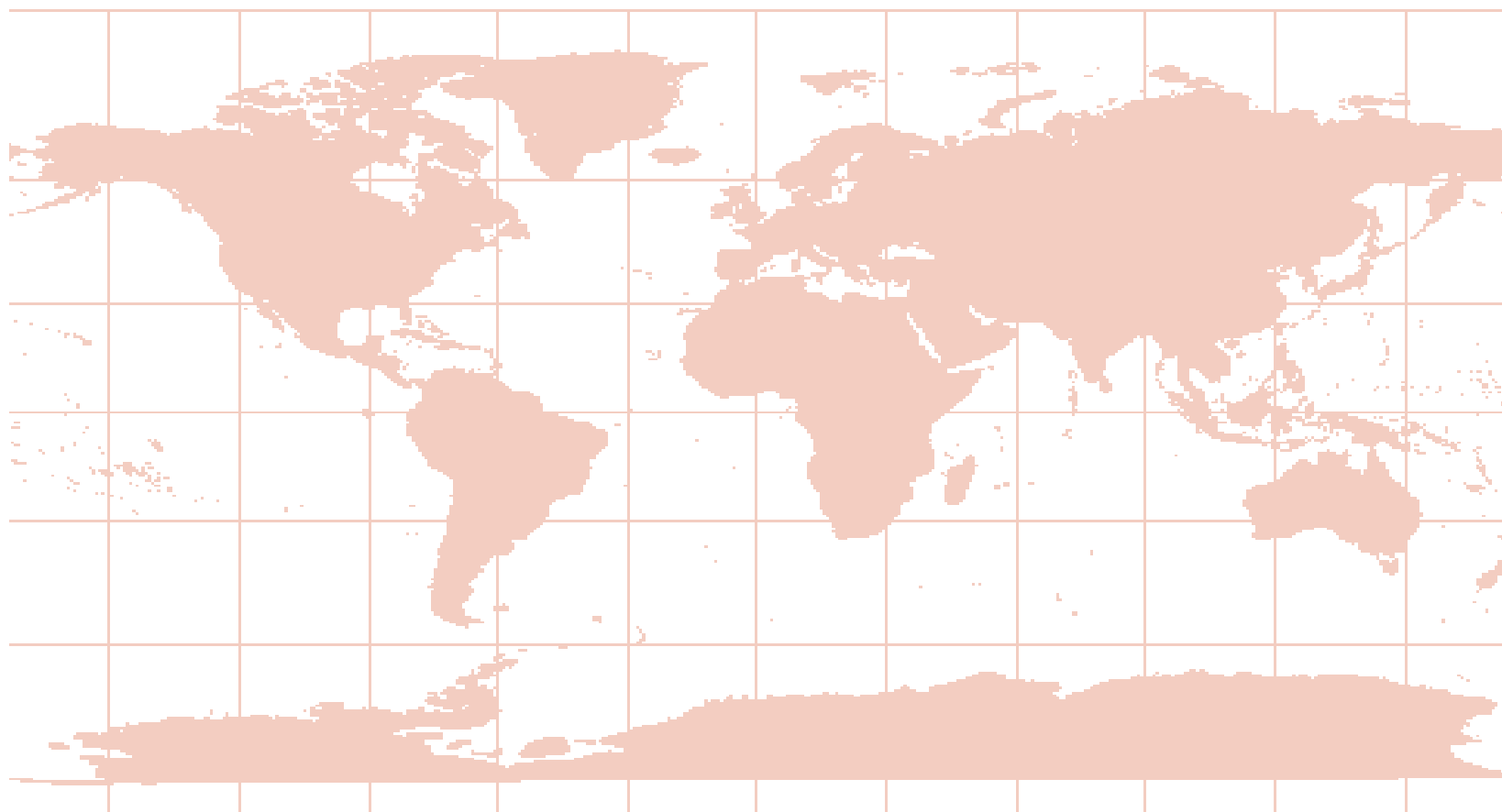


Département des affaires économiques et sociales

Étude sur la situation économique et sociale dans le monde, 2009

Promouvoir le développement, protéger la planète



Nations Unies
New York, 2010

DESA

Le Département des affaires économiques et sociales du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies sert de relais entre les orientations arrêtées au niveau international dans les domaines économiques, sociaux et environnementaux et les politiques exécutées à l'échelon national. Il intervient dans trois grands domaines liés les uns aux autres : i) il compile, produit et analyse une vaste gamme de données et d'éléments d'information sur des questions économiques, sociales et environnementales dont les États Membres de l'Organisation se servent pour examiner des problèmes communs et évaluer les options qui s'offrent à eux; ii) il facilite les négociations entre les États Membres dans de nombreux organes intergouvernementaux sur les orientations à suivre de façon collective afin de faire face aux problèmes mondiaux existants ou en voie d'apparition; iii) il conseille les gouvernements intéressés sur la façon de transposer les orientations politiques arrêtées à l'occasion des conférences et réunions au sommet des Nations Unies en programmes exécutables au niveau national et aide à renforcer les capacités nationales au moyen de programmes d'assistance technique.

Note

Les cotes des documents de l'Organisation des Nations Unies se composent de lettres majuscules et de chiffres.

E/2009/50/Rev.1
ST/ESA/319

ISBN 978-92-1-209093-1

Publication des Nations Unies
Numéro de vente : F.09.II.C.1

Copyright © Nations Unies, 2010
Tous droits réservés
Imprimé aux Nations Unies, New York

Préface

Des mesures sans précédent ont été prises pour enrayer la crise financière mondiale et permettre au monde de surmonter la crise économique dans laquelle il a été plongé en 2008. Mais notre planète va également devoir faire face à une crise climatique qui couve depuis beaucoup plus longtemps. Si nous ne relevons pas ce défi avec la même détermination et avec le même sentiment de défendre une cause commune que ceux qui nous ont animés face à la crise économique, non seulement la catastrophe climatique redoutée par la communauté scientifique se produira, mais il sera impossible de s'en remettre. Fort heureusement, les mesures appropriées à prendre pour juguler la crise climatique peuvent également contribuer à la prospérité économique à long terme.

Les scientifiques nous ont mis en garde : si les émissions mondiales n'atteignent pas leur maximum en une décennie, nous devons nous attendre à de graves conséquences, en particulier dans le monde en développement, où vit l'immense majorité de l'humanité et où la vulnérabilité aux impacts climatiques est la plus grande. Si l'augmentation des revenus dans le monde en développement doit être obtenue au prix d'une croissance fortement génératrice de carbone, à l'instar de la croissance actuelle des pays développés, c'est le tissu environnemental qui risque fort d'entrer en déliquescence.

De fait, si le problème du climat a pris une telle ampleur, c'est parce que rien n'est venu limiter la croissance des émissions depuis deux siècles. Le maintien d'une telle modalité de croissance ne correspond pas à ce qui avait été promis dans le cadre du Protocole de Kyoto à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Force nous est de reconnaître que nous avons laissé échapper de multiples occasions de changer de cap. Les pays en développement sont les premières victimes d'un problème dans lequel, historiquement parlant, ils portent le moins de responsabilité; de surcroît, ce sont eux qui en souffrent le plus.

La Conférence des Nations Unies sur les changements climatiques qui doit se tenir en décembre 2009 à Copenhague constituera une occasion exceptionnelle de tracer la voie d'un développement économique plus durable. Il y sera demandé aux pays avancés, dont les ressources leur permettent de donner l'impulsion nécessaire et qui en ont la responsabilité, de prendre des engagements très fermes s'agissant de réduire leurs émissions et d'aider les pays en développement à mettre en œuvre des mesures d'atténuation et d'adaptation.

Le changement climatique est un problème mondial dont les effets ne peuvent être contenus que dans le cadre d'un dialogue ouvert et inclusif. L'Organisation des Nations Unies occupe une place incontournable dans ce dialogue. *L'Étude sur la situation économique et sociale dans le monde, 2009* défend l'idée qu'il convient de régler à la fois le problème du climat et le problème du développement en prenant conscience des liens existant entre les deux et en s'engageant dans une voie de développement à faibles émissions et à forte croissance.

Il n'existe pas de modèle universel pour atteindre ces objectifs. *L'Étude* passe en revue les principaux éléments constitutifs de ce qui pourrait représenter les meilleures solutions possibles pour des pays ayant atteint des niveaux de développement différents. Ce faisant, elle

rejette la polarisation entre l'atténuation et l'adaptation et l'idée que l'on doit choisir entre les deux. L'une comme l'autre est indispensable, tout comme il s'impose de réunir les ressources financières et technologiques nécessaires à leur mise en œuvre.

Des investissements massifs dans l'efficacité énergétique, les énergies renouvelables, la réduction de la vulnérabilité et les projets de développement général permettraient de valoriser des synergies considérables. Il faudra pour cela apporter des réponses véritablement intégrées et l'économie mondiale devra se prêter à des ajustements de grande ampleur. Ce n'est qu'à ce prix que nous pourrons espérer faire prendre au monde le cap d'un développement plus durable. Il appartient à la communauté internationale de fournir les ressources et les impulsions nécessaires pour garantir l'utilité et l'équité de tout ce qu'il sera matériellement possible de faire. La présente étude est une contribution opportune à cette entreprise et j'en recommande la lecture à tous.

A handwritten signature in black ink, reading "Ki Moon Ban". The signature is fluid and cursive, with the first name "Ki" and last name "Ban" being more prominent than the middle name "Moon".

Le Secrétaire général,
BAN KI-MOON

Remerciements

L'*Étude sur la situation économique et sociale dans le monde* est la publication phare que le Département des affaires économiques et sociales du Secrétariat de l'ONU consacre chaque année à un problème majeur pour le développement. Cette année, l'*Étude* a été établie sous la direction générale de Rob Vos, Directeur de la Division de l'analyse des politiques de développement du Département des affaires économiques et sociales. Richard Kozul-Wright a dirigé l'équipe qui a établi cette étude. Les membres de l'équipe de base de la Division ont été Imran Ahmad, Piergiuseppe Fortunato, Nazrul Islam, Alex Julca, Oliver Paddison et Mariangela Parra. Alex Izurieta, qui travaille également à la Division, a fourni les simulations de modèles présentées aux chapitres I et IV. Tariq Banuri, de la Division du développement durable du Département des affaires économiques et sociales, a fourni des indications importantes pour l'analyse globale et a, avec David O'Connor, Chantal Line Carpentier et Fred Soltau, apporté les principales contributions aux chapitres II et V de l'*Étude*. Manuel Montes et Frank Schroeder, du Bureau du financement du développement du Département des affaires économiques et sociales, ont apporté les principales contributions au chapitre VI. Jan McAlpine et Barbara Tavora-Jainchill, du secrétariat du Forum des Nations Unies sur les forêts, ont apporté des contributions aux chapitres III et VI.

Les responsables de l'*Étude* sont également reconnaissants des contributions et des observations des fonds et organismes des Nations Unies, parmi lesquels le Fonds pour l'environnement mondial, la Société financière internationale, le Bureau international du Travail (Département des stratégies en matière d'emploi), le Programme des Nations Unies pour le développement (Bureau des politiques de développement, New York), le Programme des Nations Unies pour l'environnement (Division de la technologie, de l'industrie et de l'économie, Paris), le Centre Risø du Programme des Nations Unies pour l'environnement (Copenhague) et le secrétariat de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (Bonn). Ils tiennent également à remercier de leurs contributions spécifiques les chercheurs de l'Australian National University, de la Tufts University, de l'University of Oregon et du Centre du Sud (Genève).

Les documents d'information établis spécialement pour l'*Étude* par un certain nombre d'éminents experts du changement climatique et du développement sont venus enrichir l'analyse. Ces documents sont consultables à l'adresse <http://www.un.org/esa/policy/wess>.

Jomo Kwame Sundaram, Sous-Secrétaire général au développement économique au Département des affaires économiques et sociales, a fourni d'utiles orientations générales.

Aperçu général

Réagir au changement climatique est l'affaire de tous

L'*Étude sur la situation économique et sociale dans le monde, 2009* fait valoir principalement que le défi posé par le changement climatique ne peut pas être relevé par des actions ad hoc et marginales. Premièrement, relever ce défi exige davantage d'efforts de la part des pays industrialisés en vue de réduire leurs émissions de carbone. Étant donné que plus d'une décennie a été perdue depuis l'adoption du protocole de Kyoto à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques¹, ces efforts ne sont que plus urgents. Toutefois, même si les pays industrialisés commencent à concrétiser leurs promesses par des actes, il est improbable que leurs efforts soient suffisants pour répondre au défi posé par le changement climatique. La participation active des pays en développement est maintenant nécessaire, bien qu'elle ne puisse se faire que dans des conditions favorables à une croissance et à un développement économiques rapides et durables.

Il ressort de cette *Étude* que choisir la réduction des émissions de carbone et s'engager sur une voie de forte croissance pour faire face aux problèmes du développement et du climat est à la fois nécessaire et réalisable. Ce choix est nécessaire car la lutte contre le réchauffement climatique ne peut aboutir sans d'éventuelles réductions des émissions dans les pays en développement. Il est toutefois réalisable car des solutions technologiques existent. Ainsi, cela est donc évitable, mais non sans conséquence. Un tel changement pourrait entraîner des ajustements socioéconomiques sans précédent et potentiellement très coûteux dans les pays en développement — des ajustements, qui de plus, devront se faire dans un monde où les inégalités n'ont jamais aussi été si répandues. Si cela doit se produire, ce changement nécessitera un niveau de soutien international et de solidarité rarement réunis en dehors des temps de guerre.

