité et les services des écosystèmes.

RÉFÉRENCES

- Ambachtsheer, J. (2006). *Responsible Investment: What Is It All About?* Mercer Investment Consulting. <http://www.pensionsatwork.ca/english/pdfs/lectures/AmbachtsheerSlides.pdf> [Accessed 12 October 2007]
- Ban, K.M. (2007). *Address to High-level Event On Climate Change*. <http://www.un.org/webcast/climatechange/highlevel/2007/pdfs/sg.pdf> [Accessed 31 October 2007]
- Baue, B. (2007). Emissions Trading Commodifies Carbon, But Does It Really Help Solve Climate Change? *Social Funds*, October 15, 2007. <http://www.socialfunds.com/news/article.cgi/2393.html> [Accessed 25 October 2007]
- BHLRI (2007). *The Business Leaders Initiative on Human Rights*. <http://www.blhr.org/> [Accessed 2 November 2007]
- BioEcon (2007). *Economics and Institutions for Biodiversity Conservation*, Ninth Annual BioEcon Conference, Kings College Cambridge, UK; September 20-21, 2007
- Canadell, J.G., Le Quééré, C., Raupach, M.R., Field, C.B., Buitenhuis, E.T., Ciais, P., Conway, T.J., Gillett, N.P., Houghton, R.A. and Marland G. (2007). Contributions to accelerating atmospheric CO₂ growth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks. *Proc Natl Acad Sci*, U S A. 2007 Oct 25 www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0702737104 [Accessed 3 November 2007]
- CAN-E (2007) ECPC EU ETS Review Process. Written comments CAN-Europe, WWF, Greenpeace, and Friends of the Earth Europe http://www.climnet.org/EUenergy/ET/072007NGO_EUETSreview_submission.pdf
- CCI (2007). *Clinton Climate Initiative*. <http://www.clintonfoundation.org/cf-pgm-cci-home.htm> [Accessed 22 October 2007]
- CCX (2007). *Chicago Climate Exchange*. <http://www.chicagoclimatex.com/> [Accessed 14 September 2007]
- CII (2007). *The Council of Institutional Investors*. <http://www.cii.org/about/index.html> [Accessed 2 November 2007]
- Davies, N. (2007). Truth about Kyoto: huge profits, little carbon saved. *The Guardian*, Saturday June 2 <http://www.guardian.co.uk/environment/2007/jun/02/india.greenpolitics> [Accessed 20 August 2007]
- Davies, N. (2007b). The inconvenient truth about the carbon offset industry. *The Guardian*, Saturday June 16 2007. <http://www.guardian.co.uk/environment/2007/jun/16/climatechange.climatechange> [Accessed 20 August 2007]
- EITI (2007). *Extractive Industries Transparency Initiative*. <http://www.eitransparency.org/> [Accessed 2 November 2007]
- EU ETS (2007). *European Union Emission Trading Scheme*. <http://ec.europa.eu/environment/climat/emission.htm> [Accessed 30 September 2007]
- Fahey, M., (2007). The Chicago Climate Exchange: A Precursor of What's to Come, *Urban Land* September
- Frontier Economics (2006). Economic consideration of extending the EU ETS to include aviation. A REPORT PREPARED FOR THE EUROPEAN LOW FARES AIRLINE ASSOCIATION (ELFAA). March 2006. Frontier Economics Ltd, London.
- Gillenwater, M., Broekhoff, D., Trexler, M., Hyman, J. and Fowler, R. (2007). Policing the voluntary carbon market. *Nature Reports Climate Change* 11 October 2007 doi:10.1038/climate.2007.58 <http://www.nature.com/climate/2007/0711/full/climate.2007.58.html> [Accessed 30 November 2007]
- Gislason, S.R., Gunnlaugsson, E., Broecker, W.S., Oelkers, E.H., Matter, J.M., Stefansson, A., Arnorsson, S., Björnsson, G., Fridriksson, T., and Lackner, K. (2007). Permanent CO₂ Sequestration Into Basalt: the Hellisheidi, Iceland Project. *Geophysical Research Abstracts*, 9, 07153
- Global100 (2007). *Global 100 Most Sustainable Corporations in the World*. www.global100.org [Accessed 1 December 2007]
- Goldman Sachs (2007). *Introducing GS SUSTAIN*. Goldman Sachs Global Investment Research. http://www.unglobalcompact.org/docs/summit2007/gi_esg_embargoed_until030707pdf.pdf [Accessed 2 November 2007]
- Greenwood, C., Hohler, A., Liebreich, M., Sonntag-O'Brien, V. and Usher, E. (2007). *Global Trends in Sustainable Energy Investment 2007: Analysis of Trends and Issues in the Financing of Renewable Energy and Energy Efficiency in OECD and Developing Countries*. United Nations Environment Programme and New Energy Finance Ltd.
- Hamilton, K., Bayon, R., Turner, G and Higgins, D. (2007). *State of the Voluntary Carbon Market 2007: Picking Up Steam*
- Hawley, J.P. and Williams, A.T. (2000). *The Rise of Fiduciary Capitalism: How Institutional Investors Can Make Corporate America More Democratic*. University of Pennsylvania Press, Philadelphia
- IAC (2007). *Lighting the Way: Toward a Sustainable Energy Future*. InterAcademy Council, Amsterdam. <http://www.interacademycouncil.net> [Accessed 2 November 2007]
- ICGN (2007). *International Corporate Governance Network*. <http://www.icgn.org/organisation/index.php> [Accessed 2 November 2007]
- IEA (2006). *World Energy Outlook 2006*. International Energy Agency, Paris
- IIGCC (2007). *The Institutional Investors Group on Climate Change*. <http://www.iigcc.org/> [Accessed 2 November 2007]
- IMO (2007). Large-scale ocean fertilization operations not currently justified. Press briefing, International Marine Organization. www.imo.org/includes/blastData.asp?doc_id=8708/Press%20briefing%2016-11-07.doc [Accessed 21 November 2007]
- INCR (2007). *The Investor Network on Climate Risk*. <http://www.incr.com/NETCOMMUNITY/Page.aspx?pid=198&scrid=2> [Accessed 2 November 2007]
- Innovest (2007). *Carbon Disclosure Project Report 2007: Global FT500*. Innovest Strategic Value Advisors. <http://www.cdproject.net/> [Accessed 25 October 2007]
- IPCC (2001). *Climate Change 2001: Synthesis Report*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK
- IPCC (2005). *Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage Prepared by Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK
- IPCC (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK
- IPCC (2007b). *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK
- ISO (2007). *International Organization for Standardization*. <http://www.iso.org/iso/home.htm> [Accessed 20 November 2007]
- ITEA (2007). *International Trading Emissions Association*. <http://www.ietea.org/ietea/www/pages/index.php> [Accessed 2 November 2007]
- Lackner, K.S. (2003). A Guide to CO₂ Sequestration. *Science*, 300, 1677
- Lackner, K.S. and Sachs, J.D. (2005). A Robust Strategy for Sustainable Energy. Project Muse: Brookings Paper on Economic Activity, Columbia University
- Lovins, L.H. (2006). *The Business Case for Climate Protection*. Natural Capital Solutions, Eldorado Springs, CO. http://summits.ncaat.org/docs/BusinessCase_forClimateProtection.pdf [Assessed 2 October 2007]
- Kurian, P.K., (2004) *Socio-economic and environmental impact of Bio Gas Programme with special reference to the Karunapuram and Kanchiyar Panchayaths of Idukki District*. Kerala Research Programme on Local Level Development
- MA (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC. Millennium Ecosystem Assessment. <http://www.meabp.org/en/products.aspx> [Assessed 10 November 2007]
- MCII (2007). *Munich Re Group: Munich Climate Insurance Initiative*. http://www.climate-insurance.org/front_content.php [Accessed 20 November 2007]
- Morton, O. (2007). Is This What it Takes to Save the World? *Nature*, 447, 132
- Nature (2007). Carbon copies. *Nature* 445, 584-585. doi:10.1038/445595a. <http://www.nature.com/nature/journal/v445/n7128/full/445584a.html> [Accessed 25 November 2007]
- Porter, M.E. and Kramer, M.R. (2006). Strategy and Society: The Link Between Competitive Advantage and Corporate Social Responsibility. *Harvard Business Review*, 84(12), 78-92
- Rauch, E. (2007). Climate Change: A Relevant Risk of Change. In: *Risk Prevention Congress, 3 February 2007 Bruxelles*. Prepared by Geo Risks Research Munich Re
- Raupach, M.R., Marland, G., Ciais, P., Le Quééré, C., Canadell, J.G., Klepper, G., and Field, C.B. (2007). Global and regional drivers of accelerating CO₂ emissions. *Proc Natl Acad Sci*, 104(24) 10288-10293. <http://www.pnas.org/cgi/content/short/104/24/10288>
- Shah, A. (2007). *Flexibility Mechanisms*. Global Issues. <http://www.globalissues.org/EnvIssues/GlobalWarning/Mechanisms.asp> [Accessed 25 November 2007]
- UNDP (2007). *Human Development Report 2007/2008, Fighting Climate Change: Human Solidarity in a Divided World*. United Nations Development Programme, New York. <http://hdr.undp.org/en/reports/global/hdr2007-8/>
- UNEP (2007). *Global Environmental Outlook 4: Environment for Development*. United Nations Environment Programme, Nairobi
- UNEP FI (2006). *Adaptation and Vulnerability to Climate Change: The Role of the Finance Sector*. United Nations Environment Programme Finance Initiative. http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/CEO_briefing_adaptation_vulnerability_2006.pdf [Accessed 20 August 2007]
- UNEP FI (2007) *Bloom or Bust: Biodiversity and Ecosystem Services-A Financial Sector Briefing*. UNEP FI Biodiversity and Ecosystems Services Work Stream http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/CEOBriefing_biodiversity_01.pdf [Accessed 20 August 2007]
- UN Global Compact (2007). *The Global Compact: Ten Principles*. United Nations Global Compact. <http://www.unglobalcompact.org/AboutTheGC/TheTenPrinciples/index.html> [Accessed 10 October 2007]
- United Nations (2007). *Mechanisms to Help Reduce Emissions*. Gateway to the UN System's Work on Climate Change. <http://www.un.org/climatechange/background/mechanisms.shtml> [Accessed 20 October 2007]
- UNFCCC (2007). *Joint Implementation*. United Nations Framework Convention on Climate Change. http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/joint_implementation/items/1674.php [Accessed 10 August 2007]
- UNFCCC CDM (2007). *Clean Development Mechanism*. United Nations Framework Convention on Climate Change. <http://cdm.unfccc.int/index.html> [Accessed 10 August 2007]
- UNPRI (2007). *Principles for Responsible Investment*. UNEP Finance Initiative and the UN Global Compact, New York. <http://www.unpri.org/files/pri.pdf> [Accessed 2 November 2007]
- USCAP (2007). *A Call for Action. Consensus Principles and Recommendations from the U.S. Climate Action Partnership*. United States Climate Action Partnership, Washington DC, www.us-cap.org/USCAPCallForAction.pdf [Accessed 20 November 2007]
- VCS (2007). *The Voluntary Carbon Standard*. <http://www.v-c-s.org/> [Accessed 27 November 2007]
- Victor, D.G. and Cullenward, D. (2007). Making Carbon Markets Work: Limiting climate change without damaging the world economy depends on stronger and smarter market signals to regulate carbon dioxide. *Scientific American*, September 24, 2007 <http://www.sciam.com/article.cfm?articleID=29896DAF-E7F2-99DF-3CB3CA01486CA951> [Accessed 24 September 2007]
- Walker, P. (2007). Sustainable Profits. *Africa Investor* Nov-Dec 2007 http://www.africa-investor.com/article_mag.asp?id=2177&magazineid=21 [Accessed 27 November 2007]
- Wara, M. (2007). Is the global carbon market working? *Nature* 445, 595-596. <http://www.nature.com/nature/journal/v445/n7128/full/445595a.html> [Accessed 10 October 2007]
- World Bank CF (2007). *Forest Carbon Partnership Facility*. The World Bank Carbon Finance Unit. <http://carbonfinance.org/Router.cfm?ItemID=3&Page=Funds> [Accessed 20 November 2007]
- World Bank Group (2007). *Environmental Valuation*. The World Bank Group. <http://lnweb18.worldbank.org/ESSD/envext.nsf/PrintFriendly/2452A2007BF697D685256D21006E77F0?OpenDocument> [Accessed 20 November 2007]

DE NOUVEAUX DEFIS



Méthane des régions arctiques :

Carte blanche pour le réchauffement de la planète

Rétroactions arctiques du climat
Méthane issu de la fonte du pergélisol
Méthane issu des hydrates
Changements dans la nature
Regards vers l'avenir

Méthane des régions arctiques : Carte blanche pour le réchauffement de la planète

L'augmentation des températures dans l'Arctique pourrait provoquer d'importantes émissions de méthane provenant de la fonte du pergélisol et des dépôts marins. La baisse de réflectivité aux niveaux subrégionaux est la conséquence directe de la diminution de la couverture neigeuse et de l'avancée des ligne d'arbres et de buissons. Les conséquences de ces rétroactions subrégionales conduisent à une augmentation des émissions de méthane qui influent par la suite sur les tendances de réchauffement au niveau mondial. Ces récentes découvertes donnent un sens tout particulier à l'urgence qui s'impose dans la prise de décisions de politique climatique et énergétique.