Cette *Étude* fait aussi valoir que la réalisation d'une telle transformation dépend de la création d'une nouvelle donne mondiale capable d'augmenter les niveaux d'investissement et de canaliser les ressources afin de diminuer la teneur en carbone des activités économiques et d'augmenter la résilience face à des changements climatiques inévitables. La plupart des pays en développement n'ont pas actuellement les ressources financières, ni le savoir-faire technologique, pas plus que la capacité institutionnelle de mettre en œuvre ces solutions avec la rapidité qu'exige l'urgence de l'évolution du climat. Le seul obstacle majeur aux efforts déployés pour relever ce défi tient au fait que des engagements à long terme quant à un appui international n'ont pas été honorés. Des actions plus audacieuses sont nécessaires sur tous les fronts.

L'*Étude* souligne également que, conformément au principe de responsabilité commune mais différenciée, les pays en développement devront adopter vis-à-vis du climat une

¹ Nations Unies, *Recueil des traités*, vol. 2303, n° 30822.

approche différente de celle des pays développés. En particulier, un nouvel agenda de politiques publiques sera nécessaire, un agenda dirigé par un État qui mette au point une palette variée de mesures marchandes et non marchandes tout en mettant davantage l'accent que ce qui a été vu ces dernières années sur l'investissement public et la politique industrielle. Dans les pays développés, une telle combinaison semble conférer un rôle plus important au marché des droits d'émission de carbone et imposer une réglementation plus stricte.

Enfin, nous devons prendre plus au sérieux certaines questions de confiance et de justice si nous voulons apporter des solutions équitables et globales au problème du climat. L'*Étude* souligne que le succès dépendra de la capacité des pays industrialisés et en développement à créer un cadre plus intégré et des programmes conjoints assortis d'objectifs communs concernant notamment l'adaptation au climat, la sylviculture, l'énergie (y compris l'accès aux sources d'énergie), la croissance économique et la lutte contre la pauvreté.

Projections et principes

Défi que pose le changement climatique aux pays en développement

Même si le flux annuel d'émissions devait se stabiliser au niveau actuel, le stock d'émissions de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère serait d'ici à 2050 le double de son niveau préindustriel, ce qui induirait très probablement de dangereuses élévations de la température, pouvant avoir des conséquences économiques et politiques déstabilisantes. Les dernières conclusions du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) indiquent que :

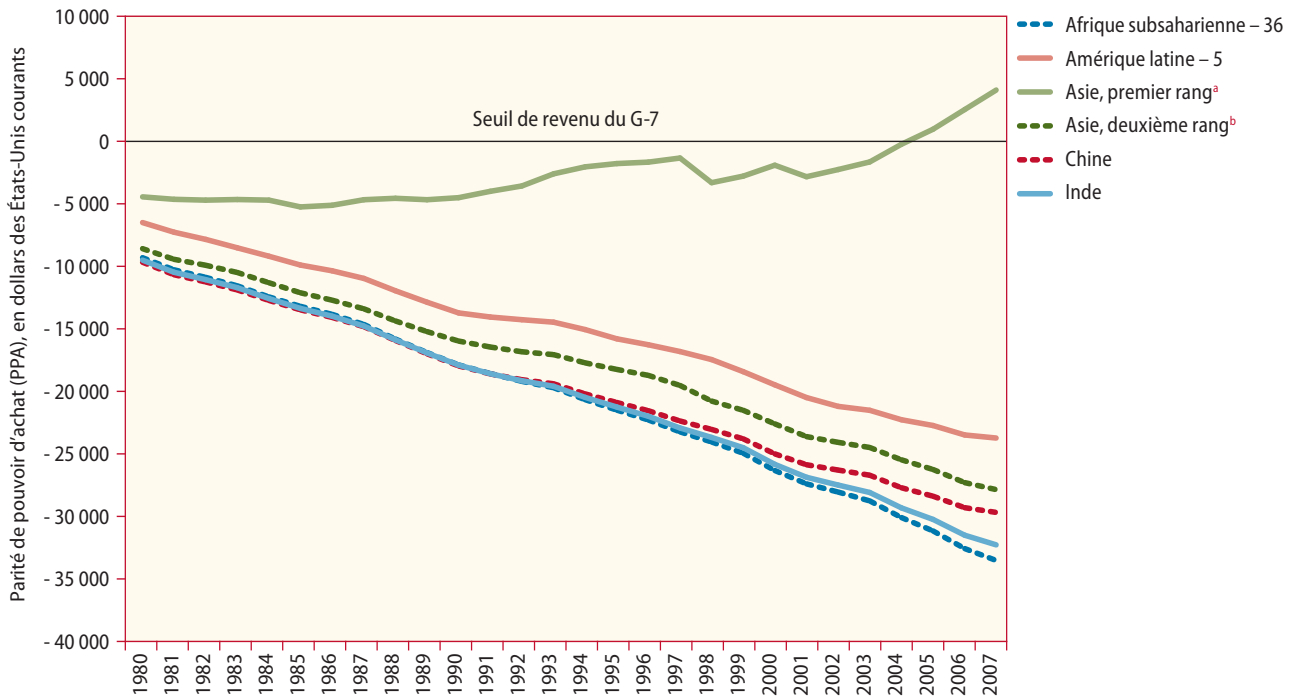
D'après de nombreux paramètres clés, le climat évolue déjà au-delà des tendances de variabilité naturelle au sein desquelles notre société et notre économie se sont développées et ont prospéré. Ces paramètres comprennent la température mondiale moyenne à la surface, l'élévation du niveau de la mer, la dynamique des océans et de la calotte glaciaire, l'acidification des océans et des événements climatiques extrêmes. On enregistre un risque certain de voir nombre des tendances s'accélérer, entraînant une menace accrue de bouleversements climatiques soudains ou irréversibles².

À la lumière de ces conclusions, l'étude suggère qu'une augmentation maximale de la température de 2 °C au-dessus des niveaux préindustriels serait le seuil limite de stabilisation des concentrations de carbone en deçà duquel pourrait être évitée une dangereuse interférence d'origine humaine dans le système climatique. Cela correspond à un objectif de concentration des gaz à effet de serre (en équivalent de dioxyde de carbone ou CO₂e) variant entre 350 et 450 parties par millions (ppm) et à des réductions des émissions mondiales de l'ordre de 50 à 80 % au-dessus des niveaux de 1990 d'ici à 2050. En considération des émissions actuelles, qui atteignent en gros 40 gigatonnes de dioxyde de carbone (40 GtCO₂), cela reviendrait à les réduire à un niveau compris entre 8 et 20 milliards de GtCO₂ d'ici à 2050³.

² Message clé n° 1 du GIEC au Congrès scientifique international sur l'évolution du climat : Risques, défis et décisions à l'échelle mondiale, Copenhague, du 10 au 12 mars 2009.

³ 1 Gigatonne (Gt) = 1 milliard de tonnes.

Figure 0.1
L'écart de revenu entre les pays du G7 et d'autres régions, 1980-2007



Source : Calculs du DSP de la Division de l'analyse des politiques du Département des affaires économiques et sociales du Secrétariat de l'ONU, établis à partir de la base de données en ligne sur les indicateurs du développement dans le monde (WDI) de la Banque mondiale.

^a Hong Kong, Région administrative spéciale de Chine; République de Corée; Singapour; Province chinoise de Taïwan.

^b Indonésie, Malaisie, Philippines, Thaïlande.

Cette situation critique est le résultat de deux siècles de croissance économique et d'augmentation du niveau de vie sans précédent entretenues par un accroissement régulier des demandes en énergie, tant en qualité qu'en quantité. Les sources d'énergie traditionnelles (biomasse) ont d'abord été remplacées par le charbon et, dès le début du XX^e siècle, par le pétrole. Aujourd'hui, les sources d'énergie fossiles couvrent près de 80 % des besoins énergétiques.

Toutefois, les activités qui utilisent ces services ont été très inégalement réparties, ce qui a engendré de criantes inégalités de revenus entre le monde développé et le monde en développement, avec pour corollaire d'énormes disparités économiques et sociales à l'échelle mondiale (figure 0.1). En outre, par suite de ce développement inégal, et depuis les années 1950, les pays avancés ont à leur actif les trois quarts de l'accroissement des émissions de carbone bien qu'ils ne comptent que 15 % de la population mondiale.

Il en résulte que les pays en développement auront infiniment plus de mal que les pays développés à réagir au changement climatique et ce, dans des conditions nettement moins favorables. La difficulté principale reste celle de la croissance économique. Cette dernière est importante non seulement pour l'élimination de la pauvreté mais également pour réduire le gigantesque écart entre les revenus des deux groupes de pays. L'idée de maintenir l'actuel niveau d'inégalité mondiale pour le demi-siècle suivant ou plus, tandis que le monde s'efforce de résoudre le problème du climat, est économiquement, politiquement et éthiquement inacceptable.

Synergies entre les défis du climat et du développement

Est-il possible, dans les pays en développement, de combiner la croissance économique avec une réduction radicale de leur trajectoire des émissions de carbone ? Sur ce point, la documentation relative au climat et au développement propose deux approches. Les partisans d'une approche « descendante » s'intéressent au problème à l'échelon mondial, cherchant à déterminer quelles seraient les trajectoires d'émissions et les cibles qui, pour les pays en développement, contribueraient à remédier à cette situation. Cette approche a également été utilisée pour calculer les coûts représentatifs associés à la protection du climat. Les partisans de l'approche inverse « ascendante » s'intéressent aux initiatives concrètes prises par les pays en développement en ce qui concerne, par exemple, les projets d'efficacité énergétique, les projets pilotes exécutés dans le domaine des énergies renouvelables, et le reboisement. Cette approche « ascendante » a été utilisée pour l'estimation des coûts d'options spécifiques en matière d'atténuation. Il n'existe cependant que très peu d'études traduisant ces approches en programmes stratégiques qui placeraient l'économie sur la voie du développement durable.

En combinant ces deux approches, on s'aperçoit qu'il est tout à fait possible d'intégrer les programmes relatifs au climat et au développement, quoique dans ce contexte l'approche des pays en développement serait, quant au climat, très différente de celle des pays développés. Si certains aspects de la politique nationale (encouragements plus judicieux, réglementation plus rigoureuse) peuvent être similaires dans les deux groupes de pays, les gouvernements des pays du monde en développement vont devoir dégager et mobiliser des ressources destinées aux investissements à grande échelle dans de nouveaux secteurs de production et de nouvelles technologies. À la différence des pays développés plus préoccupés par l'expansion du marché de droits d'émission de carbone, les pays en développement doivent mettre l'accent sur d'énergiques politiques industrielles. Cette combinaison d'investissements à grande échelle et d'interventions politiques actives exige de la part de l'État un engagement politique ferme et soutenu envers le développement ainsi qu'un appui multilatéral nettement plus tangible et effectif tant en matière de financement que de technologie.

Synergies entre les mesures prises par les pays développés et les pays en développement

La détermination des synergies entre les mesures prises en matière de protection du climat par les pays développés et en développement a révélé trois approches plutôt différentes. Selon la première approche, les pays en développement suivent l'exemple des pays développés, soit de leur plein gré, soit sous une certaine forme de pression et se fixent des objectifs de réduction des émissions. Selon la deuxième, les objectifs ou les mesures sont arrêtés sous réserve que les pays développés assurent un financement et fournissent la technologie. Selon la troisième, pays développés et pays en développement fixent ensemble des objectifs portant à la fois sur le climat et le développement.

L'*Étude* conclut que la première approche est vouée à l'échec. La deuxième est une nécessité mais risque de ne produire qu'une action progressive au gré des projets successifs. Il est compréhensible que cette approche ait fixé l'attention sur la question des transferts financiers par le biais de l'aide publique au développement (APA). Si les ambitions visant le climat étaient plus modestes, cette solution pourrait être suffisante, mais vu le consensus scientifique sur les dangers du changement climatique, elle ne le sera probablement pas. C'est la troisième approche qui, effectivement, convient le mieux à une reconfiguration de

la trajectoire du développement. En fait, la récente multiplicité des crises survenues dans les domaines alimentaire, énergétique et financier pourrait avoir créé des conditions favorables à une telle coopération. Bien que d'origines éventuellement distinctes, ces crises, tout comme la crise climatique, pourraient compromettre la mise en œuvre des activités envisagées au titre du programme de développement économique et d'élimination de la pauvreté.

En réaction à la crise économique et financière mondiale, des mesures ont été prises en faveur d'une relance et pour éviter un retour aux excès d'un « capitalisme de casino » avec l'incorporation d'investissements écologiques au titre de mesures d'incitation, de manière à traiter les problèmes de l'environnement, y compris ceux qui se rapportent à l'évolution du climat. Bien que ces initiatives n'aient pas encore abouti à une solution durable, elles vont dans le bon sens. cependant, il reste encore beaucoup à faire. On note en particulier une certaine réticence à reconnaître l'ampleur des ajustements et ce qu'il en coûtera aux pays en développement sur les plans politique et économique, à la fois pour sortir de la récession et opter pour des solutions à faibles taux d'émission. Pour opérer de tels ajustements, ils auront besoin d'une coopération internationale beaucoup plus importante.

Partage des efforts

La crise liée au climat résulte de modes très inégaux de développement économique au cours des deux derniers siècles, ce qui a permis aux pays riches d'aujourd'hui d'atteindre leurs présents niveaux de revenus, en partie parce qu'ils n'ont pas eu à rendre de comptes pour les dommages causés à l'environnement et qui maintenant menacent la vie et les moyens de subsistance des autres. En effet, on a estimé que, pour toute élévation de 1 °C de la température moyenne mondiale, la croissance annuelle moyenne des pays pauvres s'abaissait de 2 à 3 points de pourcentage sans changement de la croissance des pays riches. Il est même possible qu'à moyen terme, les pays riches tirent profit des hausses de température du fait, par exemple, de meilleurs rendements agricoles obtenus grâce à la fertilisation par le CO₂ et d'une baisse des coûts des transports, par les routes arctiques libres de glaces. Ce modèle inégal de développement est reflété dans les émissions par tête qui sont encore en moyenne six à sept fois plus importantes dans les pays industrialisés que dans les pays en développement.

L'intégration de ces éléments dans un cadre climatique cohérent s'est avérée une tâche ardue. Depuis la Conférence sur l'environnement et le développement tenue à Rio de Janeiro en 1992, il a été reconnu que les pays avaient « une responsabilité commune mais différenciée » pour prendre en main la protection du climat. (Ce principe a été réitéré lors de la treizième session de la Conférence des Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques⁴, tenue à Bali, Indonésie, en décembre 2007.) Il a été difficile d'obtenir un consensus sur ce que signifie cette assertion dans la pratique du fait que les pays riches ne tiennent pas trop à s'appesantir sur des actions passées qui leur feraient endosser une grande part de la responsabilité, tandis que, pour les mêmes raisons, les pays en développement ne souhaitent pas trop s'attarder sur le problème des émissions présentes et futures.

⁴ Nations Unies, *Recueil des traités*, vol. 1771, n° 30822.

Corriger une défaillance du marché...

Le rapport Stern, publié fin 2006 par le Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, a été très révélateur en montrant que les émissions de gaz à effet de serre (GES) constituaient « la plus grave défaillance du marché que le monde ait jamais connue » et a présenté la première tentative sérieuse de modéliser le coût de l'inertie par rapport au coût d'une stratégie différente qui maintiendrait les émissions en dessous d'un seuil acceptable. De cette perspective se dégage une forme d'éthique du climat liée à la nécessité de réaligner le coût social et privé en faisant payer par les pollueurs les dommages qu'ils font subir aux autres. Le rapport Stern conclut que les générations futures pourraient s'en trouver mieux à relativement peu de frais pour les générations présentes.

Le rapport Stern a suscité un débat animé parmi certains économistes au sujet de la meilleure méthode à suivre pour évaluer le coût des dommages liés au climat et les mécanismes les plus adéquats à mettre en place pour corriger les déficiences profondes du marché. Ce débat a encouragé les décideurs à réfléchir plus sérieusement à la manière d'aborder le risque inhérent au climat dans des conditions d'information incomplète et d'incertitude, tout en prenant en compte les considérations historiques (à savoir : jusqu'où faut-il remonter dans le passé pour appliquer le principe des « pollueurs-payeurs ») et géographiques (s'agissant de savoir si le pollueur est le producteur ou le consommateur des substances polluantes qui aggravent la concentration des gaz à effet de serre).

Les mesures réalisées au titre de l'approche « descendante » ont amené les pays à établir des échéanciers compliqués concernant la réduction de leurs taux d'émission de carbone à des niveaux acceptables. Il est cependant surprenant de constater que cette approche n'a jusqu'à présent engendré que peu de directives sur la manière dont les pays pourraient opérer des transformations concrètes, la concertation à cet égard s'étant limitée à la répartition des droits d'émission et à la détermination d'un tarif équitable appliqué aux émissions de carbone.

Établir un marché mondial des droits d'émission de carbone et fixer un prix prévisible du carbone fait partie d'une combinaison de mesures mais ne résout pas la dimension développement du problème. Par exemple, le système des permis et échanges d'émissions a été conçu en conformité avec l'expérience politique, la capacité institutionnelle et les conditions économiques des pays riches. Par défaut, ce système leur vaut de substantiels avantages étant donné qu'il repose sur les émissions actuelles des pays fortement pollueurs.

... Ou promouvoir les droits au développement

D'autres ont fait valoir que l'attention portée par les économistes aux défaillances du marché était essentiellement liée à des calculs de coûts-avantages et que, par conséquent, elle sous-estimait la menace de bouleversements climatiques catastrophiques ainsi que la détresse des populations les plus vulnérables. Ce sont probablement les pauvres des zones rurales du monde en développement qui devront opérer les ajustements les plus considérables à l'égard du changement climatique et l'aide dont ils auront besoin pour réaliser une difficile adaptation devrait figurer en première place dans tout cadre équitable concernant le changement climatique.

Toutefois, les divergences qui ont marqué la croissance et la montée des inégalités dans le monde au cours des 60 dernières années font des impératifs de développement un enjeu beaucoup plus crucial que l'élimination de l'extrême pauvreté (Nations Unies, 2006). Par ailleurs, au cours de la même période, alors qu'ils gravissaient jusqu'au sommet les échelons du développement, les pays avancés ont utilisé une bonne partie de leur espace d'émissions

de gaz à effet de serre. Étant donné le rapport étroit qui existe entre utilisation de l'énergie et croissance économique, il y a lieu de craindre que l'échelle du développement durable ait déjà été escamotée et, avec elle, toute chance réelle de pouvoir combiner les objectifs relatifs au climat et au développement.

On peut envisager un cadre fondé sur le principe du « droit au développement dans un contexte d'émissions à effet de serre » conjuguant une certaine mesure de responsabilité avec la capacité de payer, ce qui constituerait éventuellement une base pour le partage des charges afférentes à la protection du climat et en proportion de l'ampleur et de l'urgence des objectifs visant le climat et le développement. Il s'agirait à cette fin d'autoriser une exonération de cette participation aux charges au-dessous d'un revenu moyen mondial de 9 000 unités en parité de pouvoir d'achat. Ce chiffre est supérieur à la moyenne mondiale courante et représente un seuil correspondant à la situation d'économies plus diversifiées et au-delà duquel de nouvelles augmentations de revenus ont peu d'incidences sur les indicateurs de développement humain. Les individus dont le revenu est supérieur à ce seuil et qui habitent un pays dont le revenu moyen est inférieur audit seuil devraient toutefois contribuer au paiement des charges. Cela reviendrait en fait à aligner la capacité de payer sur l'assiette de l'impôt, assortie d'un dégrèvement individuel de 9 000 dollars.

Alors que ce seuil est seulement illustratif, selon n'importe quel calcul réaliste les pays développés paieront une part beaucoup plus élevée de la totalité des coûts de protection du climat tandis que les pays en développement n'assumeront de responsabilité supplémentaire qu'en fonction de leur niveau de développement. Il est possible que certains arrangements allant dans ce sens finissent par émerger de concertations sur la question des responsabilités communes mais différenciées. En outre, cette approche tend encore à éviter les délibérations sur certains points particuliers des politiques à adopter pour s'engager sur la voie d'un mode de développement à faibles taux d'émission et à forte croissance, ainsi que les types de mécanismes internationaux nécessaires pour réaliser cette transition.

Relance de la croissance écologiquement viable

Les politiques visant à contrecarrer la menace d'un changement climatique dangereux sont à la traîne, loin derrière les preuves scientifiques. Cela étant, les engagements internationaux existants sont très inférieurs aux promesses; quant aux nouveaux engagements, ils ne progressent que lentement. On se trouve alors dans une dangereuse impasse tandis que les pays en développement s'efforcent d'accélérer leur croissance par le développement industriel et une rapide urbanisation. La seule manière de réaliser des progrès tangibles est de traiter le défi posé par le climat comme un défi du développement.

Approche axée sur l'investissement

Tous les succès dans le domaine économique ont été marqués par une poussée de croissance soutenue, de l'ordre de 6 à 8 % par an, ce qui a permis de relever le niveau de vie et de combler l'écart des revenus entre pays développés et en développement. Cependant, la croissance est fortement corrélée avec une diversité d'indicateurs sociaux, dont la réduction de la pauvreté, qui, ensemble, définissent un plan de développement plus viable et plus complet. Mais ce plan ne peut se concrétiser spontanément. Même après une période de croissance rapide, les pays peuvent se trouver bloqués et même rétrograder. D'autres luttent juste pour essayer de démarrer.

Un rythme accéléré d'accumulation de capital s'accompagnant de modifications dans la structure de l'activité économique en faveur de l'industrie est généralement un facteur critique d'accélération soutenue de la croissance. Par le passé, une bonne partie de l'analyse des politiques de développement s'est concentrée sur l'accroissement de la part d'investissement à un niveau susceptible de déclencher un cercle vertueux d'augmentation de la productivité et des salaires, d'amélioration de la technologie et de progrès social. Les analyses décrivant les succès de cette « forte poussée » se sont focalisées sur des secteurs dominants dont le développement attirerait un nouveau cycle d'investissements grâce à l'établissement de liens solides et multiples en amont et en aval. Comme nous l'avons vu, la délicate tâche de la politique de développement consiste moins en planification détaillée qu'en appui stratégique et coordonné, y compris un rôle important dévolu à l'investissement public pour stimuler la croissance et l'investissement privé suivant un nouvel axe de développement.

Au cours des années 1980 et 1990, les modèles d'investissement axés sur le développement ont été abandonnés au profit de réformes économiques orientées sur le marché. Néanmoins, pour la majorité des pays en développement, des marchés plus libres et une plus grande pratique de la concurrence mondiale n'ont pas produit les résultats escomptés par les protagonistes de ces réformes, notamment en ce qui concerne l'investissement.

Il est normal que les pays en développement préfèrent revenir à une approche axée sur l'investissement une fois que la question du climat sera correctement liée au défi du développement. Une telle approche a déjà pris corps dans des pays plus riches avec l'inclusion d'investissements écologiques dans des mesures d'incitation visant à la création d'emplois dans une situation d'extrême ralentissement économique. Quant aux pays en développement qui doivent opter pour des sources d'énergie nouvelles alors qu'ils doivent aussi s'urbaniser, renforcer leur production vivrière et diversifier leur activité dans une industrialisation compétitive, la tâche est d'une plus grande ampleur encore.

Le problème de l'atténuation

La réduction des émissions de GES va exiger des investissements interdépendants et intersectoriels visant notamment à arrêter la déforestation et la dégradation des terres, à modifier la structure des bâtiments pour en assurer le rendement énergétique et à rénover les systèmes de transport. Mais c'est une transition dans le domaine de l'énergie qui sera au cœur d'une nouvelle stratégie intégrée destinée à faire face au changement climatique et aux objectifs de développement. Alors que la consommation d'énergie est responsable à 60 % des émissions de gaz à effet de serre, tout scénario de stabilisation indique qu'une part considérable des réductions d'émissions, peut-être jusqu'à 80 %, devra provenir de la réorganisation des systèmes énergétiques. La figure 0.2 illustre l'évolution chronologique du système énergétique et les possibilités d'avenir d'une orientation du développement vers la décarbonisation, limitant à environ 2 °C d'ici à la fin du siècle l'accroissement des températures moyennes sur la planète. Cette figure montre les changements radicaux qu'il est indispensable d'apporter au système énergétique mondial. Le but final d'une telle transition devra être l'amélioration de l'efficacité énergétique et la réduction de la dépendance vis-à-vis des combustibles fossiles, en particulier le pétrole et le charbon, et le recours accru à de nouvelles sources d'énergie telles que le vent, le soleil et les biocarburants (non alimentaires).