RÉTROACTIONS ARCTIQUES DU CLIMAT

L'Arctique, un élément clé du système climatique mondial, se réchauffe pratiquement deux fois plus rapidement que le reste du monde. Cette tendance au réchauffement, qui a déjà affecté les écosystèmes arctiques et les peuples qui en dépendent, a été observée avec précision au cours des dernières décennies, et devrait se poursuivre au cours du 21^{ème} siècle (ACIA, 2004, ACIA, 2005). L'accélération du réchauffement en Arctique résulte des effets cumulés des mécanismes de "rétroactions positives" qui opèrent sur place.

Une rétroaction positive est une réaction à un stimulus initial qui amplifie les effets de ce stimulus. Une rétroaction négative atténue les effets du stimulus initial. Dans l'Arctique, des rétroactions positives et négatives au réchauffement sont en action, mais à l'heure actuelle les retours positifs sont dominants. Certaines rétroactions sont bien connues et bien comprises, tandis que d'autres n'ont été découvertes que récemment. La réduction rapide de la couche de glace marine représente une des principales rétroactions climatiques arctiques qui ont reçu une attention particulière. Une autre de ces rétroactions est liée aux changements dans la circulation des courants océaniques, consécutif à une augmentation des déversements d'eau douce dans l'océan, provenant de la fonte des glaces à la fois terrestres et marines, ainsi qu'à des niveaux de précipitation et de débits des rivières plus importants.

Ce chapitre présente succinctement les principales rétroactions, avec une attention particulière sur une rétroaction potentielle dont les conséquences mondiales

peuvent être très sévères : La libération de méthane due à la fonte du pergélisol et aux dépôts d'hydrates de méthane.

Bien que la durée de vie du méthane dans l'atmosphère soit relativement courte -10 ans – ce dernier reste un gaz à effet de serre extrêmement puissant. Son potentiel de réchauffement est 25

fois plus important que celui du dioxyde de carbone (IPCC, 2007). Les récentes découvertes concernant les émissions potentielles de méthanes consécutives à la fonte du pergélisol et aux dépôts d'hydrates représentent de sérieuses causes d'inquiétudes. Les émissions globales de méthane depuis toutes les sources, naturelles et humaines, représenteraient selon



Les tendances de réchauffement touchent déjà les communautés de Cape Dorset et du Nunavut, au Canada. Par rapport aux années 60, la formation de la glace a lieu environ un mois plus tard et la fonte glaciaire environ un mois plus tôt. Ce raccourcissement de la saison glaciaire limite l'accessibilité entre les communautés avoisinantes et l'accès aux terrains de chasse.
Source: Goujon / Still Pictures

les calculs 500 à 600 millions de tonnes métriques par an. De récentes estimations donnent un niveau mondial d'émissions de méthane compris entre 150 et 250 millions de tonnes métriques par an. Un quart à un tiers de ces émissions provient des sols humides de l'Arctique, faisant de cette région la principale source d'émissions de méthane sur Terre (IPCC, 2007).

Les conséquences de ces augmentations importantes d'émissions de méthane, en particulier le réchauffement additionnel qu'elles entraîneraient, se ressentiraient partout dans le monde. Une augmentation du réchauffement conduirait à une fonte additionnelle des glaces qui conduirait à une augmentation du niveau des eaux.

METHANE ISSU DE LA FONTE DU PERGÉLISOL

Les microbes présents dans le sol produisent et consomment du méthane. La fonte du pergélisol en Arctique crée des conditions de stress en oxygène (anaérobique) et d'augmentation de l'humidité qui

favorisent la présence d'organismes producteurs de méthane (**Figure 1**). La plupart des activités microbiennes consommatrices de méthane ont lieu dans un sol riche en oxygène (aérobie) et bien drainé, au delà des latitudes nord (GIEC, 2007).

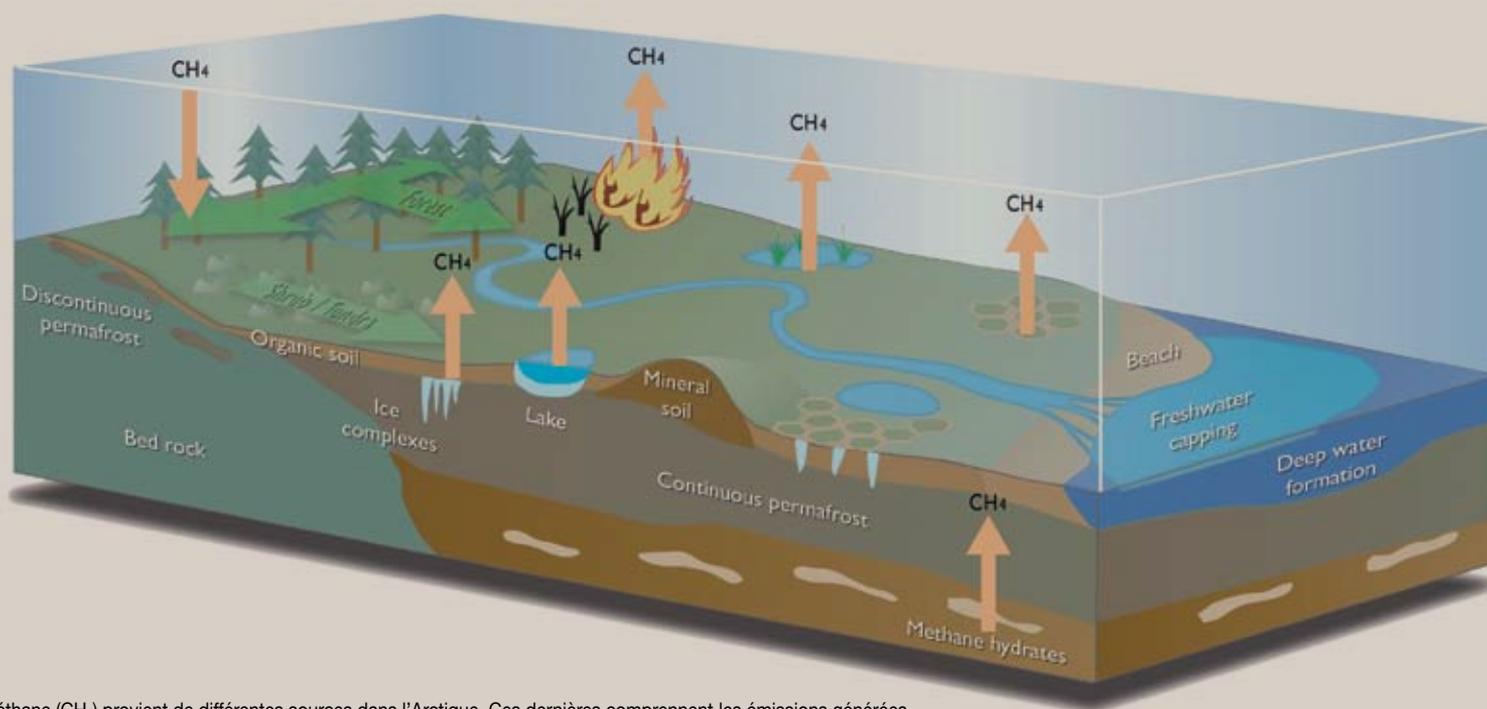
Emissions actuelles à partir des sols et lacs arctiques de méthane

Les estimations et les mesures des émissions de méthane à partir des écosystèmes des latitudes nord dans la deuxième partie du 20^e siècle s'étendent de 31 à 106 millions de tonnes métriques par an. Cette incertitude a augmenté au cours des dernières années, à mesure que de nouvelles rétroactions ont été identifiées. On estime que les absorptions de méthane sont bien plus faibles – comprises entre 0 et 15 millions de tonnes métriques (Zhuang et al., 2004). Une récente modélisation a indiqué que le taux annuel d'émissions de méthane net à la fin du 20^e siècle était dans cette région de 51 millions de

tonnes métriques. Les émissions nettes de méthane provenant du pergélisol des régions situées au nord de la latitude 45°N proviennent à 64% de Russie, à 11% du Canada, et à 7% d'Alaska (Zhang et al., 2004).

De récentes recherches ressortent l'importance potentielle des lacs de l'Arctique en tant que sources de méthane (Walter et al., 2006). Le pergélisol est un sol qui est resté gelé pour au moins deux années consécutives. Il recouvre la majeure partie des paysages arctiques, et son épaisseur varie de quelques mètres à plusieurs centaines de mètres. Le pergélisol permet la formation et la persistance de lacs, et dans certaines régions de l'Arctique jusqu'à 20 à 30 pour cent des terres sont recouvertes par des lacs. (Smith et al., 2007, Riordan et al., 2006). Lorsque le pergélisol fond, il laisse la place au thermokarst, un paysage fait de sols effondrés et affaissés, qui conduit à la création ou à l'extension des lacs, des marécages et de cratères en surface. De vastes zones des régions boréales modernes et subarctiques

Figure 1 : Principales sources de méthane dans l'Arctique



Le méthane (CH₄) provient de différentes sources dans l'Arctique. Ces dernières comprennent les émissions générées par l'activité microbienne dans les sols du pergélisol soumis au dégel, les lacs et les étangs, les incendies et les hydrates de méthane.

Sources : ACIA, 2004 et ACIA, 2005.



Points chauds, vus ici sur la surface sous forme de cercles bourbeux, créés par le méthane émergeant du fond d'un lac en Sibérie septentrionale.

Source: Katey Walter

sont d'anciens thermokarsts. Une vaste étude a mis en lumière l'importance des émissions de méthane depuis les lacs des régions boréales, subarctiques et arctiques (Bastviken et al., 2004). Peu d'études ont tenté d'estimer les flux de méthane au niveau des lacs pour l'ensemble des latitudes nord, mais une étude récente, se fondant sur des données récoltées en Sibérie et Alaska, a estimé que les lacs arctiques émettaient de 25 à 35 millions de tonnes métriques de méthane par an (Walter et al., 2007a).

Changements dans les émissions de méthane. À partir des sols et lacs arctiques

Les scénarios climatiques classiques pour le 21^e siècle estiment que les émissions de méthane de la région arctique, résultant d'une accélération de la fonte du pergélisol et d'une augmentation des températures des sols, représenteront entre 54 et 105 millions de tonnes métriques de méthane par an – l'estimation la plus importante représentant le double des niveaux actuels (Zhuang et al., 2006). Une modélisation couplée des dynamiques des marécages et du climat suggère que les émissions de méthane à partir de cette région doubleront (Gedney et al., 2004).

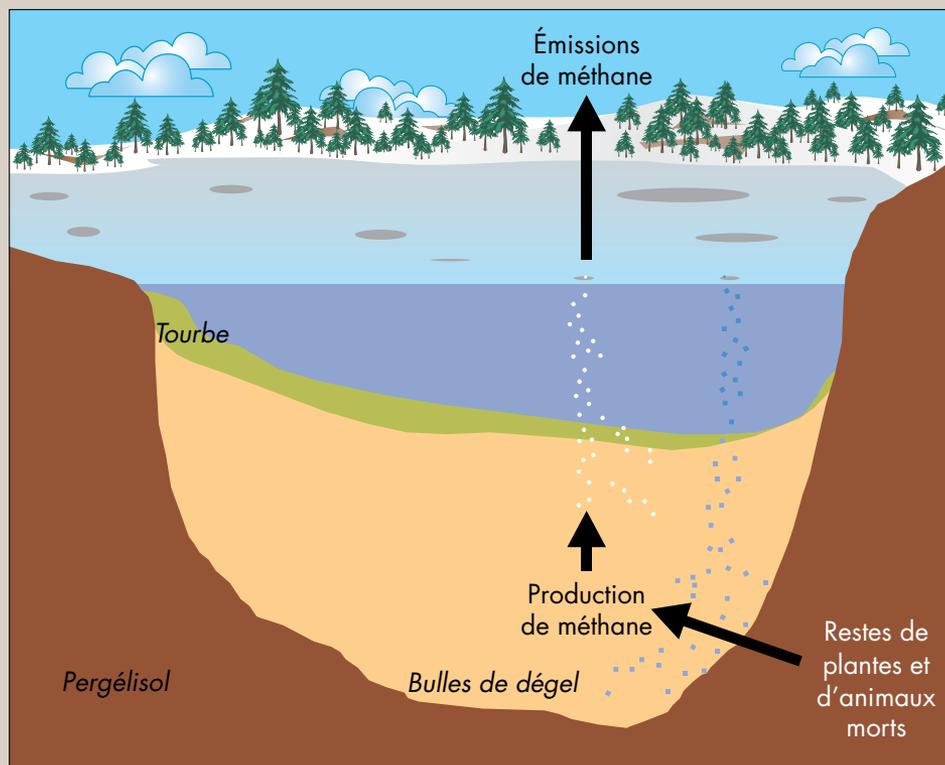
Ces scénarios ne prennent pas en compte les interactions complexes au sein des dynamiques de thermokarsts, les incendies, de même que les changements hydrologiques dans les marécages et les tourbières (Jorgenson et al., 2007, Zimov et al.,

Encadré 1: Émissions de méthane provenant des lacs arctiques associées à la dégradation du pergélisol

Une vaste source arctique potentielle de méthane dans l'atmosphère réside dans la décomposition des matières organiques issues des restes végétaux, animaux et microbiens gelés dans un pergélisol peu profond (1-25 mètres sous la surface) depuis des dizaines de milliers d'années. Actuellement, cette source importante de méthane atmosphérique n'est pas prise en compte dans les modèles de projection du réchauffement futur.

La quantité de carbone enfouie dans les matières organiques du pergélisol polaire est considérable. On l'estime à environ 750 à 950 milliards de tonnes—ce qui équivaut à près de 800 milliards de tonnes de carbone actuellement dans l'atmosphère sous forme de gaz carbonique (Zimov et al., 2006, ACIA, 2005, Smith et al., 2004). Ce chiffre ne comprend pas le carbone contenu dans le pergélisol plus profond, dans les hydrates situés dans ou sous le pergélisol, ou autres réserves de carbone dans le sol autre que le pergélisol.