Les pays développés ont des économies éprouvées, dotées en suffisance (ou même en excédent) de services énergétiques modernes. Ils n'ont pas besoin de renforcer considérablement leurs infrastructures énergétiques, bien qu'ils soient appelés à opérer des ajustements de leurs modes de vie et des investissements importants pour affranchir leur système énergétique de la

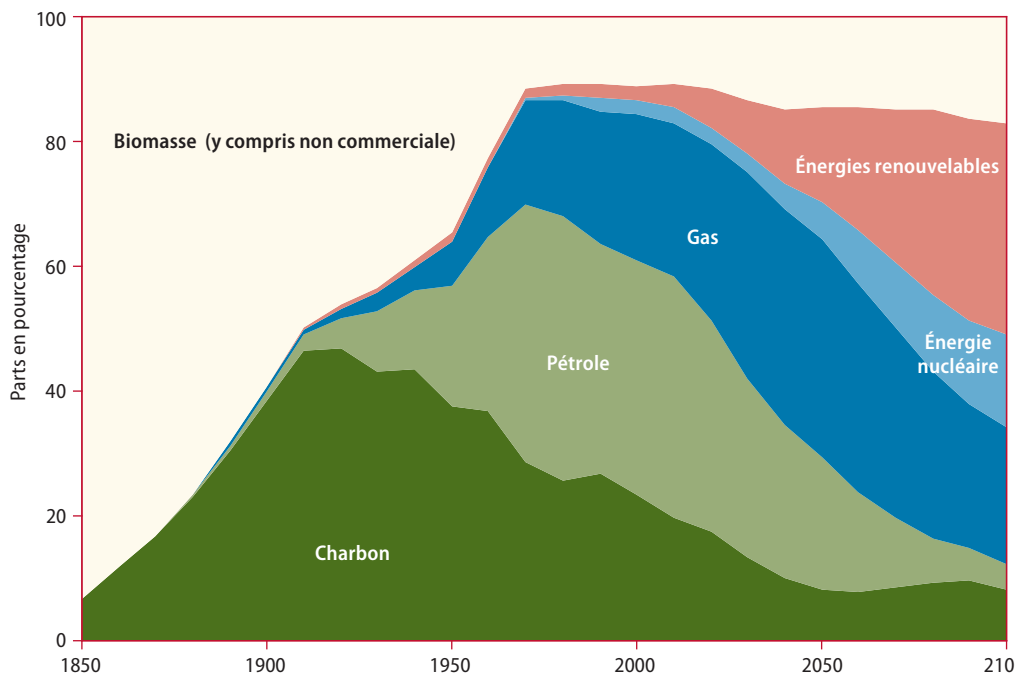
dépendance actuelle à l'égard des énergies fossiles, au profit d'une totale décarbonisation d'ici à la fin du siècle. Les pays en développement sont en revanche sévèrement handicapés sur le plan des infrastructures énergétiques modernes et ne devront cesser d'investir dans ce secteur en vue de répondre à la demande actuelle et de promouvoir le développement économique.

Il résulte que les économies développées devront peut-être et pourront faire face à de sensibles augmentations du prix de l'énergie, en particulier l'énergie fossile, afin de donner confiance aux éventuels consommateurs et investisseurs à l'égard du marché. Par contre, tous les pays en développement sont confrontés à l'urgente tâche de développer leur infrastructure énergétique et de rendre l'énergie largement accessible à des tarifs abordables. On estime que le nombre de personnes privées de cet accès varie de 1,6 à 2 milliards, essentiellement dans les zones rurales. Dans un avenir prévisible, les pays en développement vont devoir subventionner l'énergie au profit de leurs classes à revenu moyen et plus faible afin de rendre ces services abordables.

La fourniture de ces services en énergie à ces groupes de la population coûtera 25 milliards de dollars par an au cours des 20 prochaines années. C'est une somme considérable pour les plus pauvres des pays en développement et elle est de multiples fois plus élevée que le montant de l'aide consacrée aux services d'énergie.

Les impératifs de l'atténuation mettront en jeu une gamme de choix technologiques allant de la diffusion des actuelles technologies à faible émission à la mise au point et au lancement de technologies novatrices, en passant par un accroissement progressif des nouvelles technologies commerciales. Certaines de ces dispositions seront immédiatement rentables,

Figure 0.2
Évolution et possibilités d'avenir du système énergétique mondial,
indiquant la part relative de chacune des sources d'énergie les plus importantes, 1850-2100



Source : Grübler, Nakicenovic et Riahi (2007), Nakicenovic et Riahi (2007), Institut international d'analyse des systèmes appliqués.

ou le seront à court terme. Cependant, la production de plus grandes quantités d'énergie propre conformément aux normes de développement industriel et urbain demandera de considérables investissements avec une longue période de gestation.

Afin de réaliser des économies d'échelle et de recueillir les potentiels bénéfiques de l'acquisition des connaissances technologiques, des investissements devront être immédiatement consentis dans les nouvelles technologies économes de carbone et les technologies de pointe, ce qui, après un ajustement progressif et une adaptation, réduirait les coûts d'atténuation et en accroîtrait le potentiel. Il faudra en outre prévoir des investissements complémentaires en recherche-développement et pour l'acquisition des compétences nécessaires afin d'accroître l'efficacité des technologies économes de carbone et en réduire le coût.

La taille potentielle du marché de l'énergie dans les pays en développement avec la possibilité d'améliorer les capacités installées donne déjà une indication de l'importance des possibilités d'investissement. Néanmoins, tandis que les coûts et les risques initiaux pourraient décourager les investisseurs privés, on pourrait confier au secteur public un rôle prépondérant, du moins durant les premières phases de développement. Les investissements actuels dans le système énergétique mondial seraient de l'ordre de 500 milliards de dollars par an. Le scénario de stabilité présenté à la figure 0.2 demanderait au moins de doubler cet effort au cours des prochaines décennies, soit environ 1 000 milliards de dollars par an, ce qui représenterait 20 000 milliards de dollars d'ici à 2030.

La résilience par la diversité : le problème de l'adaptation

Pour de nombreux pays en développement, les contraintes et chocs liés à l'environnement font déjà partie d'un cercle vicieux de développement qui les forcent à stagner à un faible niveau de revenu, fragilisent leur base de ressources et entravent leur capacité à se préparer aux chocs futurs. Même si les dirigeants sont en mesure d'effectuer rapidement la transition vers un régime de croissance à faibles émissions, l'inévitable montée de la température de la planète va provoquer de graves bouleversements environnementaux et des perturbations en favorisant les agressions de la sécheresse, l'élévation du niveau des mers, la fonte des glaces et du manteau neigeux ainsi que l'apparition de phénomènes météorologiques extrêmes. Au cours des prochaines décennies, ces phénomènes vont menacer et détruire des moyens de subsistance partout dans le monde, en particulier ceux des populations déjà vulnérables, y compris dans les pays développés.

Depuis quelque temps déjà, les groupes d'action humanitaire s'inquiètent des synergies potentielles des taux de croissance économique faibles ou négatifs, de la montée du chômage, de l'appauvrissement des terres et des atteintes que subissent les écosystèmes marins. Un changement climatique engendrerait, dans des environnements déjà fragiles, de nouveaux facteurs de tension tels que des ouragans plus violents dans les Caraïbes, un réchauffement au-dessus de la moyenne qui aurait des incidences sur les fleuves d'Asie centrale tributaires des glaciers, et une sécheresse provoquée par la raréfaction de l'eau dans les pays d'Afrique du Nord, qui se ressentirait sur leurs économies déjà fragiles.

L'adaptation au changement climatique sera un élément central de tout programme intégré et complet. La mauvaise santé des populations, le manque d'infrastructures, les économies peu diversifiées, le manque d'institutions et de structures administratives exposent les pays et les communautés les plus pauvres non seulement à des catastrophes à grande échelle potentiellement désastreuses mais aussi à un état permanent d'instabilité économique dû à l'anormale élévation des températures, à la diminution des ressources en eau, aux inondations fréquentes et aux violentes tempêtes.

Ces menaces sont particulièrement courantes dans les communautés rurales où plus du tiers des ménages ont des moyens de subsistance précaires. En Afrique subsaharienne, cette proportion dépasse les 60 % et peut atteindre 50 % dans certains secteurs où les conditions thermiques réduisent le rendement des cultures vitales. Pour éviter cette chute des rendements agricoles, on a recours à diverses stratégies telles que la diversification des cultures, qui est en principe la plus importante des méthodes pour assurer la sécurité alimentaire dans un climat en évolution, et l'utilisation de nouvelles variétés de semences plus résistantes aux variations météorologiques et ayant un meilleur rendement. Plus généralement, les politiques économiques visant à promouvoir le développement agricole devraient privilégier le renforcement des services d'appui, notamment pour les petits exploitants, et la modernisation de l'infrastructure (comme les routes et les installations de stockage avec les réseaux d'irrigation).

Les forêts sont une source de moyens de subsistance pour presque 25 % de la population mondiale dont une grande partie vit sous la menace du changement climatique. La protection des forêts repose non seulement sur des prévisions météorologiques et les systèmes de surveillance phytosanitaire mais également sur des stratégies de prévention des incendies de forêt et la lutte contre ceux-ci, notamment par la construction de lignes de feu, le brûlage contrôlé et l'utilisation d'essences arboricoles résistantes à la sécheresse et au feu, comme le teck dans les forêts tropicales. Des mesures sont prises pour faciliter l'adaptation des forêts au changement climatique; on s'efforce, entre autres, de favoriser la capacité d'adaptation de certaines essences, notamment en maximisant la variation génétique sylvicole et également par des méthodes de gestion visant à réduire l'exploitation à faible impact. D'une manière plus générale, les investissements dans la diversification économique et la création d'emplois ainsi que la bonification des terres, la mise en valeur des sols et des ressources en eau feront partie d'une stratégie plus intégrée.

Les effets du changement climatique sur la santé et l'assainissement seront tout aussi graves. Alors que le réchauffement a déjà provoqué 150 000 décès par an dans les pays à faible revenu, l'élévation des températures va accroître davantage les taux de résistance et de multiplication des agents d'infection bactérienne des produits alimentaires et des sources d'eau, ce qui accentuera leur impact sur la santé. La raréfaction croissante des ressources en eau va aggraver la situation déjà médiocre en matière d'hygiène et d'assainissement : en Afrique seulement, 200 millions de personnes font déjà face à ce stress hydrique. Dans de nombreux cas, la gestion des ressources en eau s'avère d'autant plus compliquée qu'elle se heurte à leur disponibilité aléatoire due tant à l'accroissement de la population qu'au changement climatique, situation qui requiert une résilience accrue quant aux systèmes de gestion de l'eau. Malgré les efforts déjà déployés pour renforcer ces systèmes dans un certain nombre de pays en développement, il faudra un investissement public considérable pour aboutir à des résultats durables.

Plus de la moitié de la population mondiale vit maintenant dans des zones urbaines. On estime que les citoyens devraient constituer jusqu'aux trois quarts de la population d'ici à 2050, cet accroissement étant presque entièrement concentré dans le monde en développement. Les environnements urbains ont leurs propres difficultés d'adaptation, liées notamment à la qualité de l'infrastructure sociale et à la construction. Dans les villes côtières en expansion rapide, par exemple, la protection contre la montée du niveau de la mer et l'accroissement de la vitesse des vents est une priorité urgente. La combinaison de la pauvreté, de la densité de la population et de la médiocrité des services sociaux contribue à rendre les communautés particulièrement vulnérables et, pour elles, les chocs climatiques peuvent s'avérer catastrophiques. Dans le contexte actuel, les risques que courent les zones urbaines

sont associés à l'incapacité des gouvernements locaux à assurer le développement et l'entretien de l'infrastructure, à agir efficacement pour réduire les risques de catastrophes et à se doter d'une capacité d'intervention d'urgence adéquate.

Des mesures comprenant des investissements à grande échelle, la gestion de l'information et une action collective ont déjà été prises par des pays et des communautés du monde industrialisé, exposés à la menace des chocs climatiques. Pour de nombreux pays en développement cependant, la stratégie d'adaptation est encore étroitement liée à la nécessité de diversifier leurs économies afin qu'elles cessent de ne dépendre que d'un nombre restreint d'activités, en particulier dans le secteur primaire où elles sont sensibles aux bouleversements et dérèglements climatiques. Le gouvernement mozambicain, par exemple, a mis au point des plans ambitieux en faveur du développement durable de la région côtière, y compris l'infrastructure (transport, assainissement et approvisionnement en eau), de nouveaux aménagements dans l'occupation des sols et la protection écologiquement viable des plages contre l'érosion. De tels plans qui représentent une occasion unique d'entreprendre de gigantesques projets de développement doivent tenir compte des risques du changement climatique de manière intégrée, selon des fréquences saisonnières, interannuelles et de plusieurs décennies. Une combinaison d'investissements publics, de crédits à des conditions libérales et d'accès aux technologies appropriées est essentielle aux exigences de l'adaptation.

Vers un programme intégré

Bien que les voix qui s'élèvent en faveur d'une généralisation des politiques relatives au climat soient de plus en plus nombreuses, on ne peut se borner à simplement greffer les objectifs d'adaptation et d'atténuation sur les objectifs des politiques de développement actuellement à l'examen. Il convient plutôt d'associer les deux grands problèmes du développement et du changement climatique dans le cadre de la gestion à long terme des ressources naturelles et économiques d'une manière plus intégrée et rationnelle. Il ne s'agit pas d'un expédient, et certes pas d'un expédient gratuit, mais d'une tâche multidimensionnelle nécessitant des investissements massifs et à long terme, jouant un rôle central et permettant aux économies de tous niveaux de développement de bifurquer sur la voie d'une forte croissance à faible émission. Les dirigeants vont devoir faire face à des situations anciennes dont ils ont hérité, envisager de nouvelles stratégies économiques et adopter des politiques de concertation, et cela d'autant plus que le monde tente de se relever de la plus grande crise économique qui soit survenue depuis la Grande Dépression.

Les chocs actuels et la crise concomitante ont fourni une bonne occasion de réfléchir sur le programme d'action des pouvoirs publics et ont contribué à nous rappeler que les gouvernements sont les seuls agents capables de mobiliser les énormes ressources financières et politiques nécessaires pour affronter des menaces systémiques. Une mobilisation des ressources à grande échelle sera certainement nécessaire tant aux niveaux national que mondial pour réaliser le double objectif de développement et de protection du climat. On devra faire en sorte que ces ressources servent à déclencher des cercles vertueux de croissance entraînant l'investissement privé et des progrès technologiques dans les secteurs de croissance dynamique, favorisant ainsi la diversification économique avec la création d'emplois.