Environ 500 milliards de tonnes de carbone sont maintenant retenus dans le pergélisol à haute teneur en glace de la Sibérie du Nord-Est (Zimov et al., 2006). Si ce territoire se réchauffait aussi rapidement que prévu selon les scénarios habituels des gaz à effet de serre, les composés carboniques émergeant des réservoirs de dégel à la surface des lacs thermokarst pourraient se transformer en une puissante rétroaction amplificatrice du réchauffement. On estime qu'à eux seuls, les lacs thermokarst sibériens pourraient ainsi libérer dans l'atmosphère 50 milliards de tonnes supplémentaires de méthane, ce qui représente 10 fois plus que la charge actuelle de méthane dans l'atmosphère (Walter et al., 2007a). L'expansion et la formation de lacs de dégel en Sibérie du nord-est, observée au cours des dernières décennies, suggèrent que cette rétroaction pourrait déjà avoir lieu (Walter et al., 2006).



Le schéma illustre une coupe transversale dynamique d'un lac thermokarst et l'émergence de bulles de méthane.

Une importante production et une forte émission de méthane sont associées à la fonte initiale du pergélisol au fur et à mesure que les matières organiques du pergélisol reposent au fond du lac et activent la production de microbes responsables de la formation du méthane. Le méthane produit dans les sédiments plus récents dans la partie supérieure d'un réservoir de dégel s'épanche largement alors sur toute la surface du lac par barbotage faible. Le méthane produit à une plus grande profondeur dans les sédiments plus anciens ou dans les sols anciennement gelés et fondus sous les lacs, est diffusé à partir de réservoirs de dégel présents dans le fond des lacs par le biais de colonnes de bulles remontant à la surface. Ces sources ponctuelles et ces points chauds avec présence de bulles possèdent des taux d'émission extrêmement élevés. Les lacs thermokarst se forment au cours de décennies voire de siècles et persistent sur plusieurs centaines d'années et jusqu'à même 10 000 ans.

Source: Walter et al., 2007a, Walter et al., 2007c.

2006). De telles interactions du thermokarst mènent à penser que les émissions de méthane seront plus importantes que celles qui ont été estimées à ce jour. De plus, ces estimations ne prennent pas en compte la contribution, potentiellement immense, de la fonte des matières organiques en décomposition dans les lacs de thermokarst (**Encadré 1**).

Une augmentation dramatique de ces émissions devrait avoir lieu si la fonte du pergélisol continue à s'accroître et si des portions de plus en plus importantes de sols et lacs se réchauffent et s'humidifient. On trouve au moins trois grands mécanismes responsables de l'augmentation des émissions de méthane:

1. Les couches fondues ou actives sont de plus en plus profondes et les sols restent humides, permettant la mise en place de conditions anaérobiques qui favorisent les organismes producteurs de méthane et leur donnent accès à la matière organique et à la tourbe stockées.
2. L'expansion et le réchauffement des lacs de thermokarst conduisent à un accès plus important à d'anciennes réserves de matière organique à mesure que la fonte progresse, qui deviennent accessibles aux organismes microbiens producteurs de méthane.
3. Une fois que la fonte atteint les niveaux où le méthane est emprisonné avec l'eau gelée, formant des dépôts d'hydrate, la déstabilisation des régimes de pression et de température peut conduire à l'émission de quantités gigantesques de méthane depuis les zones de pergélisols terrestres et sous-marines.

De récentes découvertes suggèrent que ces changements sont déjà en cours. Des études menées en Alaska, au Canada et dans le nord de la Scandinavie ont montré que l'état de la surface des sols est plus humide dans les zones où la marge de pergélisol est en récession (Walter et al., 2006, Walter et al., 2007a). Cette situation conduit à l'augmentation des émissions de méthane sur l'ensemble des paysages (Christensen et al., 2004, Johansson et al., 2006). Il existe également des preuves claires que le nombre des zones de lacs de thermokarst dans le nord de la Sibérie est en augmentation - de même que les points d'émissions de méthane qui leur sont associés. Ces changements ont de profondes implications pour le budget atmosphérique mondial en méthane (Walter et al., 2006, Walter et al., 2007a).

METHANE ISSU DES HYDRATES

Une grande quantité de méthane sur Terre, qui contient plus de carbone que la totalité des réserves connues de charbon, de pétrole et de gaz, est présente sous forme de matériel glacé connu sous le nom de clathrates, ou hydrates de méthane. Le terme de «Clathrate» est un terme général désignant un composé chimique dans lequel les molécules d'une substance sont physiquement emprisonnées par une structure formée de molécules d'un autre type. Hydrate est le terme spécifiquement employé lorsque cette structure qui emprisonne est formée par des molécules d'eau gelée. La plupart des hydrates qui existent sur Terre contiennent du méthane et sont dispersées, en faibles concentrations et sous pression, dans toutes les zones sédimentaires du monde.

Les hydrates de méthane deviennent instables à mesure que la température augmente ou que la pression diminue, menant à la diffusion du méthane dans l'atmosphère, où il se comporte comme un puissant gaz à effet de serre. Graduellement, le méthane réagit avec l'oxygène atmosphérique et se transforme en dioxyde de carbone et en eau. Le carbone issu des hydrates de méthane s'accumule finalement dans l'atmosphère sous la forme de dioxyde de carbone, exactement de la même manière que le carbone issu des énergies fossiles. Les calculs de stabilité



Le ver glacière *Hesiocaeca methanicola* a été découvert pour la première fois sur cette lentille d'hydrate de méthane émergeant du fonds marin dans le Golfe du Mexique (Fisher et al., 2000).

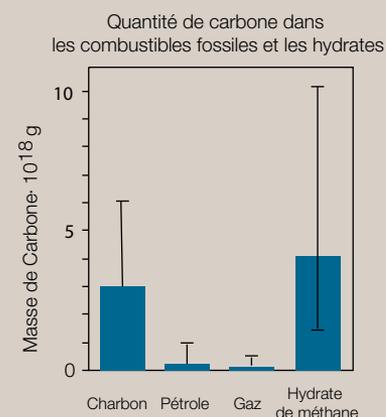
Source: Ian R. MacDonald, Université Texas A&M

montrent que les hydrates de méthane perdent de leur stabilité après un réchauffement de seulement quelques degrés Celsius. Etant donnée l'importance considérable des réserves en carbone des dépôts d'hydrates de méthane, toute déstabilisation à grande échelle de ces derniers pourrait avoir des conséquences mondiales extrêmement importantes.

Hydrates océaniques

La plupart des hydrates de méthane se trouvent dans les sédiments de tous les océans du monde, dont ceux de l'océan Arctique. Ces sédiments sont profondément enterrés dans des dépôts disposés en couches qui peuvent aller jusqu'à plusieurs centaines de mètres en dessous de la surface de la mer. Les dépôts se forment lorsque le carbone organique, produit par le phytoplancton de la couche de l'océan éclairée par le soleil, descend en dessous des sols de la mer et se retrouve enterré avec les coquillages du plancton et les argiles terrestres. Le processus d'accumulation des sédiments se mesure en centaines de milliers d'années. Finalement, à plusieurs centaines de mètres sous le niveau de la mer, des organismes microbiens produisent, à partir des restes du plancton, du méthane. Si une quantité assez suffisante de méthane est produite, une

Figure 2 : Comparaison entre les quantités de carbone dans les hydrates de méthane et les combustibles fossiles



Réserves éprouvées de combustibles fossiles (barres pleines) et ressources potentielles non conventionnelles (lignes fines) telles que les sables et les schistes bitumineux. Les chiffres estimés de méthane présent dans les dépôts d'hydrates représentent la gamme (lignes fines) et la meilleure estimation (barres).

Sources: Archer, 2007, Rogner, 1997.

partie se retrouve piégée sous haute pression dans des hydrates de méthane. Dans les zones de génération de méthane très actif, les hydrates de méthane sont capables de migrer jusqu'à la surface des eaux et de produire d'importants agglomérats d'hydrate gazeux glacés.

Les dépôts gazeux d'hydrates océaniques retiennent une quantité de carbone sous forme de méthane estimée entre 2000 et 5000 milliards de tonnes métriques, certaines estimations avançant le chiffre de 10 000 milliards de tonnes métriques (Buffett et Archer, 2004, Milkov, 2004). En comparaison, le charbon, énergie fossile la plus abondante sur Terre, retiendrait selon les estimations environ 5 000 milliards de tonnes métriques de carbone (Rogner, 1997) (**Figure 2**). Le méthane provenant des dépôts d'hydrates sous-marins peut s'échapper des sédiments sous trois formes possibles: dissous, sous forme de bulles ou de morceaux d'hydrates. Le méthane dissous est chimiquement instable et mis en contact avec l'oxygène contenu dans le milieu océanique, il se transforme en dioxyde de carbone. Les bulles de méthane ne sont capables de s'élever que sur quelques centaines de mètres dans le milieu océanique avant de se dissoudre. Les morceaux d'hydrates flottent à la surface des eaux à

la manière de blocs de glace normaux, et transmettent le méthane à l'atmosphère avec bien plus d'efficacité que sous forme dissoute ou de bulles (Brewer et al., 2002).

Actuellement, les émissions de méthane depuis les hydrates (en incluant à la fois les sources océaniques et issues du pergélisol) sont estimées à environ 5 millions de tonnes métriques par an, avec une variation possible allant de 0,4 à 12,2 millions de tonnes métriques (Wuebbles et Hayhoe, 2002).

Hydrates gazeux associés aux sols du pergélisol

On trouve des hydrates dans les dépôts associés au pergélisol arctique. Toutefois, étant donné que la stabilité des hydrates dépend de conditions de pressions relativement élevées, ces derniers ne sont pas particulièrement durables dans le pergélisol superficiel. Les sédiments et la perméabilité des sols sont un autre facteur influençant la persistance des hydrates. Parfois, les nappes phréatiques gelées créent une couche de glace dans le sol, qui peut mener à une augmentation de la pression dans certains espaces des roches ou du sol se trouvant en dessous (Dallimore et Collet, 1995).

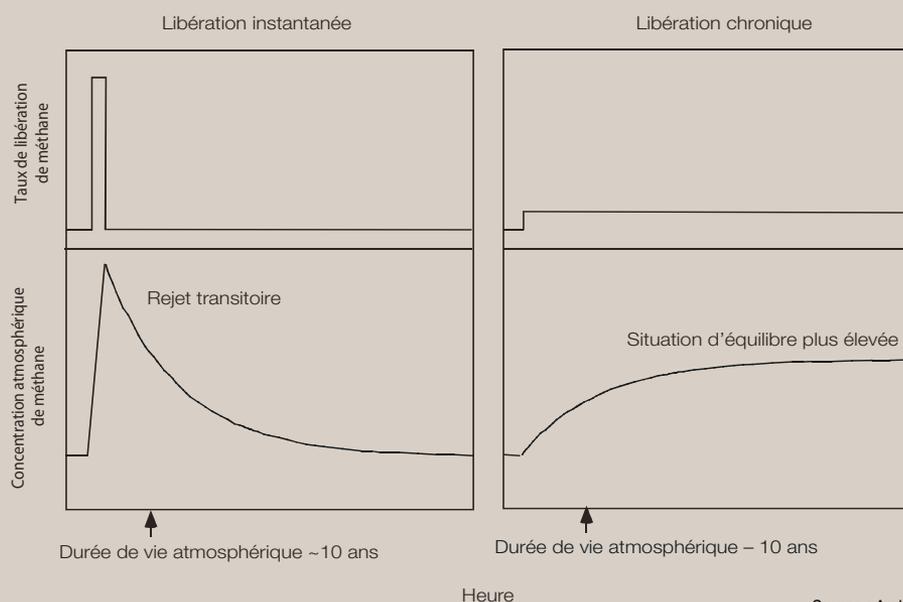
La quantité totale d'hydrates de méthane dans les sols du pergélisol n'est pas clairement connue - on



La matière glacée des hydrates de méthane ressemble à de la glace mais brûle lorsqu'on l'enflamme.

Source : National Research Council Canada

Figure 3 : Quelle est l'incidence du taux de libération du méthane sur les concentrations de méthane dans l'atmosphère ?



Source : Archer, 2007

l'estime entre 7,5 et 400 milliards de tonnes métriques de carbone (Gornitz et Fung, 1994). La probabilité d'une soudaine déstabilisation de ces hydrates de méthane en réponse aux changements climatiques n'a pas non plus été formellement évaluée.

Les hydrates de méthane emprisonnés dans les sédiments et les sols risquent de se retrouver au contact des eaux océaniques à mesure que les côtes arctiques fondent. Lorsque les glaces fondent et les sols dégèlent, la surface terrestre s'effondre et une plus grande quantité de glace, de sols et de sédiments se retrouve exposée à l'érosion océanique. La côte nord de la Sibérie est particulièrement vulnérable à l'érosion et des îles entières ont complètement disparu (Romankevich, 1984). Les concentrations de méthane dissous dans les mers situées le long de cette ligne de côtes ont été mesurées comme étant 25 fois supérieures aux concentrations atmosphériques moyennes, ce qui suggère une fuite des hydrates de méthane ainsi que des émissions de méthane provenant du dégel du pergélisol au niveau de l'environnement marin et de l'activité biologique (Shakhova et al., 2005).

Encadré 2 : Envisager les hydrates de méthane comme source potentielle d'énergie ?

Les estimations du stock total de méthane sous forme d'hydrates sont comparables voire supérieures au reste des dépôts de combustibles fossiles traditionnels confondus, ce qui soulève la possibilité d'extraire l'hydrate de méthane comme source potentielle d'énergie fossile. Si l'on brûle du méthane cela produit du gaz carbonique, mais comparé aux autres combustibles fossiles, la quantité produite est largement inférieure à l'énergie obtenue.

La plupart des dépôts d'hydrates de méthane ne sont probablement pas suffisamment concentrés pour permettre une extraction économiquement viable (Milkov et Sassen, 2002). À court terme, l'extraction la plus susceptible d'avoir lieu consistera à extraire les dépôts associés au pergélisol terrestre et à l'océan peu profond. Au moins 50 puits ont été percés dans le gisement de Messoyakha en Sibérie (Krasov, 2000). Un consortium international a percé une série de puits dans le gisement de Mallik dans le delta Mackenzie au Canada (Chatti et al., 2005, Kerr, 2004). Des sédiments marins poreux et perméables, porteurs d'hydrates relativement accessibles, se trouvent au large du Japon et dans le nord-ouest du Pacifique en Amérique du Nord ainsi que dans le Golfe du Mexique. Dans d'autres sites tels que Blake Ridge au large des côtes de la Caroline du Sud aux États-Unis, l'accès aux hydrates de méthane est limité par des sédiments imperméables et/ou de faibles concentrations, ce qui rend l'extraction économiquement viable improbable à court terme (Kvenvolden, 1999).

L'extraction d'hydrates de méthane présente des risques. Il est possible que l'extraction de méthane déstabilise une partie du talus continental (Chatti et al., 2005, Grauls, 2001, Kvenvolden, 1999). Certains ont considéré le remplacement des hydrates de méthane par des hydrates de gaz carbonique, à des fins de séquestration du gaz carbonique et de préservation de la stabilité du talus continental au cours de l'extraction (Warzinski et Holder, 1998).

Le pronostic d'extraction de l'hydrate de méthane équivaut à la fourniture de près de 10 pour cent du méthane extrait au cours des 10 prochaines années, ce qui correspond au méthane issu des lits de charbon des 30 dernières années (Grauls, 2001, Kerr, 2004). Les hydrates de méthane pourraient donc constituer une importante source d'énergie—sans toutefois atteindre les estimations du méthane total présent dans le réservoir mondial d'hydrates.

Le futur des hydrates de méthane

La recherche sur les hydrates de méthane offre de nouvelles perspectives aux scientifiques, comprenant la possibilité d'extraire les hydrates de méthane afin de mettre en place de nouvelles sources d'énergie (Encadré 2).

Considérant les effets potentiels des hydrates de méthane sur les changements climatiques, certaines questions complexes n'ont pas encore été résolues par la communauté scientifique, telles que:

- en quelle quantité les hydrates de méthane sont-ils présents
- comment ces derniers pourraient être déstabilisés par le réchauffement en cours, et
- comment et à quel taux le méthane libéré par la fonte des hydrates peut pénétrer les milieux océaniques ou atmosphériques.

Alors que le méthane est un puissant gaz à effet de serre, une fois oxydé, son élément carbone continue d'affecter le climat, sous forme de dioxyde de carbone. Les conséquences d'une augmentation des niveaux de méthane entrant dans l'atmosphère dépendent de la vitesse de son émission et diffèrent si cette dernière est instantanée ou lente et chronique (Figure 3).

Un des scénarios proposés suggère une émission soudaine sur une courte période d'une quantité de méthane suffisamment importante pour changer de manière significative les proportions respectives des différents éléments présents dans l'atmosphère. Un pic dans les concentrations de méthane serait généré, ces dernières déclinant par la suite. Actuellement, on compte 5 milliards de tonnes métriques de méthane dans l'atmosphère. 50 milliards de tonnes métriques

Encadré 3 : Principales rétroactions survenant dans l'Arctique

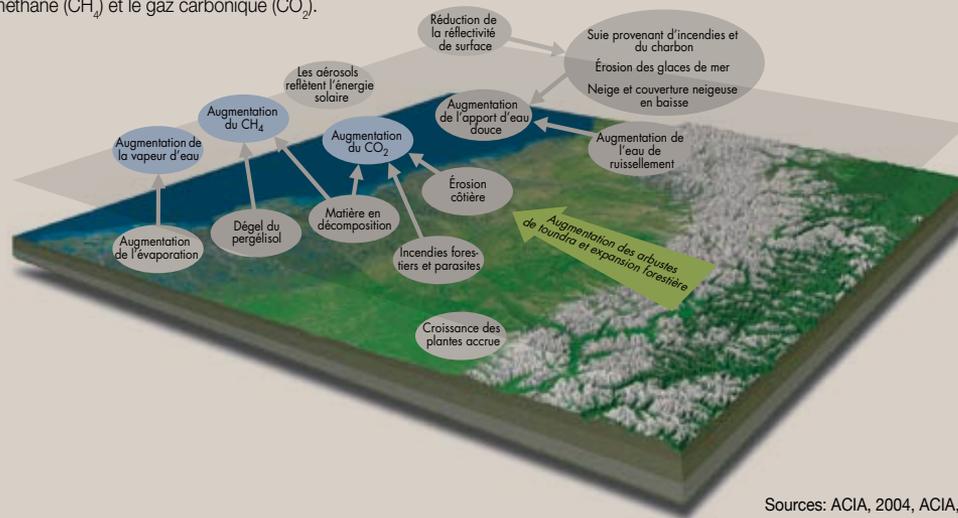
Principales rétroactions arctiques qui augmentent le réchauffement

- Le réchauffement mène à une évaporation plus importante et donc davantage de vapeur d'eau —un important gaz à effet de serre—s'évapore dans l'atmosphère.
- Le réchauffement entraîne la fonte des neiges et de la glace, ce qui réduit la réflectivité de la surface et augmente l'absorption de la chaleur solaire. La réflectivité est également réduite par les arbustes de toundra et les cendres provenant d'incendies ponctuels ainsi que par la combustion des combustibles fossiles qui noircissent la neige et la glace.
- Le réchauffement mène au dégel du pergélisol, à la décomposition plus rapide des matières organiques, à une plus grande fréquence d'incendies et de déplacement d'insectes et à une érosion côtière accrue suivies par la décomposition des matières érodées. Tout cela mène à une plus grande libération des gaz à effet de serre, à savoir le méthane (CH₄) et le gaz carbonique (CO₂).

Principales rétroactions arctiques qui réduisent le réchauffement

- Les minuscules particules (aérosols) émises dans l'atmosphère par les incendies de plus en plus nombreux peuvent renvoyer l'énergie solaire.
- Le réchauffement entraîne une croissance végétale accrue, laquelle entraîne une consommation plus importante de gaz carbonique. Les écosystèmes de la forêt boréale qui migrent vers le nord piègent davantage de gaz carbonique dans la végétation et les sols.
- Au fur et à mesure que la glace fond et que les précipitations et l'écoulement des eaux augmentent, une quantité plus importante d'eau douce se déverse dans les océans. Ce phénomène ralentit la circulation thermohaline et réduit le déplacement des courants chauds vers la région.

Source: McGuire et al., 2006.



Sources: ACIA, 2004, ACIA, 2005.

de méthane supplémentaires seraient nécessaires pour doubler les effets du réchauffement que nous subissons actuellement dus aux concentrations de dioxyde de carbone présentes dans l'atmosphère. Certains scientifiques pensent que des pics d'émissions de méthane ont déjà atteint l'atmosphère dans le passé, mais comprendre et parvenir à modéliser un mécanisme crédible qui autoriserait l'émission de telles quantités de méthane assez rapidement reste un challenge (Archer, 2007, Schiermeier, 2003).

Une possibilité plus crédible serait une augmentation graduelle du taux continu d'émissions de méthane dans l'atmosphère, depuis les sources d'hydrates et de thermokrast, sur une longue période. Les sources d'émission de méthane humaine, telles que les rizières, l'industrie des énergies fossiles et le bétail, ont déjà conduit au doublement des concentrations de méthane dans l'atmosphère depuis les années 1800. Une émission de 50 milliards de tonnes métriques de carbone sur 100 ans doublerait encore la concentration de méthane dans l'atmosphère. Un flux de méthane d'une telle ampleur au cours du prochain siècle est difficile à prédire, mais sa probabilité est tout à fait présente.

CHANGEMENTS DANS LA NATURE

Les rétroactions de méthane dépendent du contexte d'un plus grand ensemble de rétroactions de la région Arctique (**Encadré 3**). Certaines de ces rétroactions climatiques ont déjà changé l'environnement naturel et doivent être associées changement de réflectivité de la surface et à la production et l'émission de gaz à effet de serre.

Changements dans la réflectivité

Dans les conditions climatiques qui ont prévalu pendant des millénaires, la surface de l'Arctique a été particulièrement brillante du fait de la couverture de neige, de glace, et de la faible densité de végétation, reflétant et renvoyant dans l'espace la majeure partie des radiations solaires. La fonte des neiges plus précoce au printemps et leur couverture plus tardive en automne ont substantiellement réduit la réflectivité – cette dernière passant de 80 pour cent des radiations à ondes courtes réfléchies à seulement 20 pour cent. Ce phénomène conduit au réchauffement de la région et s'ajoute aux augmentations mondiales des températures moyennes qui concourent à la fonte des neiges et des glaces (**Figures 4 et 5**).

Dans la toundra d'Alaska, par exemple, de 1970 à l'an 2000, l'augmentation du réchauffement

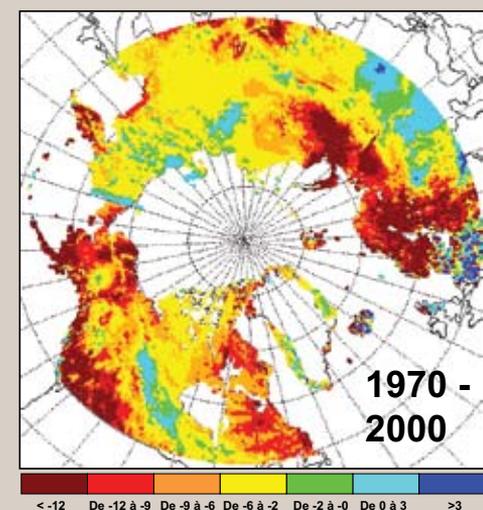
atmosphérique dû à une fonte des neiges plus précoce et à la baisse de réflectivité qui en a découlé a été estimée à 10,5 watts par mètre carré (Chapin et al. 2005). Afin de replacer cette estimation dans son contexte, il faut savoir que la moyenne mondiale d'énergie solaire atteignant la surface de la Terre par seconde est de 168 watts par mètre carré. Partout sur les terres arctiques, les changements de saisonnalité et de durée de la couverture neigeuse ont, selon les estimations, augmenté le réchauffement atmosphérique d'environ 3 watts par mètre carré entre 1970 et 2000 (Euskirchen et al., 2007).

La couverture neigeuse de l'Arctique devrait continuer à se réduire au cours du siècle suivant. Un scénario inquiétant qui prend en compte les émissions industrielles de gaz à effet de serre au cours du 21^e siècle estime que le nombre annuel de jours de couverture neigeuse en Arctique devrait chuter d'environ 40 jours. A ce jour, la couverture neigeuse arctique dure environ 200 jours par an. Un changement dans cette magnitude mènera à une augmentation du réchauffement atmosphérique de l'Arctique de plus de 10 watts par mètre carré au cours du 21^e siècle. Ce chiffre représente environ 2,5 fois le réchauffement attendu à la suite du doublement des concentrations atmosphériques en dioxyde de carbone (4,4 watts par mètre carré) (Houghton et al., 2001).

La suie ou le noir de carbone se déposent à la surface des sols arctiques en conséquence des incendies de forêts de plus en plus fréquents dans la zone boréale, et de l'utilisation locale – ou provenant d'autres régions - du charbon et du diesel. Ces

derniers se déposent sur la neige, réduisant ainsi la réflectivité des sols (Stohl et al., 2006, Flanner et al., 2007). La fréquence des incendies est de plus en plus importante dans la zone boréale d'Amérique du Nord (Kasischke and Turetsky, 2006) et dans les autres

Figure 4 : Changement de durée de la couverture neigeuse, 1970-2000

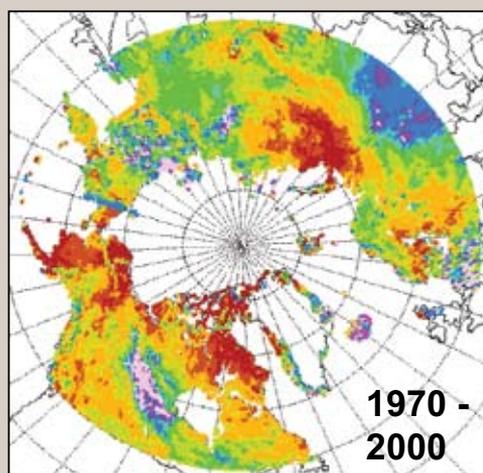


Journées les plus courtes Journées les plus longues

Changement de durée de la couverture neigeuse au nord du 50^e parallèle N. Le nombre de jours par an durant lesquels le sol est couvert de neige se réduit en moyenne d'environ 7,5 jours de 1970 à 2000.

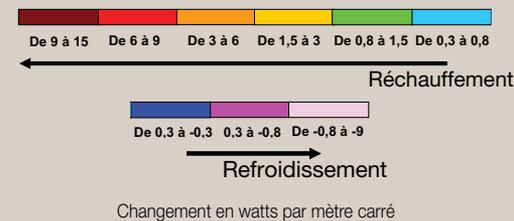
Source : Euskirchen et al., 2007.