Impératifs de la politique gouvernementale

La forte impulsion donnée en faveur d'économies moins polluantes, plus diversifiées et plus dynamiques sera soutenue ou entravée à travers des politiques gouvernementales. Étant

donné que les investissements nécessaires seront généralement substantiels et complémentaires, il faudra que les prix indicatifs et les mesures réglementaires, y compris les normes en matière de construction et d'efficacité des combustibles, et les directives se rapportant à l'utilisation des énergies renouvelables soient prévisibles. Face aux désavantages initiaux des coûts, l'adoption de technologies nouvelles plus propres, grâce à des subventions publiques, des tarifications préférentielles de l'électricité provenant de sources d'énergies renouvelables et d'autres mesures d'appui, peut s'avérer très favorable.

Nombre de pays en développement ont commencé à mettre au point de nouveaux cadres politiques au moyen, par exemple, de plans nationaux d'adaptation. Ceux-ci se concentrent sur des projets d'infrastructure de protection contre le changement climatique tels que les systèmes de transport et d'irrigation, la modernisation des systèmes de surveillance et de gestion des catastrophes et la planification plus rationnelle de l'occupation des sols. Il reste cependant des difficultés à surmonter dans le renforcement des projets en raison principalement des insuffisances financières et institutionnelles ainsi que d'une approche au développement trop limitée. Un succès plus durable dépendra de l'adoption de politiques de développement plus judicieuses, associant plus étroitement l'adaptation aux efforts en cours afin d'atténuer les conditions de vulnérabilité et les entraves qui freinent la croissance et le développement. Pour ce faire, on devra mettre en œuvre de vastes projets d'adaptation dans les zones rurales comme dans les zones urbaines pour créer des emplois, réaliser une diversification économique et accélérer la croissance.

Un élément fait défaut dans le débat en cours — un élément essentiel à la réalisation d'une approche plus intégrée —, et c'est la politique industrielle. Cette considération a été délaissée ces dernières années sous le prétexte que « choisir les gagnants » est traditionnellement voué à l'échec, notamment dans les pays en développement. Toutefois, à une époque où ces pays s'efforcent de réaliser leurs objectifs climatiques, il est difficile de concevoir une approche intégrée qui ne prenne pas au sérieux la politique industrielle. Le renforcement des droits de propriété intellectuelle et les efforts pour attirer l'investissement étranger direct (IED) ne peuvent se substituer à d'énergiques politiques industrielles dans les pays en développement.

La mise au point de technologies à faible émission répondra à certains facteurs tels que la stimulation de l'offre (sous forme par exemple de crédits à des fins spécifiques et à des conditions libérales) et le contrôle de la demande (coût du carbone induit par une politique des prix). Le plus tôt ces dispositions seront adoptées, le plus rapidement la réduction des coûts débouchera sur l'acquisition des connaissances et une plus large diffusion. Plus on attendra, plus les besoins de réduction des émissions seront élevés et plus lente sera la baisse du prix d'achat. Les progrès par bonds grâce à l'importation de ces technologies offrent une possibilité d'améliorations plus vigoureuses de l'efficacité énergétique depuis la fourniture jusqu'à l'utilisation finale, une part accrue des énergies renouvelables, plus de gaz naturel et moins de charbon et la réalisation rapide de la capture et de la séquestration du carbone.

De telles transformations du système de l'énergie ont besoin de s'appuyer sur des travaux de recherche-développement et déploiement (R-D et D), l'élimination des barrières commerciales et un renforcement effectif des capacités. Les centres d'innovations en matière de technologies à faible émission pourraient avoir un rôle important à jouer. Au stade du démarrage, il est probable que les centres bénéficieront d'un financement public, bien que les détails précis de la composition des sources de financement, réparties entre donateurs, financement public et privé, variera selon les pays et au fil du temps. La combinaison des divers éléments que seront la recherche fondamentale, les essais sur le terrain, les services commerciaux incubateurs, l'engagement de capitaux à risque, les conseils et l'appui techniques,

les politiques et analyses du marché, dépendra essentiellement des conditions et impératifs locaux. Il peut arriver que, dans certains cas, les centres régionaux apparaissent comme la meilleure manière de bénéficier des économies d'échelle et de la diversification.

Une nouvelle donne ?

Ceux qui visent une approche politiquement plus intégrée aux problèmes du développement et du climat auraient certainement intérêt à s'inspirer de l'expérience du New Deal dans laquelle se sont engagés les États-Unis pour surmonter la Dépression des années 1930. Il convient de noter en particulier l'interconnexion des investissements dans les secteurs de l'énergie, des transports, de l'agriculture et de la santé, qui ont jeté les fondations non seulement d'un retour au plein emploi mais également d'un spectaculaire décollage de l'industrie dans la plupart des régions les moins développées des États-Unis, avec l'apport d'investissements massifs dans de nouvelles sources de création d'emplois.

Depuis 1945, certains pays en développement dont le retard est avéré ont également recouru à un mélange de mesures telles que l'incitation au marché, d'énergiques interventions de l'État pour accélérer la croissance et les changements structurels. Cet appui a souvent été guidé par une vue globale du développement considérant les interventions de politique générale sous l'angle de leur contribution à la diversification de l'activité économique avec la création d'emplois et la réduction de la pauvreté.

En revanche, de nombreux pays en développement ont pâti d'un retrait de l'État durant la décennie perdue des années 1980. De ce fait, la capacité du secteur public à fournir une orientation novatrice dans un domaine aussi complexe que le changement climatique, s'est trouvée considérablement affaiblie. Ces pays auront besoin d'aide pour reconstruire l'infrastructure publique afin de pouvoir assumer les responsabilités supplémentaires qui leur incombent avec la réalisation des objectifs afférents au climat.

Ajuster à travers les investissements

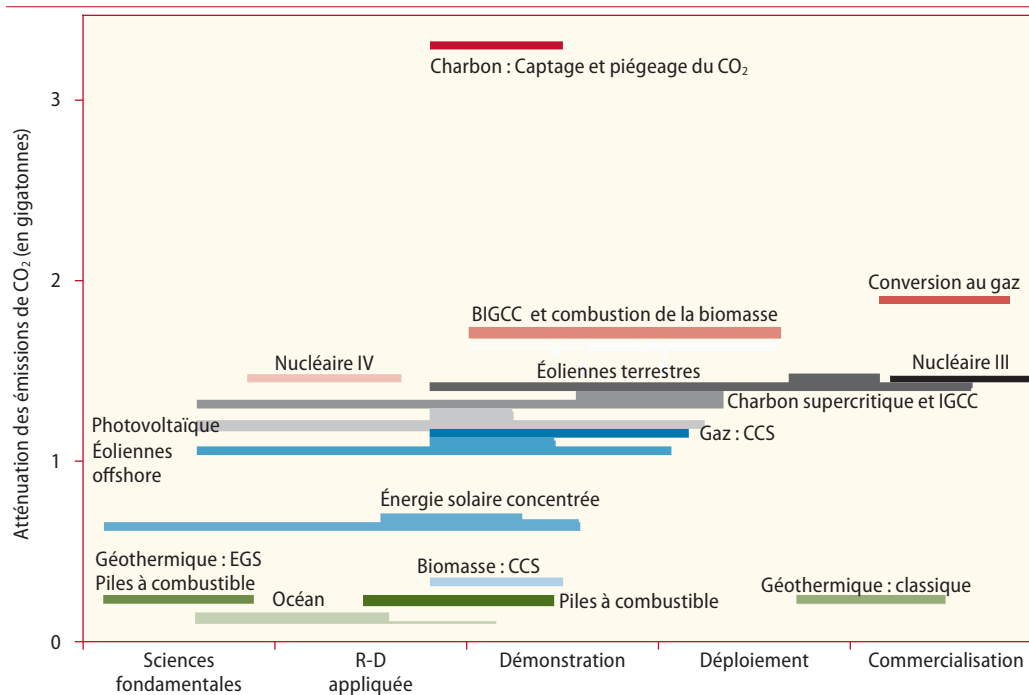
Une approche intégrée non seulement suppose de trouver des solutions pour remédier aux carences du marché mais aussi de donner les moyens de surmonter les menaces systémiques et d'opérer des ajustements à grande échelle dans l'activité économique. La seule réponse raisonnable consiste à combiner les solutions afférentes au marché avec d'autres mécanismes, notamment l'investissement public.

Il importe que les investissements consacrés aux opérations d'adaptation et d'atténuation soient considérés comme des éléments d'un réaménagement profond de l'investissement s'étendant à un grand nombre de secteurs et de régions en vue d'atténuer les contraintes climatiques sur la croissance mondiale. Si l'on peut tirer des enseignements de l'histoire, la production et la distribution à l'échelle industrielle d'énergie plus propre devrait aboutir à des économies d'échelle et offrir un éventail de possibilités d'investissements dans divers secteurs de l'économie et dans les nouvelles technologies. La figure 0.3 présente un certain nombre des technologies considérées, indiquant dans quels délais elles pourraient être déployées à grande échelle. Dans de nombreux pays en développement, des investissements adéquats seront nécessaires pour accroître la productivité agricole, améliorer l'exploitation forestière et assurer, en même temps qu'un approvisionnement plus régulier en eau et une modernisation du système de transport, la création constante d'emplois écologiquement viables.

Par ailleurs, à court et moyen termes, les efforts d'atténuation et d'adaptation liés au changement climatique vont accroître le coût du développement. Il en coûtera peut-être 40 milliards de dollars pour que les investissements actuels répondent aux objectifs climatiques et le montant nécessaire pour répondre aux futures situations sera beaucoup plus élevé. Le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) a estimé qu'il faudrait à cet effet 86 milliards de dollars par an d'ici à 2016 et que, si l'on n'agit pas immédiatement sur l'atténuation, la somme ne fera qu'augmenter. L'investissement dans les activités d'atténuation sera d'un ordre beaucoup plus élevé. La Société McKinsey, cabinet de conseil mondial en matière de gestion, laisse entendre que des investissements supplémentaires allant jusqu'à 800 milliards de dollars par an seraient nécessaires jusqu'en 2030 pour réaliser les objectifs de stabilisation. Toutefois, notre étude prétend qu'un grand nombre de ces investissements devront se faire de manière groupée. Ainsi ce chiffre pourrait dépasser les 1 000 milliards de dollars.

Le financement de ces investissements fera partie des énormes difficultés que présentera le passage des pays en développement à une économie à faible émission, en particulier les pays dont les marchés nationaux pour les technologies peu polluantes sont réduits. Les politiques macroéconomiques devront toujours être pro-investissement et pro-réformes institutionnelles, prévoyant en particulier la relance, la recapitalisation et la réorientation des banques de développement. De tels impératifs ne manquent pas de nous rappeler qu'à notre époque toute « nouvelle donne écologique » devra avoir une dimension planétaire.

Figure 0.3
Mise au point de technologies et atténuation des émissions de carbone pour la production d'électricité



Source : Agence internationale de l'énergie (2008a).

Abréviations : CCS : captage et piégeage du carbone; IGCC : gazéification du charbon intégrée à un cycle combiné; BIGCC : gazéification de la biomasse en cycle combiné; EGS : systèmes géothermiques améliorés.

Une nouvelle donne planétaire durable

La recherche de solutions de rechange pérennes, capables de contrer la menace d'une dangereuse évolution du climat doit, en même temps tenir compte d'une situation économique extrêmement changeante et d'une insécurité croissante liée à des crises connexes dans les approvisionnements en produits alimentaires, énergie, eau et ressources financières.

Pour être durable, une nouvelle donne doit tendre à établir un nouveau programme d'intérêt public visant à engager les pays sur une voie de développement différente, protégeant la base de ressources naturelles de manière équitable, sans compromettre la création d'emplois ni le rattrapage du retard de la croissance. Ce type d'objectif ne peut être atteint qu'au moyen d'initiatives de coopération entre gouvernements des pays riches et des pays pauvres.

Ces initiatives devraient s'appuyer sur des principes fondamentaux afin de maximiser leur contribution aux objectifs de développement. Elles pourraient être mises en œuvre en partie avec l'utilisation des ressources à l'aide de mesures d'incitation des pays développés, mais il faudra, à moyen terme, prévoir des réformes des systèmes financiers et commerciaux pour soutenir une économie mondiale plus stable et promouvoir la croissance par l'investissement dans une économie à faible émission. À long terme, cette croissance ne sera viable que si les pays en développement sont en mesure de mobiliser suffisamment de ressources internes.

Mise en œuvre de la nouvelle donne planétaire durable

Pour satisfaire aux exigences conjuguées du développement et du changement climatique, il faudra rien de moins qu'une transformation radicale de l'appui aux pays en développement sur les plans financier et technologique. Cette transformation supposerait d'aller au-delà des promesses en souffrance faites par les pays développés et d'établir une stratégie offensive sur la manière dont ils soutiendront les investissements que les pays en développement auraient entrepris afin de passer rapidement à un régime de faibles émissions combinant un taux de croissance élevé.

Ce qui doit également changer est le processus intergouvernemental sur le changement climatique dont l'évolution est largement axée sur la protection de l'environnement. De ce fait, les problèmes de développement ont été laissés aux soins d'autres instances et institutions. L'accent doit maintenant porter sur le développement, et les mécanismes institutionnels et de gouvernance doivent établir les relations et processus appropriés liés au développement durable à l'échelon international, ce qui comprendrait les dispositions suivantes :

- *Une approche fondée sur l'investissement.* Un régime de croissance à faibles émissions ne peut naître de politiques macroéconomiques prudentes, ni d'une rapide libéralisation du marché. On a plutôt besoin d'investissements massifs (des secteurs public et privé) dans de nouvelles infrastructures, de nouvelles capacités et de nouvelles institutions pour répondre aux problèmes que posent l'atténuation et l'adaptation.
- *Un programme de coopération.* Pour résoudre un problème planétaire, pays développés et en développement doivent se témoigner une confiance mutuelle. La médiocrité des résultats obtenus en matière d'atténuation par les pays à fortes émissions de carbone dans l'hémisphère Nord, allant de pair avec un faible appui opérationnel en matière de technologie et de financement, s'est soldée par une grave érosion de la confiance. Cette attitude doit changer car il n'est plus possible de résoudre les problèmes climatiques sans la participation du Sud.

- *Un engagement à éliminer progressivement un mode de croissance fondé sur de fortes émissions.* En 2005, les subventions « sales » étaient estimées à 250 milliards de dollars (soit 0,5 % du produit mondial brut). Réaffecter ces sommes aux sources d'énergie propres, mais non aux dépens de l'accès des pays en développement aux services énergétiques, accélérerait la transition vers une croissance à faibles émissions. En outre, les droits des pays tributaires de l'extraction de combustibles fossiles, reconnus dans la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), devraient être des facteurs déterminants dans le choix des politiques.

Nouveaux mécanismes de financement

La difficulté d'accès à un financement suffisant et prévisible, à un coût acceptable, a toujours été un obstacle à l'investissement et à la croissance dans les pays pauvres. Alors que les estimations concernant la réalisation des objectifs d'atténuation du changement climatique et d'adaptation couvrent un large éventail, les chiffres indiqués précédemment vont constituer pour les pays en développement un véritable obstacle au progrès de leurs efforts dans le domaine du climat. Actuellement, pour réaliser leurs objectifs, ils auraient besoin d'environ 21 milliards de dollars, provenant de sources bilatérales et multilatérales. Ce montant devra être multiplié, prochainement plutôt que tardivement. C'est un inquiétant défi.

Si l'investissement privé veut jouer son rôle, des indices prévisibles, à long terme, devront être établis compte tenu du prix du carbone, sur la base d'un train de mesures réunissant taxes, mécanismes d'échange de droits d'émissions, et dispositions réglementaires. Cependant, l'évolution limitée des marchés du carbone et l'actuelle crise financière vont décourager l'investissement privé à court et moyen terme en une période des plus critiques, car les nouveaux projets d'infrastructure vont produire des émissions durant des décennies. Il faut que la mobilisation de ressources nationales et internationales en vue de l'investissement se poursuive de manière plus vigoureuse et à une beaucoup plus vaste échelle.

Il est peu probable que le financement des importants investissements publics nécessaires pour atteindre les objectifs fixés, notamment en ce qui concerne l'atténuation, où il est essentiel que la concentration des fonds ait lieu au début, soit couvert par l'APD, même si les donateurs tiennent leurs engagements. La question du recours à de nouvelles sources de financement, telles que les « obligations vertes » émises par l'État et les « DTS » (droits de tirage spéciaux) du Fonds monétaire international, devra être examinée. Il faudra également envisager la possibilité du paiement de droits ou taxes sur le carburant en soute pour les transports aériens et maritimes, les voyages en avion ou les transactions financières. On devra néanmoins se pencher sur les obstacles administratifs et les préoccupations qu'ils suscitent s'agissant de leur caractère plutôt régressif.

D'une manière générale, il apparaît indispensable de mettre en place un mécanisme financier plus efficace afin de pouvoir administrer la masse des transferts nécessaires à l'atténuation et à l'adaptation dans les pays en développement. On note cependant de profonds désaccords quant à la nécessité d'instaurer de nouveaux arrangements institutionnels, notamment des fonds, ou de déterminer si une fois remaniés et renforcés, les arrangements et fonds existants suffiront. S'agissant de l'administration d'un tel mécanisme, la question est de savoir « qui décidera et quoi » sur le plan de la gestion et de l'allocation des ressources financières.

Le financement des coûts marginaux de l'adaptation sera dans la plupart des cas lié au financement d'activités annexes au développement, par exemple pour l'investissement dans l'infrastructure et les efforts de diversification dans les pays en développement. Le lien est très

étroit, ce qui explique pourquoi des institutions comme la Banque mondiale ont créé leurs propres fonds consacrés au climat. L'ordre de grandeur de ces financements est malheureusement inadéquat et devra être relevé de toute urgence.

Le montant du financement nécessaire pour forcer le passage au développement fondé sur des technologies à faible émission est maintes fois plus élevé que les ressources affectées par l'intermédiaire des arrangements actuels. Le financement des efforts d'atténuation devrait donc justifier des changements plus radicaux dans l'architecture internationale existante. On pourrait retenir certaines initiatives possibles, exposées ci-après :

- *Un fonds mondial pour l'énergie propre.* Vu l'urgence de cet objectif crucial, il importe d'envisager la création d'un fonds pour soutenir l'atténuation des effets du changement climatique dans les pays en développement. Ce fonds serait créé en dehors des institutions de financement internationales et avec une structure de gouvernance acceptable pour toutes les parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC). Au fil du temps, les fonds existants consacrés à l'atténuation pourraient faire partie de ce mécanisme élargi.
- *Une tarification préférentielle de l'électricité provenant de sources d'énergies renouvelables.* Un programme mondial de tarification préférentielle pourrait garantir les prix d'achat aux producteurs d'énergies renouvelables dans les pays en développement au cours des deux prochaines décennies. Ce mécanisme conduirait avec le temps à une diminution automatique des subventions à mesure que la production et les revenus s'accroîtraient. Les mécanismes de livraison devront être soigneusement mis au point de manière à assurer des chances égales à toutes les technologies en concurrence et aux opérateurs en réseau ou hors réseau, tout en satisfaisant les besoins des consommateurs économiquement faibles. Le programme devrait s'accompagner d'un appui aux industries de composants renouvelables afin de faire en sorte que les capacités de production nationale soient renforcées et que les pays soient en mesure de satisfaire une part accrue de la demande en énergies renouvelables et bénéficient ainsi de la création d'emplois supplémentaires.
- *Une rénovation du mécanisme pour un développement propre (MDP).* Le Secrétariat de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques estime que d'ici à 2020 l'amortissement pourrait libérer jusqu'à 40,8 milliards de dollars par an, bien que ce montant ne représente qu'une fraction des coûts marginaux dans les pays en développement. Les actuelles carences du mécanisme pour un développement propre sont largement reconnues pour ce qui a trait au transfert de ressources à grande échelle. On s'est activement attaché à réformer le mécanisme de manière à ce qu'il soit axé sur les programmes et/ou les politiques plutôt que sur les projets, en escomptant ainsi un meilleur impact, des cycles de financement plus courts et une réduction des coûts des opérations financières.
- *Mécanismes de financement du secteur forestier.* Le secteur forestier compte pour 17 % environ des émissions totales de gaz à effet de serre. Plusieurs initiatives de financement ont été lancées pour aider à réduire les émissions de GES provenant du déboisement et du dépérissement des forêts; il s'agit notamment du Fonds de partenariat pour la réduction des émissions de carbone forestier (Banque mondiale) et du Fonds de partenariat pour la réduction des émissions de carbone forestier des Nations Unies (UN-REDD) dans les pays en développement. Un aménagement forestier rationnel est la bonne solution aux problèmes d'atténuation dans le secteur forestier ainsi qu'en ce qui concerne d'autres problèmes qui se présentent dans

ce secteur; le financement ne doit pas se limiter à l'atténuation mais doit s'étendre aussi à l'adaptation.

Transfert de technologies

Les meilleures techniques utilisables pour une économie à faibles émissions existent déjà dans les économies avancées et la réalisation de nouveaux progrès est probable. Le transfert de technologies est donc devenu une question cruciale de politique gouvernementale. Par ailleurs, les pays en développement vont avoir besoin d'appui pour se doter de leur propre capacité technologique de manière à pouvoir passer aisément à une économie à faibles émissions tout en préservant leur compétitivité dans une économie mondiale ouverte. Les structures de base permettant de régler ces problèmes sont encore rudimentaires et doivent être renforcées de toute urgence par la mise en place des mécanismes ci-après :

- **Un programme consacré à l'initiative technologie et climat.** Un programme opérationnel, appuyé par un Secrétariat et divers groupes d'experts, doit être mis en œuvre, éventuellement sous les auspices de la Conférence des Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, pour examiner les divers aspects de la situation critique dans laquelle se trouvent les pays en développement en matière de technologie et, le cas échéant, apporter une assistance technique dans des domaines comme l'efficacité énergétique des immeubles; les chaînes industrielles d'approvisionnement écologiquement viables; la mise en place et l'entretien d'infrastructures pour l'énergie renouvelable; la gestion intégrée des déchets; l'eau et l'assainissement; et les services périphériques de promotion de l'agriculture durable.
- **Un Fonds mondial pour la recherche-développement et le déploiement.** Les tendances actuelles n'ont pas été favorables à la mise au point et aux opérations d'essai des technologies. Les dépenses publiques des pays membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) affectées à la recherche-développement et déploiement sont tombées à environ 8 milliards de dollars contre 12 milliards il y a vingt ans, et dans le secteur privé elles sont descendues à 4,5 milliards contre 8 milliards dix ans auparavant. Cela signifie que dans le monde aujourd'hui nous investissons à peine 2 dollars par personne et par an dans les activités de recherche-développement et déploiement. Il faut arriver à multiplier ce chiffre par deux ou trois afin de permettre la transition vers des technologies nouvelles et avancées dans les systèmes énergétiques. Vu l'interdépendance des menaces du changement climatique et de l'insécurité alimentaire, on devra se préoccuper spécialement des difficultés auxquelles est confrontée l'agriculture des pays en développement dans le contexte de la révolution verte.
- **Un régime équilibré de propriété intellectuelle appliqué au transfert de technologies.** Les Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques devront se mettre d'accord sur le rôle de la propriété intellectuelle vis-à-vis du transfert des technologies. On distingue plusieurs facteurs de flexibilité dans l'Accord sur les aspects des droits de propriété intellectuelle relatifs au commerce⁵, comme par exemple les brevets obligatoires, les exceptions touchant les droits de

⁵ Voir *Instruments juridiques reprenant les résultats des négociations commerciales multilatérales du Cycle d'Uruguay, signés à Marrakech (Maroc), le 15 avril 1994* (publication du secrétariat du GATT, numéro de vente : GATT/1994-7).

patente, la réglementation des licences volontaires et la stricte application des critères de brevetabilité. Ces mesures peuvent, jusqu'à un certain point, permettre l'accès aux technologies mais leur utilisation est limitée à diverses circonstances spécifiques et il est généralement plus difficile de les rendre opérationnelles dans les pays en développement. Certaines options offertes aux pays en développement, comme le droit d'exclure des secteurs critiques de certification, ainsi que le pool mondial pour le changement climatique, méritent une attention particulière car elles sont garantes de sûreté et de prévisibilité dans l'accès aux technologies. Elles facilitent en outre les activités de recherche-développement si nécessaires pour l'adaptation locale et la diffusion, ce qui permettra de nouvelles réductions du coût des technologies. Il faudra, d'autre part, examiner les modalités d'accès par les entreprises de pays en développement, à des technologies financées par des fonds publics.

Commerce

Les entretiens approfondis menés sur les relations réciproques entre commerce et changement climatique se sont trouvés paralysés par l'impasse dans laquelle se sont engagées les négociations du Cycle de Doha. Alors que les Gouvernements sont déterminés à prendre en considération le changement climatique, il conviendrait de reprendre le vieux débat sur le commerce et l'environnement s'agissant notamment de distinguer entre les mesures légitimes de protection de l'environnement et de la santé, ainsi que le prévoient les dispositions de l'Organisation mondiale du commerce, et les mesures de protectionnisme déguisé.

Le commerce est important car les technologies et connaissances spécialisées dans le domaine de l'environnement proviennent essentiellement des pays développés et sont transférées aux pays en développement principalement sous forme de technologies incorporées dans les biens et services importés, les investissements étrangers directs ou les brevets. Si les Gouvernements des pays de l'Annexe I devaient opter pour des mesures aux frontières (par exemple les ajustements d'imposition à la frontière) pour protéger leurs industries à forte intensité d'énergie en se fondant sur les émissions directes ou indirectes de carbone lors de la fabrication d'un produit, il deviendrait nécessaire de se pencher sur la question non résolue touchant la façon de traiter les procédés et les méthodes de production. Parce que les subventions servent et continueront de servir à appuyer la mise en valeur des énergies de substitution, on devra également étudier la manière de gérer ces subventions et déterminer lesquelles sont exemptes de sanctions au titre du règlement de l'Organisation mondiale du commerce.