Figure 5 : Changement du réchauffement atmosphérique, 1970-2000



Estimations des changements du réchauffement atmosphérique associés aux changements de la durée de la couverture neigeuse entre 1970 et 2000. Sur tout le territoire arctique, la réduction globale d'enneigement de 7,5 jours est estimée avoir été la cause du réchauffement de l'atmosphère pour environ 3 watts par mètre carré.

Source : Euskirchen et al., 2007.



régions de l'arctique, et les dépôts additionnels de suie risquent d'augmenter encore le réchauffement climatique.

La couverture des arbustes est également en augmentation. Des études expérimentales démontrent qu'une augmentation de la température de la région arctique en été de 1°C mènerait à un accroissement significatif du nombre et de la couverture actuelle d'arbustes en l'espace d'une décennie (Arft et al., 1999). D'une manière générale, on assiste à une croissance de la population d'arbustes dans la majeure partie de l'Arctique (Callaghan et al., 2005) (**Figure 6**). Cette augmentation est particulièrement bien documentée en Alaska, où la couverture des arbustes a augmenté d'environ 16 pour cent depuis 1950 (Tape et al., 2006). Bien que les changements de végétation semblent avoir un effet assez réduit sur le réchauffement atmosphérique en Alaska arctique, une conversion complète de la toundra pourrait potentiellement mener à un réchauffement de la région en été d'environ 8,9 watts par mètre carré (Chapin et al., 2005).

Les arbres progressent également vers le Nord en Arctique. Au cours des 50 dernières années, une avancée des lignes d'arbres a été constatée en Russie, au Canada et en Alaska (McGuire et al., 2007). Dans les zones montagneuses de Scandinavie, les lignes d'arbres sont remontées au cours des 50 dernières années, parallèlement à l'augmentation des

températures (Callaghan et al., 2004). Si la toundra du nord de l'Alaska était entièrement convertie en couverture forestière, le réchauffement des mois d'été verrait une augmentation d'environ 26 watts par mètre carré (Chapin et al., 2005).

L'augmentation du nombre des arbustes et de la couverture forestière masquant la neige au début du printemps et l'accélération du dégel et de la couverture forestière en été représentent d'importantes rétroactions sur le réchauffement climatique (Chapin et al., 2005). Les modèles de changements de végétation dans la région de Barents montrent que d'ici à 2080 ces changements pourraient provoquer une diminution de la réflectivité de presque 18 pour cent à la fois durant l'été et l'hiver (Wolf et al., presse).

Toutes ces rétroactions de baisse de la réflectivité amplifient le réchauffement et dépassent en importance les rétroactions négatives elles aussi en action. Un exemple de rétroaction négative peut être celle de la production d'aérosols par les incendies de forêt : les particules en suspension dans l'atmosphère réfléchissent la lumière du soleil et provoquent un certain refroidissement. Ces microparticules permettent également d'accélérer la formation des nuages qui peuvent, eux aussi, refléter la lumière du soleil. Toutefois, les effets de refroidissement potentiel de ces phénomènes sont bien moins importants que les effets de réchauffement dus au dépôt de la suie provenant des incendies de forêt sur la surface des sols.



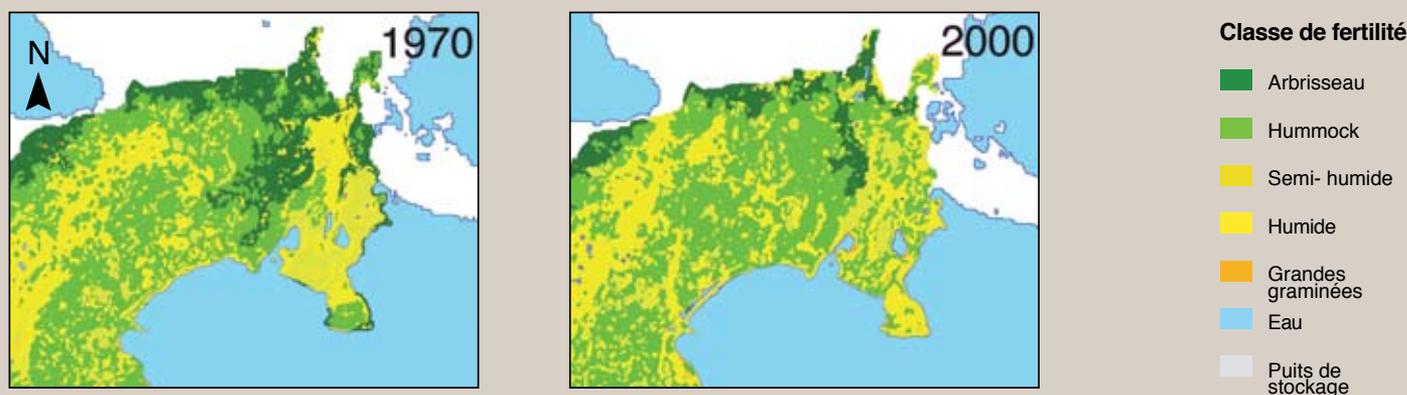
La présence de sols calcaires et le relief varié du paysage sur le périmètre de la forêt boréale de Kuusamo, en Finlande, fournit une végétation relativement riche d'espèces.

Source : K. Salminen/ Still Pictures

Emissions et absorption de carbone

Si l'on se place du côté amplificateur des rétroactions positives, on constate que le réchauffement provoque une augmentation des émissions de dioxyde de carbone due à la décomposition des matières organiques dans les sols, à l'augmentation de la fréquence des incendies, aux perturbations causées par les insectes qui augmentent la mortalité des arbres et par l'accélération de l'érosion côtière et la décomposition des matériaux érodés. Si

Figure 6 : Changement de la végétation dans la tourbière de Stordalen en Suède, 1970-2000



Les images montrent la colonisation vers le nord de grandes espèces buissonneuses et un important changement de végétation entre 1970 et 2000 à la suite du dégel du pergélisol et à la hausse associée du flux de méthane. Ce détail fait partie d'un important programme de surveillance continue de la tourbière de Stordalen située en Suède à environ 150 kilomètres au nord du cercle polaire. On a pu distinguer la distribution des catégories de végétation du site en interprétant les images aériennes infrarouges.

Source: Malmer et al., 2005

l'on observe a contrario les rétroactions négatives, le réchauffement provoque également l'augmentation de la consommation de dioxyde de carbone par les plantes sur terre et dans les mers, qui aide à modérer les concentrations atmosphériques de dioxyde de carbone. Parce que cette consommation de carbone a été prédominante durant des millénaires dans l'Arctique, de très grandes quantités de carbone se sont trouvées accumulées dans la toundra et, à un degré plus important, dans les sols des forêts boréales. A mesure que les écosystèmes forestiers avancent vers le nord, remplaçant les écosystèmes de toundra, les sols forestiers augmentent substantiellement les possibilités de stockage de carbone dans la région Arctique (Betts, 2000, Callaghan et al., 2005).

Les analyses indiquent qu'en l'état actuel des connaissances, les effets réchauffant seront dominants. Le réchauffement provoqué par les réductions de neige et l'accélération du dégel et de la couverture forestière auront un effet plus important sur le système climatique que les effets refroidissant causés par l'augmentation de la capacité de stockage en carbone (Betts, 2000, Chapin et al., 2005, Euskirchen et al., 2006, Euskirchen et al., 2007).

Les changements projetés dans la disposition de la couverture neigeuse et la végétation devraient avoir des conséquences substantielles sur la biodiversité et sur les peuples indigènes de la région. L'accélération du dégel et la plus grande fréquence des incendies de forêts, toutes deux dues au réchauffement, réduisent l'abondance et la diversité des lichens, une source de nourriture essentielle en hiver pour les rennes, dont dépendent grandement les populations locales (Cornelissen et al., 2001, Rupp et al., 2006). D'autres espèces, tels que les élans, prospèrent, signifiant et entraînant un vaste changement dans la quantité et les types de ressources naturelles disponibles auprès des peuples indigènes, qui doivent déjà faire face au tarissement des rivières et au raccourcissement de la saison des glaces qui réduit l'accès des chasseurs à ces ressources. Pour les Samis, les Inuits, les Nenets et d'autres cultures locales aux liens traditionnels à la terre et à la mer extrêmement forts, ces changements sont lourds de conséquences sur les plans nutritionnels et culturels. A mesure que les lignes forestières et que la couverture en arbustes se déplacent vers le Nord, de nouvelles espèces et de nouveaux types de ressources suivent. Selon les

recherches sur les écosystèmes, l'Arctique devra faire face à la fois à la disparition de conditions climatiques spécifiques – et au déclin des écosystèmes associé – et à de nouvelles niches climatiques devant être exploitées (voir Tour d'horizon mondial). Certains des changements apparus en arctique se produisent également dans les systèmes de hautes montagnes à toutes les latitudes. La fonte des glaces, les dépôts de suie, et les changements subséquents dans la réflectivité des surfaces ainsi que le dégel du pergélisol et l'apparition de végétations intrusives altèrent les modèles climatiques bien au-delà des régions au sein desquelles ces changements sont en cours (**Encadré 4**).

REGARDS VERS L'AVENIR

Les émissions de méthane dues au dégel du pergélisol de l'Arctique représentent une grande interrogation dans le processus mondial de réchauffement. L'accumulation des preuves suggère que les rétroactions de l'Arctique qui amplifient le réchauffement climatique aux niveaux régional et mondial resteront dominantes durant les 50 à 100 prochaines années (McGuire et al., 2006) (**Encadré 5**).

Encadré 4: Glaciers en fonte et pergélisol en cours de dégel au-delà des régions arctiques : Le plateau de Qinghai au Tibet



Source: Xinhua News Agency



Source: Jicheng He/Académie chinoise des sciences

Le dégel du pergélisol a une incidence sur les environnements de haute altitude ainsi que ceux de hautes latitudes. Le plateau de Qinghai au Tibet contient environ 5,94 millions d'hectares de glaciers et 5 590 km³ de glace. Le pergélisol sous-jacent couvre une superficie de 150 millions d'hectares. Le volume de glace du pergélisol représente plus du double de celui des glaciers. Ce plateau est la source des fleuves Changjiang (Yangtze) et Huanghe (Jaune), qui sont au cœur de l'agriculture, de la forêt et de la pêche et d'autres activités économiques et d'environnement en aval. Ces fleuves transportent également de grandes quantités de sol vers les bassins inférieurs.

La hausse persistante du dégel sur le plateau de Qinghai au Tibet due au réchauffement continu aura inévitablement une incidence sur l'économie et l'environnement de la Chine et des régions avoisinantes. Au cours de la dernière moitié du siècle, le réchauffement de la planète a accéléré le dégel du plateau. Ses glaciers ont diminué de 7 % ce qui a mené à une hausse de 5,5 % des écoulements d'eau dans le nord-ouest de la Chine. Cependant, les hautes températures qui ont causé le dégel des glaciers ont également augmenté l'évaporation dans tout le nord-ouest de la Chine et provoqué davantage de sécheresse, une plus grande désertification due à l'érosion du sol et un plus grand nombre de tempêtes de sable et de poussières. La Chine septentrionale a souffert de graves tempêtes de sable attribuées à la désertification du nord-ouest. À titre d'exemple, le 17 avril 2006, une tempête de poussière a causé la chute de 336 000 t de poussière sur Beijing, causant une baisse dangereuse de la qualité de l'air dans la capitale (Yao et al., 2007).

A mesure que le réchauffement progresse, ces rétroactions devraient s'intensifier. Nous nous rapprochons chaque jour de seuils qui sont difficiles à prévoir avec précision, mais dont il est certain que les conséquences globales, si ces derniers sont franchis, seront sérieuses (Voir Tour d'horizon) Cela met en lumière le besoin urgent d'adopter des mesures concrètes permettant de réduire le réchauffement futur – qui nous permettront d'éviter de franchir ces seuils (**Encadré 6**).

Notre compréhension des interactions, de l'importance relative, et de la balance nette projetée au sein des différentes rétroactions de l'Arctique est loin d'être complète. A la lumière de ces incertitudes et de ces vulnérabilités, il est important que nous améliorions notre compréhension des motifs par lesquels les changements en Arctique influenceront l'évolution du climat de la planète. Un pas important dans cette direction consisterait à localiser les hydrates de méthane et à déterminer leur quantité, leur impact potentiel sur de futurs changements climatiques, ainsi

que les voies et les moyens par lesquels ils peuvent pénétrer dans les océans ou dans l'atmosphère.

Il est d'ores et déjà clair que le climat mondial est vulnérable aux rétroactions provenant de l'Arctique et que les conséquences de ces rétroactions peuvent être désastreuses. Le seul moyen de réduire la magnitude de ces conséquences est de réduire de manière conséquente puis de stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. En plus des réductions à long terme de dioxyde de carbone et d'autres gaz à effet de serre à longue vie, un objectif à plus court terme de réduction des émissions de méthane et de suie, dont les durées de vie dans l'atmosphère sont plus courtes, peut être d'une importance majeure. Les conséquences potentielles de l'entrée dans l'atmosphère de grandes quantités de méthane, issu du dégel du pergélisol ou de la déstabilisation d'hydrates océaniques, conduiraient à de sérieux et brutaux changements climatiques qui seraient très probablement irréversibles. Il faut que nous parvenions à nous arrêter avant d'avoir franchi ces seuils. Tenter d'inverser les processus humains responsables du réchauffement nous aidera à éviter entièrement certaines conséquences (Hansen et al., 2007).



Les changements subis par la neige et la végétation sont susceptibles d'avoir des effets considérables sur la biodiversité. Ici, un renne creuse à la recherche de lichens après une forte et récente chute de neige.