Enfin et surtout, on doit résoudre ces questions en tenant compte du principe de responsabilités communes et différenciées comme indiqué dans la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques et son équivalent dans le cadre de l'Organisation mondiale du commerce, notamment le traitement spécial et différencié des pays en développement. Si ces questions ne sont pas correctement réglées, elles peuvent entraîner d'interminables litiges commerciaux.

Zha Zukang

Secrétaire général adjoint aux affaires économiques et sociales

Juin 2009

Table des matières

Préface	iii
Remerciements.....	v
Aperçu général.....	vii
Table des matières.....	xxvii
Notes explicatives et abréviations.....	xxxiii
I. Le changement climatique et le défi du développement.....	1
Introduction.....	1
Le développement à l'époque du réchauffement mondial.....	3
Le problème du développement.....	3
Le problème du climat.....	5
Le problème de l'interdépendance.....	9
Du temps des profiteurs à celui du partage des charges.....	9
La ligne d'action à adopter.....	14
Scientifiques, utopistes et économistes d'antan.....	14
Menaces interdépendantes.....	17
Une nouvelle donne?.....	18
Aucun pays ne doit rester sur le carreau.....	19
Problèmes d'atténuation communs mais différenciés.....	22
Définir les voies de développement peu génératrices de carbone et à forte croissance.....	24
Changement progressif ou forte poussée?.....	26
La technologie est-elle la clef du succès?.....	26
Un programme d'intérêt public élargi.....	27
Un développement peu générateur d'émissions et à forte croissance est-il réalisable?.....	28
Le scénario à faibles émissions et à forte croissance.....	28
Rendement énergétique et diversification énergétique.....	30
Financement ou accès aux marchés?.....	33
Évaluation des résultats des simulations.....	33
Conclusion : la gestion des crises.....	34
Annexes.....	37
II. Atténuation du changement climatique et problème de l'énergie : un changement d'orientation.....	41
Introduction.....	41
Scénarios de stabilisation et options d'atténuation.....	43
Énergie et développement économique.....	46
L'évolution du système énergétique.....	46

Énergie et croissance	50
Parvenir à une convergence de la croissance économique et de la consommation d'énergie	51
L'effort d'investissement dans le domaine de l'énergie.....	54
Une approche intégrée du problème de l'atténuation.....	57
La sécurité énergétique.....	57
Accès à l'énergie.....	60
Expansion des capacités	64
Tarifs de rachat	65
Recherche-développement.....	70
Conclusion	71
III. Le problème de l'adaptation	73
Introduction.....	73
Adaptation et vulnérabilité.....	74
Changement climatique et vulnérabilité	75
Adaptation et développement.....	82
Les limites des cadres politiques existants.....	85
Les incidences du changement climatique.....	86
Agriculture et foresterie.....	86
Milieu urbain	89
Santé et sécurité hydrique.....	91
Relever le défi de l'adaptation.....	93
Développement qui tient compte du climat	95
Comment appliquer l'approche intégrée.....	99
Foresterie et agriculture.....	99
Milieu urbain	102
Santé et sécurité hydrique.....	103
Coopération internationale dans le domaine de l'adaptation.....	107
Conclusion	110
Annexe	112
IV. Une situation évolutive : la politique de développement et le problème du climat	115
Le rôle des États développementistes à l'époque du réchauffement mondial ..	116
Une stratégie fondée sur l'investissement	116
De l'apprentissage technologique au bond technologique.....	119
Gestion de la destruction créatrice.....	122
Les problèmes de la diversification.....	123
Le renouveau de la politique industrielle.....	124
Quelques mesures à prendre pour préparer un avenir peu générateur d'émissions	136
Rendement énergétique.....	138

Modes d'exploitation du charbon moins polluants	139
Énergies renouvelables	140
Conclusion	143
V. Le transfert de technologies et le problème du climat	145
Introduction	145
Le transfert de technologies pour faire face au changement climatique : un enjeu mondial pour les pouvoirs publics	147
Droits de propriété intellectuelle	150
Incitations ou obstacles	150
Profiter des flexibilités découlant de l'Accord sur les aspects des droits de propriété intellectuelle qui touchent au commerce	153
Modification de l'Accord sur les ADPIC	156
Options supplémentaires concernant la prise en compte des questions liées aux droits de propriété intellectuelle et des incitations à l'innovation	158
Transfert de technologies par le biais de l'investissement	160
Accéder à des technologies non polluantes par le biais de l'investissement étranger direct	160
Le MDP et le transfert de technologies	162
Le commerce et le transfert de technologies liées au climat	163
La libéralisation des échanges de biens et de services environnementaux liés au climat	165
Carbone incorporé	167
Subventions aux énergies à faibles niveaux d'émissions	168
Politiques et mesures internationales de renforcement des capacités dans les pays en développement	169
Conclusion	176
VI. Financement de l'action de développement à entreprendre pour faire face au changement climatique	179
Introduction	179
Évaluation du financement nécessaire	182
Coûts d'atténuation	183
Coûts d'adaptation	184
Le problème du financement	186
Attirer les ressources du secteur privé	189
Mesures d'incitation axées sur le marché destinées à étoffer les investissements dans les pays en développement	190
Financement par le secteur public	201
Mobilisation des ressources intérieures	201
Financement international	205
Vers un régime d'investissement mondial pour s'attaquer au problème du climat	209
Éléments d'un programme mondial	210

Un accord pour le développement	211
Un financement supplémentaire et sensiblement étoffé	212
Des structures de gouvernance indépendantes et participatives	214
Comment se hisser à la hauteur de l'enjeu : les enseignements à tirer du Plan Marshall	216
Conclusion	217

Bibliographie	219
----------------------------	-----

Encadrés

I.1 Propositions de partage des charges	12
I.2 Les limites des modèles économiques classiques	15
I.3 La dette carbone	22
I.4 Emplois verts	24
II.1 Atténuation des émissions de GES dans le nord-est des États-Unis d'Amérique : la solution des 3 %	61
III.1 Les menaces multiples que le changement climatique fait peser sur les moyens de subsistance : l'exemple des Andes	77
III.2 Face à la tempête : l'extrême vulnérabilité au changement climatique	78
III.3 Réinstallation : mesures désespérées?	81
III.4 Programmes d'action nationaux aux fins de l'adaptation : stratégies et mécanismes d'adaptation dans les pays les moins avancés	96
III.5 Mettre le climat à l'ordre du jour : l'exemple de Durban	104
III.6 La gestion de l'eau et des cours d'eau dans le contexte du changement climatique	105
III.7 La coopération internationale et la stratégie nationale d'adaptation au Bangladesh	107
III.8 Fonds d'adaptation	109
IV.1 La Tennessee Valley Authority : une forte poussée positive	117
IV.2 Renforcement des capacités au service d'une foresterie durable	121
IV.3 Diversification du système de production en Afrique du Sud	125
IV.4 Attirer les investissements privés dans une voie de développement peu génératrice d'émissions et à forte croissance	127
IV.5 Une forte poussée énergétique en Inde : le rôle des énergies renouvelables ...	132
IV.6 L'industrie brésilienne de l'éthanol basée sur la canne à sucre	134
IV.7 Énergies renouvelables en Chine	142
V.1 Enseignements tirés de l'application du Protocole de Montréal	148
V.2 Investissement étranger direct (IED) et transfert de technologies dans le secteur éolien	152
V.3 Droits de propriété intellectuelle et technologies financées sur fonds publics ..	171
V.4 Le Fonds pour l'environnement mondial	174
VI.1 L'échange de droits d'émission de soufre et la raison de son succès	193

VI.2	Financement des forêts et réduction des émissions causées par le déboisement et la dégradation des forêts (REDD)	195
VI.3	Mise en place d'un programme de financement aux consommateurs de systèmes solaires photovoltaïques dans le sud de l'Inde	200
VI.4	Obligations vertes	203
VI.5	Mise en place de mécanismes d'intermédiation financière pour des projets d'amélioration de l'efficacité énergétique au Brésil, en Chine et en Inde	204
VI.6	Propositions concernant la mobilisation de ressources financières nouvelles, additionnelles et importantes	207

Figures

I.1	L'écart des revenus entre les pays du G7 et certaines régions, 1980-2007	4
I.2	Augmentation de la température mondiale moyenne depuis 1850	7
I.3	Émissions annuelles par habitant, certaines régions, 1950-2005	12
I.4	Coins de stabilisation d'émissions, 2000-2060	23
I.5	Croissance du revenu mondial et de la consommation d'énergie	32
II.1	Différents scénarios concernant les émissions de CO ₂ et l'augmentation de la température d'équilibre correspondant à divers niveaux de stabilisation, 1940-2100	45
II.2	Courbe des coûts de réduction des émissions mondiales de GES au-delà du scénario de statu quo, 2030	47
II.3	Principales catégories de possibilités de réduction d'émissions	48
II.4	Besoins mondiaux en énergie primaire depuis 1850	49
II.5	Consommation d'énergie par habitant et développement humain, certains pays	50
II.6	Évolution historique du système énergétique mondial et avenir qui pourrait être le sien, sous l'angle de la part relative de chacune des sources d'énergie les plus importantes, 1850-2100	55
II.7	Investissement dans les systèmes énergétiques, 2000-2030	56
II.8	Expansion des capacités de production d'électricité et remplacement des capacités d'ici à 2030, pays en développement et pays industrialisés	66
II.9	Part de l'électricité sans émissions de carbone dans la production d'électricité dans le cadre du scénario A2r (A) et du scénario B1 (B)	68
II.10	Part de l'électricité sans émissions de carbone dans le panier d'énergies primaires dans le cadre du scénario A2r (A) et du scénario B1 (B)	69
III.1	Élévation des températures et renforcement des vulnérabilités dans la région de l'Australasie	76
III.2	Écart de capacités d'adaptation à l'élévation du niveau de la mer dans le monde, 2000-2100	80
III.3	Différences d'impact selon les régions en fonction du degré d'augmentation de la température mondiale moyenne	88
IV.1	Mise au point de technologies et atténuation des émissions de CO ₂ pour la production d'électricité	137

V.1	Proportion de brevets détenus par certains pays dans les domaines des énergies renouvelables et de la réduction des émissions des véhicules à moteur, 2000-2004.....	151
V.2	Besoins les plus cités en termes de technologies des énergies renouvelables et de technologies d'amélioration de l'efficacité énergétique dans les sous-secteurs de la construction et de l'habitation, dans certaines régions.....	170
VI.1	Investissements stratégiques et mécanismes de financement pour les pays en développement.....	181
VI.2	Fourchette d'estimations des coûts supplémentaires annuels des stratégies d'atténuation, dans le cadre des scénarios de 550 ppm et de 450 ppm, ensemble du monde et pays en développement.....	184

Tableaux

I.1	Émissions de GES (dioxyde de carbone, méthane, perfluorocarbones, hydrochlorofluorocarbones et hexafluorure de soufre) par secteur, 2000.....	6
I.2	Scénarios d'émissions et leur impact.....	8
I.3	Émissions par habitant en 2005 et part d'émissions cumulées entre 1840 et 2005, certains pays développés, pays en développement et pays en transition.....	11
I.4	Probabilité de dépassement de l'augmentation de température (par rapport au niveau préindustriel) à différents niveaux de stabilisation des concentrations de GES.....	17
I.5	Dommmages causés en 2100 compte tenu d'un scénario de statu quo.....	20
I.6	Consommation de l'énergie et investissement total, cas de certains pays : moyennes sur 20 ans faites en 1990.....	31
I.7	Consommation de l'énergie et investissement total (produit du modèle : moyennes sur 20 ans faites en 2030).....	31
II.1	Accroissement de la population, de l'activité économique, de la consommation d'énergie, de la mobilité et des émissions de GES, 1800-2000.....	46
II.2	Consommation d'énergie par habitant, certains pays, 2005.....	52
III.1	Mesures potentielles d'adaptation au changement climatique pour différents secteurs.....	100
IV.1	Liste indicative de mesures industrielles à l'appui de la production et de l'investissement, l'accent étant mis en particulier sur les secteurs de l'énergie, des transports et des industries extractives.....	131
V.1	Mécanismes novateurs de promotion de la mise au point et du transfert de technologies.....	172
VI.1	Fourchette d'estimations concernant les coûts mondiaux des activités d'atténuation selon différentes études.....	185
VI.2	Investissements et flux financiers supplémentaires nécessaires aux fins de l'adaptation en 2030, par secteur.....	186
VI.3	Mécanismes bilatéraux et multilatéraux de financement des activités d'atténuation et d'adaptation dans les pays en développement.....	187
VI.4	Ventilation possible des flux d'APD liés au climat pour les pays visés à l'annexe II jusqu'en 2020.....	214

Notes explicatives et abrégations

Les signes suivants ont été employés systématiquement dans les tableaux :

- .. Les deux points indiquent que les données ne sont pas disponibles ou qu'elles n'ont pas été fournies séparément.
 - Le tiret long indique que le montant est nul ou négligeable.
 - Le trait d'union (-) indique que la rubrique est sans objet dans le cas considéré.
 - Le signe (-) placé devant un chiffre indique une diminution, sauf précision contraire.
 - ,
 - / La virgule (,) précède les décimales.
 - / La barre oblique (/), placée entre deux années, indique une année statistique (par exemple 1990/91).
 - Le trait d'union (-), placé entre deux années (par exemple 1990-1991), indique qu'il s'agit de la période tout entière, y inclus les années du début et de la fin de la période.
- Sauf indication contraire, le terme « dollars » désigne des dollars des États-Unis.
- Les taux de croissance annuels s'entendent des taux annuels cumulés, sauf indication contraire.