Source : Inger Marie Gaup Eira/www.ealat.org

Encadré 5 : Résumé des messages-clé

- On prévoit au moins que les émissions de méthane dans les régions arctiques doubleront au cours de notre siècle. Ce doublement est dû à l'augmentation de la superficie des terres humides entraînées par le dégel et par le réchauffement continu de ces sols organiques humides. Ces facteurs mèneront à un réchauffement plus important de la planète.
- À lui seul, le dégel du pergélisol en Sibérie septentrionale pourrait libérer 10 fois plus de méthane que la quantité actuelle dans l'atmosphère par la montée des bulles à la surface des lacs thermokarst.
- Les hydrates de méthane représentent une source future d'émissions de méthane continues et à long terme.
- La réduction de la couverture neigeuse dans les régions arctiques a réduit la réflectivité de surface, et causé pratiquement autant de réchauffement local que le gaz carbonique au cours des 30 dernières années. Les effets de cette boucle rétroactive sont susceptibles d'augmenter le réchauffement futur.
- Si les arbustes se répandent et recouvrent toute la toundra arctique, ceci risque d'augmenter le réchauffement estival local deux fois plus que le forçage de gaz carbonique.
- Les rétroactions climatiques dans les régions arctiques entraînent des implications à l'échelle mondiale car elles contribuent largement aux taux de carbone présent dans l'atmosphère de la planète. L'augmentation des gaz à effet de serre provoque un changement climatique menant à une hausse du niveau de la mer, à une intensification des tempêtes, et à des écosystèmes menacés à l'échelle mondiale.

Encadré 6 : Considérations en matière de politiques à suivre

Investissements dans la recherche climatique et énergétique

Il existe un besoin critique d'augmenter considérablement les investissements dans la recherche afin de comprendre les processus de changement du climat, d'évaluer les impacts potentiels sur l'homme et les lieux géographiques, et d'étendre les capacités d'adaptation des systèmes humains et écologiques. Cette discussion sur les rétroactions arctiques et mondiales souligne le besoin urgent de répondre à l'immense défi technologique auquel nous faisons face : Comment gérer la transition vers les systèmes d'énergie à faible teneur en carbone. Cette transition inclut une plus grande efficacité énergétique, la réduction de l'intensité carbonique, et la promotion de la séquestration biologique et géologique du gaz carbonique produit par les combustibles fossiles. Les investissements dirigés vers la recherche et le développement liés au méthane devraient apporter des connaissances plus approfondies sur les hydrates de méthane et leur potentiel en tant que source de combustible plus propre, et intégrer les cycles de méthane dans des modèles de processus mondiaux, y compris les modèles concernés par les changements climatiques.

Partenariats du savoir

Il est essentiel que les décideurs possèdent une base approfondie de connaissances sur laquelle les démarches politiques peuvent être élaborées, et comprennent parfaitement les conséquences des différents chemins adoptés, y compris les risques issus des conséquences imprévues au-delà des seuils dangereux. À mesure que l'on considère de nouvelles options énergétiques, il importe d'entreprendre une analyse complète des risques et des bénéfices en tenant compte des effets à la fois locaux et mondiaux. Les connaissances sur les changements climatiques et l'impact sur la nature et l'homme, ainsi que les solutions technologiques et politiques, devront être partagées largement à travers des partenariats facilitateurs afin de communiquer l'urgence du défi et la richesse des opportunités. D'une manière spécifique, une meilleure connaissance des cycles de méthane et l'incidence qu'ils ont sur les rétroactions du changement climatique (ou dont ils sont affectés) dépendra de la facilité avec laquelle les partenariats pourront faire le lien entre la science et la politique.

Réponses politiques mondiales

La connaissance des défis émergents présentés par le réchauffement de l'Arctique et menant à la hausse des émissions de méthane nécessitera des réponses à l'échelle mondiale dans un avenir proche et prévisible. Des analyses récentes suggèrent que la transition vers un système énergétique plus efficace à faible teneur en carbone pourrait apporter d'importantes opportunités économiques et avoir un effet minime ou très modeste sur le produit intérieur brut à l'échelle mondiale (IPCC, 2007, Stern, 2006). La faculté d'intégration des motivations économiques dans les réponses politiques en matière de climat mondial jouera un rôle primordial en engageant et en dynamisant le meilleur de nos institutions gouvernementales, de l'industrie et de la société sur l'ensemble des économies émergentes, du monde en développement et des nations industrialisées.

RÉFÉRENCES

- ACIA (2004). *Impacts of a Warming Arctic, synthesis report of the Arctic Climate Impact Assessment*. Cambridge University Press Cambridge, UK
- ACIA (2005). *Arctic Climate Impact Assessment Scientific Report*. Cambridge University Press, Cambridge, UK
- Archer, D.E. (2007). Methane hydrate stability and anthropogenic climate change. *Biogeosciences*, 4, 993-1057
- Arft, A.M., Walker, M.D., Gurevitch, J., Alatalo, J.M., Bret-Harte, M.S., Dale, M., Diemer, M., Gugerli, F., Henry, G.H.R., Jones, M.H., Hollister, R., Jónsdóttir, I.S., Laine, K., Lévesque, E., Marion, G.M., Molau, U., Molgaard, P., Nordenhäll, U., Raszhivin, V., Robinson, C.H., Starr, G., Stenström, A., Stenström, M., Totland, Ø., Turner, L., Walker, L., Webber, P., Welker, J.M. and Wookey, P.A. (1999). Response patterns of tundra plant species to experimental warming: A meta-analysis of the International Tundra Experiment. *Ecological Monographs*, 69, 491-511
- Bastviken, D., Cole, J., Pace M. and Tranvik, L. (2004). Methane emissions from lakes: Dependence of lake characteristics, two regional assessments, and a global estimate. *Global Biogeochemical Cycles*, 18, GB4009
- Betts, R.A. (2000). Offset of the potential carbon sink from boreal forestation by decreases in surface albedo. *Nature*, 408, 187-190
- Brewer, P.G., Paull, C., Peltzer, E.T. Ussler, W., Rehder, G. and Friederich, G. (2002). Measurements of the fate of gas hydrates during transit through the ocean water column. *Geophysical Research Letters*, 29(22), 2081
- Buffett, B. and Archer, D.E. (2004). Global inventory of methane clathrate: Sensitivity to changes in environmental conditions. *Earth and Planetary Science Letters*, 227, 185-199
- Callaghan, T.V., Bjorn, L.O., Chapin, F.S., III, Chernov, Y., Christensen, T.R., Huntley, B., Ims, R., Johansson, M., Jolly, D., Jonasson, S., Matveyeva, N., Oechel, W.C., Panikov, N. and Shaver, G.R. (2005). Arctic Tundra and Polar Desert Ecosystems. In *Arctic Climate Impact Assessment* (ed. R. Corell). Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp 243-352
- Chapin, F.S., III, Sturm, M., Serreze, M.C., McFadden, J.P., Key, J.R., Lloyd, A.H., McGuire, A.D., Rupp, T.S., Lynch, A.H., Schimel, J.P., Beringer, J., Chapman, W.L., Epstein, H.E., Euskirchen, E., Hinzman, L.D., Jia, G., Ping, C.L., Tape, K.D., Thompson, C.D., Walker, D.A. and Welker, J.M. (2005). Role of land-surface changes in arctic summer warming. *Science*, 310, 657-660
- Chatti, I., Delahaye, A., Fournaison, L. and Petit, J.P. (2005). Benefits and drawbacks of clathrate hydrates: A review of their areas of interest. *Energy Conversion and Management*, 46 (9-10), 1333-1343
- Christensen, T.R., Johansson, T., Malmer, N., Åkerman, J., Friborg, T., Crill, P., Mastepanov, M. and Svensson, B. (2004). Thawing sub-arctic permafrost: Effects on vegetation and methane emissions. *Geophysical Research Letters*, 31, L04501
- Cornelissen, J.H.C., Callaghan, T.V., Alatalo, J.M., Michelsen, A., Graglia, E., Hartley, A.E., Hik, D.S., Hobbie, S.E., Press, M.C., Robinson, C.H., Henry, G.H.R., Shaver, G.R., Phoenix, G.K., Gwynn Jones, D., Jonasson, S., Chapin, F.S., III, Molau, U., Neill, C., Lee, J.A., Melillo, J.M., Sveinbjörnsson, B. and Aerts, R. (2001). Global change and arctic ecosystems: Is lichen decline a function of increases in vascular plant biomass? *Journal of Ecology*, 89, 984-994
- Dallimore, S.R. and Collett, T.S. (1995). Intrapermafrost gas hydrates from a deep core-hole in the Mackenzie Delta, Northwest-Territories, Canada. *Geology*, 23 (6), 527-530
- Euskirchen, S.E., McGuire, A.D., Kicklighter, D.W., Zhuang, Q., Clein, J.S., Dargaville, R.J., Dye, D.G., Kimball, J.S., McDonald, K.C., Melillo, J.M., Romanovsky, V.E. and Smith, N.V. (2006). Importance of recent shifts in soil thermal dynamics on growing season length, productivity, and carbon sequestration in terrestrial high-latitude ecosystems. *Global Change Biology*, 12, 731-750
- Euskirchen, S.E., McGuire, A.D. and Chapin, F.S., III (2007). Energy feedbacks to the climate system due to reduced high latitude snow cover during 20th century warming. *Global Change Biology*, in press
- Fisher, C.R., MacDonald, I.R., Sassen, R., Young, C.M., Macko, S.A., Hourdez, S., Carney, R.S., Joye, S. and McMullin, E. (2000) Methane Ice Worms: *Hesiocaeca methanicola* Colonizing Fossil Fuel Reserves, *Naturwissenschaften*, 87, 4, 184-187
- Flanner, M.G., Zender, C.S., Randerson, J.T. and Rasch, P.J. (2007). Present-day climate forcing and response from black carbon in snow. *Journal of Geophysical Research*, 112, D11202
- Gedney, N., Cox, P.M. and Huntingford C. (2004). Climate feedback from wetland methane emissions. *Geophysical Research Letters*, 31, L20503
- Gornitz, V. and Fung, I. (1994). Potential distribution of methane hydrate in the world's oceans. *Global Biogeochemical Cycles*, 8, 335-347
- Grauls, D. (2001). Gas hydrates: Importance and applications in petroleum exploration. *Marine and Petroleum Geology*, 18(4), 519-523
- Hansen, J. and Sato, M. (2007). *Global Warming: East-West Connections*. NASA Goddard Institute for Space Studies and Columbia University Earth Institute. www.columbia.edu/~jeh1/East-West_070925.pdf
- Houghton, J.T., Ding, Y., Griggs, D.J., Nogue, M., van der Linden, P.J., Dai, X., Maskell, K. and Johnson, C.A. (eds.) (2001). *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2007). *Climate Change 2007 - The Physical Science Basis*, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. <http://ipccwg1.ucar.edu/wg1-report.html>
- Johansson, T., Malmer, N., Crill, P.M., Mastepanov, M. and Christensen, T.R. (2006). Decadal vegetation changes in a northern peatland, greenhouse gas fluxes and net radiative forcing. *Global Change Biology*, 12(12), 2352-2369
- Jorgenson, M.T. and Shur, Y. (2007). Evolution of lakes and basins in northern Alaska and discussion of the thaw lake cycle. *Journal of Geophysical Research*, 112, F02S17. doi:10.1029/2006JF000531
- Kasischke, E.S. and Turetsky, M.R. (2006). Recent changes in the fire regime across the North American boreal region- spatial and temporal patterns of burning across Canada and Alaska. *Geophysical Research Letters*, 33, L09703
- Kerr, R.A., (2004). Energy - Gas hydrate resource: Smaller but sooner. *Science*, 303(5660), 946-947
- Krason, J. (2000). Messoyakh Gas Field (W. Siberia) - A model for development of the methane hydrate deposits of Mackenzie Delta. In *Gas Hydrates: Challenges for the Future* (eds G.D. Holder and P.R. Bishnoi). Annals of the New York Academy of Sciences, 912: 173-188
- Kvenvolden, K.A. (1999). Potential effects of gas hydrate on human welfare. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 96, 3420-3426
- Malmer, N., Johansson, T., Olsrud, M. and Christensen, T. (2005). Vegetation, climatic changes and net carbon sequestration in a North-Scandinavian subarctic mire over 30 years. *Global Change Biology*, 2005(11), 1895-1909
- McGuire, A.D., Chapin, F.S., III, Walsh, J.E. and Wirth, C. (2006). Integrated Regional Changes in Arctic Climate Feedbacks: Implications for the global climate system. *Annual Review of Environment and Resources*, 31, 61-91
- McGuire, A.D., Chapin, F.S., III, Wirth, C., Apps, M., Bhatti, J., Callaghan, T., Christensen, T.R., Clein, J.S., Fukuda, M., Maximov, T., Onuchin, A., Shvidenko, A. and Vaganov, E. (2007). Responses of high latitude ecosystems to global change: Potential consequences for the climate system. In *Terrestrial Ecosystems in a Changing World*. (eds J.G. Canadell, D.E. Pataki and L.F. Pitelka) The IGBP Series, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg
- Milkov, A.V. (2004). Global estimates of hydrate-bound gas in marine sediments: how much is really out there? *Earth-Science Reviews*, 66(3-4), 183-197
- Milkov, A.V. and Sassen R. (2002). Economic geology of offshore gas hydrate accumulations and provinces. *Marine and Petroleum Geology*, 19(1), 1-11
- Riordan, B., Verbyla, D. and McGuire, A.D. (2006). Shrinking ponds in subarctic Alaska based on 1950-2002 remotely sensed images. *Journal of Geophysical Research*, 11, G04002
- Rogner, H-H. (1997) An assessment of world hydrocarbon resources. *Annual Review of Energy and the Environment*, 22, 217-262
- Romankevich, E.A. (1984). *Geochemistry of Organic Matter in the Ocean*, Springer, New York
- Rupp, T. S., Olson, M., Henkelman, J., Adams, L., Dale, B., Joly, K., Collins W. and Starfield, A.M. (2006). Simulating the influence of a changing fire regime on Caribou winter foraging habitat. *Ecological Applications*, 16, 1730-1743
- Schiermeier, Q. (2003). Gas Leak! *Nature*, 423, 681-2
- Shakhova, N., Semiletov, I. and Pantelev, G. (2005). The distribution of methane on the Siberian arctic shelves: Implications for the marine methane cycle. *Geophysical Research Letters*, 32, L09601
- Smith, L.C., MacDonald, G.M., Velichko, A.A., Beilman, D.W., Borisova, O.K., Frey, K.E., Kremetski, K.V. and Sheng, Y. (2004). Siberian peatlands a net carbon sink and global methane source since the early Holocene. *Science*, 303, 353-356
- Smith, L.C., Sheng, Y. and MacDonald, G.M. (2007). A first pan-arctic assessment of the influence of glaciation, permafrost, topography and peatlands on northern lake distribution. *Permafrost Periglacial Processes*, 18(2)
- Stern, N. (2006). *Stern Review on the economics of climate change*. http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_report.cfm
- Stohl, A., Andrews, E., Burkhardt, J.F., Forster, C., Herber, A., Hoch, S.W., Kowal, D., Lunder, C., Mefford, T., Ogren, J.A., Sharma, S., Spichtinger, N., Stebel, K., Stone, R., Ström, J., Tørseth, K., Wehli, C. and Yttri, K.E. (2006). Pan-Arctic enhancements of light absorbing aerosol concentrations due to North American boreal forest fires during summer 2004. *Journal of Geophysical Research*, 111, D22214
- Tape, K., Sturm, M. and Racine, C. (2006). The evidence for shrub expansion in Northern Alaska and the Pan-Arctic. *Global Change Biology*, 12, 686-702
- Walter, K.M., Zimov, S.A., Chanton, J.P. Verbyla, D. and Chapin, F.S., III (2006). Methane bubbling from Siberian thaw lakes as a positive feedback to climate warming. *Nature*, 443, 71-75
- Walter, K.M., Smith, L.C. and Chapin, F.S., III (2007a). Methane bubbling from northern lakes: Present and future contributions to the global methane budget. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 365, 1657-1676
- Walter, K. M., Duguay, C., Jeffries, M., Engram, M. and Chapin, F.S., III (2007b). Potential use of synthetic aperture radar (SAR) for estimating methane ebullition from arctic lakes. *Journal of the American Water Research Association*, in press
- Walter, K.M., Edwards, M.E., Grosse, G., Zimov, S.A., and Chapin, F.S., III (2007c). Thermokarst Lakes as a Source of Atmospheric CH₄ During the Last Deglaciation, *Science*, 318, 633-636
- Warzinski, R. and Holder, G. (1998). Gas clathrate hydrates. *Energy & Fuels*, 12(2), 189-190
- Wolf, A., Larsson, K. and Callaghan, T.V. (2007). Future vegetation changes in the Barents Region. *Climatic Change*, in press
- Wuebbles, D.J. and Hayhoe, K. (2002). Atmospheric methane and global change. *Earth-Science Reviews*, 57, 177-210
- Yao, T., Pu, J., Lu, A., Wang, Y. and Yu, W. (2007). Recent Glacial Retreat and Its Impact on Hydrological Processes on the Tibetan Plateau, China, and Surrounding Regions. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 39(4), 642-650
- Zhuang, Q., Melillo, J.M., Kicklighter, D.W., Prinn, R.G., McGuire, D.A., Steudler, P.A., Felzer, B.S. and Hu, S. (2004). Methane fluxes between terrestrial ecosystems and the atmosphere at northern high latitudes during the past century: A retrospective analysis with a process-based biogeochemistry model. *Global Biogeochemical Cycles*, 18, GB3010
- Zhuang, Q., Melillo, J.M., Sarofim, M.C., Kicklighter, D.W., McGuire, A.D., Felzer, B.S., Sokolov, A., Prinn, R.G., Steudler, P.A. and Hu, S. (2006). CO₂ and CH₄ exchanges between land ecosystems and the atmosphere in northern high latitudes over the 21st century. *Geophysical Research Letters*, 33, L17403
- Zimov, S.A., Schuur, E.A.G. and Chapin, F.S., III (2006). Permafrost and the global carbon budget. *Science*, 312, 1612-1613

Acronymes et abréviations

ACIA	Arctic Climate Impact Assessment (Évaluation de l'impact du changement climatique dans l'Arctique)	EB	Comité exécutif	OMI	Organisation maritime internationale
AIE	Agence internationale de l'énergie.	EITI	Initiative pour la transparence du secteur des industries extractives	OMM	Organisation météorologique mondiale
AGNU	Assemblée générale des Nations Unies	ELFAA	European Low Fares Airline Association (Association européenne des compagnies aériennes à bas coûts)	OMC	Organisation mondiale du commerce
AME	Accords multilatéraux sur l'environnement	EMV	Écosystèmes marins vulnérables	ONG	Organisation non gouvernementale
AOSIS	Alliance des petits États insulaires	ESG	Environnemental, social et gouvernance	OTC	Over the counter (hors bourse)
AR4	Quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur les changements climatiques	FCPF	Forest Carbon Partnership Facility (Fonds de partenariat pour le carbone forestier)	PES	Paiement des services écosystémiques
ASE	Agence spatiale européenne	FMI	Fond monétaire international	PIB	Produit intérieur brut
BLIHR	Business Leaders Initiative on Human Rights (Initiative des dirigeants de société en matière de droits de l'homme)	GEO	Avenir de l'environnement mondial (de l'UNEP)	PNA	Plan national d'allocation
BP	Beyond Petroleum (autrefois British Petroleum)	GES	Gaz à effet de serre	PNUD	Programme des Nations Unies pour le développement
CAN-E	Climate Action Network-Europe Réseau action climat-Europe)	GIÉC G	roupe d'experts intergouvernemental sur les changements climatiques	PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
CAP	Partenariat d'action sur le carbone	GPS	Positionnement global par satellite	PNUE FI	Initiative des Nations Unies pour l'environnement relative au financement
CBD	Convention sur la diversité biologique	GS	Goldman Sachs	POPs	Polluants organiques persistants
CCFE	Chicago Climate Futures Exchange (Bourse pour l'avenir du climat à Chicago)	GWP	Potentiel de réchauffement global	ppM	parties par milliard
CCI	Clinton Climate Initiative (Initiative Clinton pour le climat)	H+	lons d'hydrogène	ppm	parties par million
CCNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques	HCFC	hydrochlorofluorocarbone	PRI	Principes d'investissement responsable
CCS	Capture et stockage du carbone	Heritage Convention	Convention pour la protection du patrimoine mondial culturel et naturel	Protocole de Carthagène	Protocole de Carthagène sur la prévention des risques biotechnologiques pour la Convention sur la diversité biologique
CCX	Chicago Climate Exchange (Bourse du Climat de Chicago)	HFC-23	trifluorométhane	Protocole de Kyoto	Protocole de Kyoto à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
CDP	Carbon Disclosure Project (Projet de transparence sur le carbone)	IAC	InterAcademy Council	RDC	République démocratique du Congo
CdP	Conférence des Parties	ICAP	Partenariat international d'action sur le carbone	REDD	réduction des émissions en évitant la déforestation et la dégradation des forêts
CFC	chlorofluorocarbone	ICGN	International Corporate Governance Network (Réseau international de gouvernance d'entreprises)	RFMOs	Regional Fisheries Management Organizations (Organisations régionales de gestion de la pêche)
CFI	Carbon Financial Instrument (Instrument financier climatique)	IDNDR	Décennie internationale pour la prévention des catastrophes naturelles	RSE	Responsabilité sociale des entreprises
CH ₄	méthane	IETA	International Trading Emissions Association (Échange international des droits d'émission)	RU	Royaume-Uni
CII	Council of Institutional Investors (Conseil des investisseurs institutionnels)	IIDD	Institut international du développement durable	R&D	Recherche et développement
CITES	Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction	IIGCC	Institutional Investors Group on Climate Change (Groupe d'investisseurs institutionnels sur le changement climatique)	SCEQE	Système communautaire d'échange de quotas d'émission (Union européenne)
cm	centimètre	INCR	Investor Network on Climate Risk (Réseau d'investisseurs sur le changement climatique)	SIG	Système d'information géographique
CMS	Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage	IPEN	International POPs (Persistent Organic Pollutants) Elimination Network (Réseau international pour l'élimination des POPs (polluants organiques persistants))	SPRFMO	South Pacific Regional Fisheries Management Organization (Organisation de gestion des pêches régionales en Pacifique Sud)
CNUDM	Convention des Nations Unies sur le droit de la mer	ISO	Organisation internationale de normalisation	tm	tonnes métriques
CO ₂	gaz carbonique	JTWC	Joint Typhoon Warning Center (Centre commun de prévision des typhons)	UE	Union européenne
CO _{2eq}	équivalent du gaz carbonique	K:TGAL	Kyoto : Think Global, Act Local (« Pensez mondialement, agissez localement »)	UICN	Union mondiale pour la nature
Convention de Ramsar	Convention sur les zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitats de la sauvagine	MA	Évaluation des écosystèmes pour le Millénaire	UNCCD	Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification
Convention de Rotterdam	Convention sur la procédure de consentement préalable en connaissance de cause applicable à certains produits chimiques et pesticides dangereux qui font l'objet du commerce international	MBA	Maîtrise en administration des affaires	UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture
Convention de Stockholm	sur les polluants organiques persistants	MCI	Munich Climate Insurance Initiative (Initiative des assureurs de Munich pour les risques liés au climat)	UNPRI	Principes pour l'investissement responsable des Nations Unies
Convention de Vienne/ Protocole de Montréal	Convention de Vienne pour la protection de la couche d'ozone et le Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone	MDP	Mécanisme de développement propre	URCE	Réductions certifiées des émissions
		mm	millimètres	URE	Unités de réduction des émissions
		MOC	Mise en oeuvre conjointe	US	États-Unis d'Amérique
		NASA	Administration nationale de l'Aéronautique et de l'Espace (des États-Unis)	USA	États-Unis d'Amérique
		NCV	Norme de carbone volontaire	USCAP	United States Climate Action Partnership (Partenariat d'actions climatiques des États-Unis)
		NOAA	Agence d'observation océanique et atmosphérique (des États-Unis)	USCCSP	United States Climate Change Science Program (Programme scientifique sur le changement climatique des États-Unis)
		NSIDC	The National Snow and Ice Data Center (Centre national de données sur la neige et la glace)	USD	Dollar des États-Unis
		NU	Nations Unies	USDA	Ministère de l'agriculture des États-Unis
		N ₂ O	oxyde nitreux	WBCSD	Conseil mondial des entreprises pour le développement durable
		OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques	WWF	Fonds mondial pour la nature

Remerciements

Tour d'horizon

Auteurs principaux :

Paul Harrison

Catherine McMullen, PNUE DEWA, Nairobi, Kenya

Collaborateurs

Susanne Bech et Jason Jabbour, PNUE DEWA, Nairobi, Kenya

Masaharu Nagai, PNUE DELC, Nairobi, Kenya

Benjamin Simmons, PNUE DTIE, Genève, Suisse

Michael Raupach et Josep Canadell, Global Carbon Project, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Marine and Atmospheric Research, Canberra, Australie

Klaus Lackner, Earth Engineering Center, Université de Colombie,

Réviseurs :

Joana Akrofi, Marion Cheatle, Volodymyr Demkine, R. Norberto Fernandez, Peter Gilruth, et Christian Lambrechts PNUE DEWA, Nairobi, Kenya

Julian Blanc, PNUE DELC, Nairobi, Kenya

Monika MacDevette, PNUE-WCMC, Cambridge, RU

Melanie Virtue, Johannes Refisch, et Matthew Wood PNUE GRASP, Nairobi, Kenya

Dossier thématique : Assemblage des pièces :

Utilisation des marchés et de la finance pour lutter contre le changement climatique

Auteurs principaux :

Catherine McMullen, PNUE DEWA, Nairobi, Kenya

Philip Walker, PNUE FI, Cape Town, Afrique du Sud

Experts principaux :

Hunter Lovins, Natural Capitalism Solutions, Eldorado Springs, USA

Richard Sander, Université de Californie, Los Angeles, USA

Collaborateurs

Paul Clements-Hunt et Louise Gallagher PNUE FI, Genève, Suisse

Jason Jabbour, PNUE DEWA, Nairobi, Kenya

Sami Kamel PNUE GRID, Roskilde, Danemark

Fulai Sheng, PNUE DTIE, Genève, Suisse

Qian Yi, Université de Tsinghua, Beijing, Chine

Klaus Lackner, Earth Engineering Center, Université de Colombie,

Réviseurs :

Susanne Bech, Marion Cheatle et R Norberto Fernandez, PNUE DEWA, Nairobi, Kenya

Anantha Duraipappah, PNUE DEPI, Nairobi, Kenya

Will Ferretti, Chicago Climate Exchange, Chicago, USA

Julie Gorte, Calvert Group, Bethesda, USA

Janos Pasztor, UNEMG, Genève, Suisse

Lisa Petrovic, PNUE FI, Toronto, Canada

Mark Radka, PNUE DTIE, Paris, France

Nathalie Ryan et Susan Steinhagen PNUE FI, Genève, Suisse

De nouveaux défis : Méthane des régions arctiques :

Carte blanche pour le réchauffement de la planète :

Auteurs principaux :

Robert W. Corell, H. John Heinz III Center for Science, Economics and the Environment, Washington D.C., USA

Susan Joy Hassol, Climate Communication, Basalt, USA

Jerry Melillo, Marine Biological Laboratory, Woods Hole, USA

Collaborateurs

David Archer, Université de Chicago, Chicago, USA

Eugenie Euskirchen et F. Stuart Chapin, Institute of Arctic Biology, Université d'Alaska, Fairbanks, USA

A. David McGuire, Enquête géologique américaine, Université d'Alaska, Fairbanks, USA

Torben R. Christensen, Université de Lund, Lund, Suède

Veronique Plocq Fichelet, Comité des sciences sur les problèmes environnementaux, Paris, France

Katey Walter, Université d'Alaska, Fairbanks, USA

Qianlai Zhuang, Université de Purdue, West Lafayette, USA

Terry Callaghan, Poste de recherche scientifique d'Abisko, Abisko, Suède/Centre de Sheffield pour l'écologie polaire, Sheffield, RU

Susanne Bech et Catherine McMullen, PNUE DEWA, Nairobi, Kenya

Réviseurs :

Ivan Conesa Alcolea, Direction générale de la recherche de la Commission Européenne, Bruxelles, Belgique

Ray Boswell, Département américain de l'énergie - Laboratoire national des technologies de l'énergie, Morgantown, EU

Marion Cheatle et Jason Jabbour, PNUE DEWA, Nairobi, Kenya

Joan Eamer et Svein Tveitdal, PNUE/Base de données d'informations sur les ressources mondiales-Arendal, Arendal, Norvège

Peter Kouwenhoven, Institut International du changement mondial/Université de Waikato, Hamilton, Nouvelle-Zélande

Valery P. Kukhar, Académie nationale des sciences de l'Ukraine, Kiev, Ukraine

Jeff Price, Université de Californie, Chico, USA

Hans Martin Seip, Université d'Oslo, Oslo, Norvège

PRODUCTION

Équipe de production de Nairobi :

Susanne Bech
R. Norberto Fernandez
Jason Jabbour
Catherine McMullen

Équipe de soutien :

Marion Cheatle
Volodymyr Demkine
Salif Diop
Martin Embeletobbo
Peter Gilruth
Christian Lambrechts
Graciela Metternicht

Personnel mobile :

Beth Ingraham
Francis Njoroge
Nick Nuttal
Audrey Ringler

Éditeur :

Paul Harrison

Traduction :

Phoenix Design Aid

Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE)

Annuaire 2008 : Questionnaire

Nous vous saurions gré de bien vouloir consacrer quelques minutes à remplir ce questionnaire et partager votre avis sur ce document – Merci !

L'annuaire 2008 du PNUE (anciennement l'annuaire GEO) est le cinquième rapport annuel sur les changements environnementaux produit par le Programme des Nations Unies sur l'environnement en collaboration avec de nombreux experts environnementaux mondiaux.

1. À votre avis, comment classez-vous l'utilité générale du contenu de chaque chapitre de l'annuaire du PNUE ?					
	Très Utile	Utile	Pas très Utile	Pas utile Pas du tout informatif	Pas d'opinion
Tour d'horizon Bilan annuel rapide des problèmes environnementaux sélectionnés dans le monde survenus au cours de l'année précédente et susceptibles d'avoir un impact majeur sur l'environnement, pour le meilleur ou pour le pire.					
Dossier thématique : Assemblage des pièces : Usage des marchés et de la finance pour lutter contre les changements du climat.					
De nouveaux défis : Méthane des régions arctiques : Carte blanche pour le réchauffement de la planète.					
Sélection des faits marquants en 2007.					
Aperçu et progrès sur la gouvernance environnementale en 2007.					
Veuillez fournir tous vos commentaires supplémentaires sur le contenu des chapitres indiqués ci-dessus.					

2. Selon vous quel est le niveau d'informations proposé par l'annuaire du PNUE relatifs aux domaines suivants ?					
	Très informatif	informatif	Pas très informatif	Pas informatif Pas du tout informatif	Pas d'opinion
Offre une vue d'ensemble succincte sur les problèmes environnementaux de grande importance au cours de l'année.					
Informations spécifiques liées à la politique sur les problèmes environnementaux actuels et émergents.					
Un tour d'horizon des changements et des tendances environnementales.					
Des informations sur les progrès accomplis en renforçant la gouvernance internationale environnementale et les cadres politiques.					
Prise de conscience des actions et des événements environnementaux à l'échelle nationale, régionale ou mondiale.					

3. Veuillez décrire brièvement la (les) utilisation(s) principale(s) que vous ferez (ou avez faite(s)) de l'annuaire PNUE (i.e., à titre d'information uniquement, éléments de référence à des fins de recherche, prise de décision, etc.) :
--

4. À propos de vous

Veuillez indiquer le type d'organisation à laquelle vous appartenez :

- Organisation gouvernementale
 Organisation de développement
 Organisation non gouvernementale/société civile
 Institution académique/de recherche
 Organisation internationale
 Secteur privé
 Presse ou média

Autre (veuillez préciser) : _____

Votre profession :

- Ministre/Directeur
 Cadre
 Conseiller
 Scientifique
 Étudiant(e)
 Spécialiste technique
 Journaliste

Autre (veuillez préciser) : _____

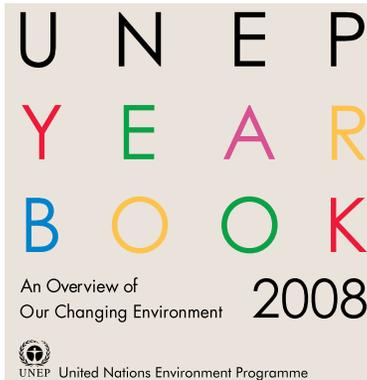
Merci !

Veuillez envoyer par courriel votre questionnaire rempli à l'adresse suivante :

EarthPrint Limited
 P.O. Box 119
 Stevenage, Hertfordshire
 SG14TP, Angleterre

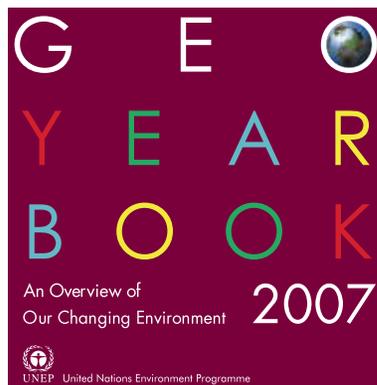
Vous pouvez également remplir ce questionnaire en ligne : www.unep.org/unep/geo/yearbook/yb2008/

La collection Annuaire



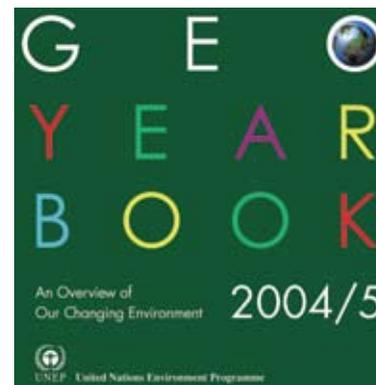
Annuaire 2008 :

Dans l'annuaire 2008, le dossier thématique du PNUÉ examine comment les marchés et les mécanismes financiers peuvent faire progresser la transition vers une économie faible en carbone et saine pour l'environnement. Le chapitre souligne le besoin d'une réponse politique saine capable de soutenir ces mécanismes. Le chapitre intitulé Nouveaux défis explique certaines des complexités présentées par la libération de méthane causée par le réchauffement arctique et les rétroactions régionales qui augmentent les incertitudes sur les risques que présente ce processus.



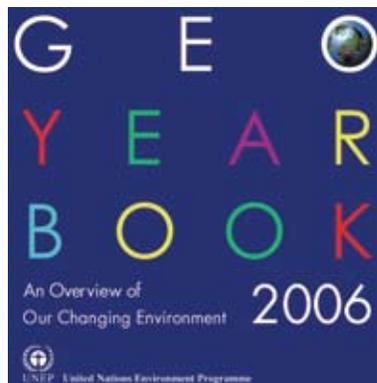
Annuaire 2007 :

Les opportunités et les risques examinés dans le chapitre Dossier thématique de l'annuaire 2007 sur l'interface entre l'environnement et la mondialisation sont pris en considération avec une approche dynamique et interactive. En adoptant une gestion responsable, on peut réduire les risques voire les transformer en opportunités. Non ou mal gérées, les opportunités se dégradent trop facilement en risques. L'impact des nanotechnologies sur l'environnement et la santé humaine est examiné dans le Chapitre Nouveaux défis.



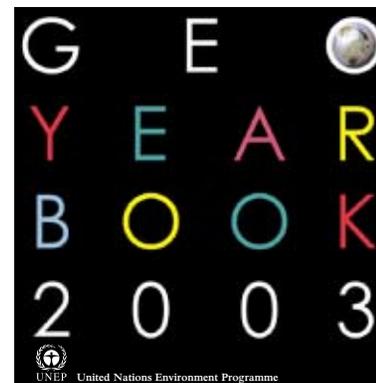
Annuaire 2004/5

Le Dossier thématique de l'annuaire 2004/2005 traite des liens entre le sexe, la pauvreté et l'environnement. Le Chapitre sur les nouveaux défis explore comment les changements environnementaux sont capables de déclencher l'émergence ou la réémergence des maladies infectieuses, tout en démontrant le rôle d'une bonne prise en charge environnementale afin de minimiser les tendances adverses. Il présente également une vue d'ensemble sur les changements récents en matière de salinité des océans et explique en détail la raison pour laquelle ceci pourrait avoir de graves conséquences.



Annuaire 2006 :

Le chapitre Dossier thématique de l'annuaire 2006 traite de l'impact environnemental, socio-économique et sanitaire de la pollution atmosphérique liée à l'énergie. Associées à la consommation d'énergie et contribuant à la pollution de l'air, les inquiétudes sur le changement climatique, la sécurité et l'accès à l'énergie sont de plus en plus fréquentes à l'échelle mondiale. Le Chapitre sur les nouveaux défis traite de deux sujets d'intérêt politique liés à la sécurité alimentaire. Le premier sujet explore la question de la production agricole dans un climat changeant, alors que le second identifie les effets environnementaux et les meilleurs pratiques liées à l'exploitation du poisson et des coquillages dans les écosystèmes marins.



Annuaire 2003 :

L'eau est le sujet du Dossier thématique de l'Annuaire 2003. L'eau joue un rôle important dans la réalisation de nombreux objectifs de développement convenus à l'échelle internationale, y compris les objectifs contenus dans la Déclaration du Millénaire issue du Sommet des Nations Unies des Chefs d'États et des Gouvernements en 2000. Le Chapitre sur les nouveaux défis se concentre sur les résultats de la science et de la recherche liés au cycle de l'azote et à la pêche en milieu marin.

Téléchargez gratuitement en ligne à partir de <http://www.unep.org/geo/yearbook/> ou achetez des exemplaires imprimés de l'annuaire auprès de www.earthprint.com. La série complète des annuaires est disponible à prix réduit. Disponible en anglais, français, espagnol, russe, arabe, et chinois.

L'annuaire 2008 du PNUE (anciennement l'annuaire GEO) est le cinquième rapport annuel sur les changements de l'environnement, produit par le Programme des Nations Unies pour l'environnement en collaboration avec de nombreux experts mondiaux sur l'environnement.

L'annuaire 2008 du PNUE souligne la complexité croissante et les liens entre les changements climatiques, l'intégrité des écosystèmes, le bien-être de l'homme, et le développement économique. Il examine l'émergence et l'influence des mécanismes économiques et des approches menées par le marché en examinant la dégradation de l'environnement. Il décrit les résultats issus de la recherche récente ainsi que les décisions politiques qui ont une incidence sur notre conscience et notre réponse face aux changements de notre environnement et au climat de notre planète.

Composé de trois chapitres, l'annuaire 2008 du PNUE se concentre sur les récents événements, développements, et résultats scientifiques concernant l'environnement :

Le tour d'horizon étudie les événements majeurs environnementaux qui ont attiré l'attention en 2007. À l'aide de graphiques, de schémas et de photos et d'exemples d'expériences régionales, l'aperçu général cerne également les nouveaux développements scientifiques et politiques en matière d'environnement.

Le **Dossier thématique** documente certains des efforts créatifs déjà mis en oeuvre dans les marchés et les cercles financiers pour lutter contre la crise croissante concernant le climat. Le chapitre analyse également les modèles émergeant après une décennie d'expérimentation du marché du carbone. Pour conclure, il tente de proposer une carte des prochaines étapes importantes directrices pour faciliter la transition vers une économie respectueuse de l'environnement. Les **nouveaux défis** examinent les résultats scientifiques récents sur le rôle des rétroactions du climat arctique. La libération de méthane de la fonte du pergélisol et les dépôts d'hydrates sont des tendances croissantes du réchauffement. Le chapitre souligne le besoin urgent d'augmenter les investissements dans la recherche climatique et énergétique les partenariats du savoir, et les réponses politiques mondiales pour répondre à ces défis graves.

L'annuaire 2008 du PNUE est un ouvrage essentiel, informatif, et faisant autorité pour quiconque joue un rôle dans ou s'intéresse à notre environnement en pleine évolution.

www.unep.org

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

**978-92-807-2878-1
DEW/1007/NA**