Les chiffres ayant été arrondis, les totaux ou pourcentages indiqués dans les tableaux ne correspondent pas nécessairement à la somme de leurs éléments.

Les abrégations suivantes ont été utilisées :

ACP	États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique
ADPIC	Accord sur les aspects des droits de propriété intellectuelle qui touchent au commerce
AIE	Agence internationale de l'énergie
AIEA	Agence internationale de l'énergie atomique
ALENA	Accord de libre-échange nord-américain
AMCC	Alliance mondiale contre le changement climatique
APD	aide publique au développement
APEC	coopération économique Asie-Pacifique
BAU	maintien du statu quo
BIGCC	gazéification de la biomasse en cycle combiné
CAIT	Climate Analysis Indicators Tool
CCS	Captage et piégeage du carbone
CDIAC	Carbon Dioxide Information Analysis Center
CFI	Initiative pour le climat et les forêts

CIF	Fonds d'investissement en faveur du climat
CEI	Communauté d'États indépendants
CNUCED	Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement
CO ₂	dioxyde de carbone
CO ₂ e	équivalent CO ₂
CSI	Confédération syndicale internationale
DAES	Département des affaires économiques et sociales du Secrétariat de l'ONU
DSRP	document de stratégie pour la réduction de la pauvreté
DTS	droits de tirage spéciaux
EGS	systèmes géothermiques améliorés
EPA	Agence de protection de l'environnement des États-Unis
ETF-IW	Environmental Transformation Fund-International Window
EU ETS	Mécanisme d'échange de droits d'émission de l'Union européenne
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
FEM	Fonds pour l'environnement mondial
FFV	véhicule polycarburants
FIT	tarif de rachat
FMI	Fonds monétaire international
GATT	Accord général sur les tarifs douaniers et le commerce
GES	gaz à effet de serre
GFDRR	Dispositif mondial de réduction des effets des catastrophes et de relèvement
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GPL	gaz de pétrole liquéfié
GPM	modèle mondial de politique
GPS	système mondial de localisation
Gt	gigatonne
GtCO ₂	gigatonne de dioxyde de carbone
GtCO ₂ e	gigatonne d'équivalent CO ₂
GW	gigawatt
GWh	gigawattheure
HCR	Haut Commissariat des Nations Unies pour les réfugiés
HVAC	chauffage, ventilation et climatisation
ICI	Initiative internationale pour le climat
IED	investissements étrangers directs
IFCI	Initiative internationale forêts et carbone
IGCC	gazéification du charbon intégrée à un cycle combiné
IISD	Institut international pour le développement durable
kg	kilogramme
km ²	kilomètre carré
kW	kilowatt
kWh	kilowattheure
MDP	Mécanisme pour un développement propre

MIT	Massachusetts Institute of Technology
mm	millimètre
MOC	circulation méridienne
MW	mégawatt
NAPA	programme d'action national aux fins de l'adaptation
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
OIE	Organisation internationale des employeurs
OIT	Organisation internationale du Travail
OMC	Organisation mondiale du commerce
OMD	objectifs du Millénaire pour le développement
OMM	Organisation météorologique mondiale
OMPI	Organisation mondiale de la propriété intellectuelle
OMS	Organisation mondiale de la santé
ONU-Habitat	Programme des Nations Unies pour les établissements humains
OPEP	Organisation des pays exportateurs de pétrole
OTA	Office of Technology Assessment (Congrès des États-Unis)
PIB	produit intérieur brut
PMA	pays les moins avancés
PMB	produit mondial brut
PNB	produit national brut
PNUD	Programme des Nations Unies pour le développement
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
ppm	partie par million
ppmv	partie par million en volume
PPA	parité de pouvoir d'achat
R-D	recherche-développement
R-D et D	recherche-développement et déploiement
REDD	réduction des émissions causées par le déboisement et la dégradation des forêts
RGGI	Initiative régionale de réduction des émissions de GES (États-Unis)
SCCF	Fonds spécial pour les changements climatiques (Fonds pour l'environnement mondial)
SECCI	Fonds « Sustainable Energy and Climate Change Initiative » (Banque interaméricaine de développement)
SFI	Société financière internationale
SH	Système harmonisé de désignation et de codification des marchandises (Organisation mondiale des douanes)
SIG	système d'information géographique
SPA	Priorité stratégique relative à l'adaptation (Fonds pour l'environnement mondial)
SRES	<i>Special Report on Emissions Scenarios</i> (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat)
tCO ₂ e	tonne d'équivalent CO ₂
TER	technologies écologiquement rationnelles
TVA	Tennessee Valley Authority

TWe	térawatt électrique
UE	Union européenne
UN-REDD	Fonds de partenariat pour la réduction des émissions de carbone forestier des Nations Unies
URSS	Union des républiques socialistes soviétiques

Les appellations employées dans la présente publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

Le terme « pays » utilisé dans la présente *Étude* s'applique aussi, le cas échéant, à des territoires ou à des zones.

Aux fins d'analyse, et sauf indication contraire, les groupes et sous-groupes de pays ci-après ont été mentionnés :

Pays développés (pays développés à économie de marché) :

Australie, Canada, États-Unis d'Amérique, Islande, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Suisse, Union européenne.

Sous-Groupes des économies développées :

Principaux pays développés (Groupe des Sept) :

- Allemagne, Canada, États-Unis d'Amérique, France, Italie, Japon, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord.

Union européenne (UE) :

- Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République tchèque, Roumanie, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, Slovaquie, Slovénie, Suède.
 - *UE-15* : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Italie, Luxembourg, Pays-Bas, Portugal, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, Suède.
 - *Nouveaux États membres de l'UE* : Bulgarie, Chypre, Estonie, Hongrie, Lettonie, Lituanie, Malte, Pologne, République tchèque, Roumanie, Slovaquie, Slovénie.

Pays en transition :

- *Europe du Sud-Est* : Albanie, Bosnie-Herzégovine, Croatie, ex-République yougoslave de Macédoine, Monténégro, Serbie.
- *Communauté d'États indépendants (CEI)* : Arménie, Azerbaïdjan, Bélarus, Fédération de Russie, Géorgie, Kazakhstan, Kirghizistan, Ouzbékistan, République de Moldova, Tadjikistan, Turkménistan, Ukraine.

Pays en développement :

Afrique, Asie et Pacifique (à l'exclusion de l'Australie, du Japon, de la Nouvelle-Zélande et des États d'Asie membres de la CEI), Amérique latine et Caraïbes.

Sous-groupes de pays d'Afrique :

- *Afrique du Nord* : Algérie, Égypte, Jamahiriya arabe libyenne, Maroc, Tunisie.
- *Afrique subsaharienne, à l'exclusion de l'Afrique du Sud et du Nigéria* (ou communément appelée « *Afrique subsaharienne* ») : Tous les autres pays d'Afrique à l'exclusion de l'Afrique du Sud et du Nigéria.
- *Afrique australe* : Afrique du Sud, Angola, Botswana, Lesotho, Malawi, Maurice, Mozambique, Namibie, Swaziland, Zambie, Zimbabwe.
- *Afrique de l'Est* : Burundi, Comores, Djibouti, Érythrée, Éthiopie, Kenya, Madagascar, Ouganda, République démocratique du Congo, République-Unie de Tanzanie, Rwanda, Seychelles, Somalie, Soudan.
- *Afrique de l'Ouest* : Burkina Faso, Bénin, Cap-Vert, Côte d'Ivoire, Gambie, Ghana, Guinée, Guinée-Bissau, Libéria, Mali, Mauritanie, Niger, Nigéria, Sénégal, Sierra Leone, Togo.
- *Afrique centrale* : Cameroun, Congo, Guinée équatoriale, Gabon, République centrafricaine, Sao Tomé-et-Principe, Tchad.

Sous-groupes de pays d'Asie et du Pacifique :

- *Asie occidentale* : Arabie saoudite, Bahreïn, Émirats arabes unis, Iraq, Israël, Jordanie, Koweït, Liban, Oman, Qatar, République arabe syrienne, Territoire palestinien occupé, Turquie, Yémen.
- *Asie de l'Est et du Sud* : Tous les autres pays en développement d'Asie et du Pacifique (y compris la Chine, sauf indication contraire). Ce groupe comprend deux sous-groupes :
 - *Asie du Sud* : Bangladesh, Bhoutan, Inde, Iran (République islamique d'), Maldives, Népal, Pakistan, Sri Lanka.
 - *Asie de l'Est* : Tous les autres pays en développement d'Asie et du Pacifique.

Sous-groupes de pays d'Amérique latine et des Caraïbes :

- *Amérique du Sud* : Argentine, Bolivie (État plurinational de), Brésil, Chili, Colombie, Équateur, Paraguay, Pérou, Uruguay, Venezuela (République bolivarienne du).
- *Mexique et Amérique centrale* : Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Mexique, Nicaragua, Panama.
- *Caraïbes* : Barbade, Cuba, Guyana, Haïti, Jamaïque, République dominicaine, Trinité-et-Tobago.

Pays les moins avancés :

Afghanistan, Angola, Bangladesh, Bénin, Bhoutan, Burkina Faso, Burundi, Cambodge, Comores, Djibouti, Érythrée, Éthiopie, Gambie, Guinée, Guinée-Bissau, Guinée équatoriale, Haïti, Îles Salomon, Kiribati, Lesotho, Libéria, Madagascar, Malawi, Maldives, Mali,

Mauritanie, Mozambique, Myanmar, Népal, Niger, Ouganda, République centrafricaine, République démocratique du Congo, République démocratique populaire lao, République-Unie de Tanzanie, Rwanda, Samoa, Sao Tomé-et-Principe, Sénégal, Sierra Leone, Somalie, Soudan, Tchad, Timor-Leste, Togo, Tuvalu, Vanuatu, Yémen, Zambie.

Petits États insulaires en développement :

Anguilla, Antigua-et-Barbuda, Antilles néerlandaises, Aruba, Bahamas, Barbade, Belize, Cap-Vert, Commonwealth des îles Mariannes du Nord, Comores, Cuba, Dominique, Fidji, Grenade, Guam, Guinée-Bissau, Guyana, Haïti, Îles Cook, Îles Marshall, Îles Salomon, Îles Vierges américaines, Îles Vierges britanniques, Jamaïque, Kiribati, Maldives, Maurice, Micronésie (États fédérés de), Montserrat, Nauru, Nioué, Nouvelle-Calédonie, Palaos, Papouasie-Nouvelle-Guinée, Polynésie française, Porto Rico, République dominicaine, Saint-Kitts-et-Nevis, Sainte-Lucie, Saint-Vincent-et-les Grenadines, Samoa, Samoa américaines, Sao Tomé-et-Principe, Seychelles, Singapour, Suriname, Timor-Leste, Tonga, Trinité-et-Tobago, Tuvalu, Vanuatu.

Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques :

- *Parties visées à l'annexe I :* Allemagne, Australie, Autriche, Bélarus, Belgique, Bulgarie, Canada, Communauté européenne, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, États-Unis d'Amérique, Fédération de Russie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Japon, Lettonie, Liechtenstein, Lituanie, Luxembourg, Monaco, Norvège, Nouvelle-Zélande, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République tchèque, Roumanie, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse, Turquie, Ukraine.
- *Parties visées à l'annexe II :* Les parties visées à l'annexe II sont les parties visées à l'annexe I qui sont membres de l'OCDE, mais qui ne sont pas des pays en transition.

Chapitre I

Le changement climatique et le défi du développement

Introduction

Il n'est ni meilleure ni pire époque que celle que nous vivons. Jamais au cours de sa longue histoire, notre monde n'a été plus prospère, plus créatif ou plus connecté qu'aujourd'hui. Et pourtant, l'insécurité économique s'est généralisée (elle était en passe de le faire même avant la crise financière), les divisions sociales sont plus accentuées que jamais et la santé de la planète n'a jamais été aussi fragile. Ce sont là des défis intimement liés qui ne pourront être relevés que moyennant une coopération et des mesures collectives à prendre aux niveaux tant national qu'international.

Ces dernières années, les actions collectives ont été desservies par l'autosatisfaction des technocrates, portés à faire primer les moyens privés sur les fins publiques. Il suffisait, selon eux, de doser déréglementation aux niveaux national et international et techniques de direction d'entreprise pour apporter les solutions les plus rapides et les plus efficaces à tout un éventail de problèmes contemporains, qu'il s'agisse de la prestation de soins de santé, de la rénovation urbaine, de la réduction de la pauvreté ou du changement climatique. Cette mentalité a sacrifié à la mode des cibles, des partenariats, des synergies, etc., laquelle, en vidant le débat d'orientation d'une bonne partie de sa substance, tend inévitablement à passer sous silence ou à escamoter les conflits et les arbitrages dont aucun problème majeur ne peut faire l'économie.

Le changement climatique est appelé à être l'un des plus difficiles de ces problèmes au cours des décennies à venir. À un niveau très profond, il s'agit véritablement d'une menace existentielle. Selon des estimations récentes, le changement climatique tue chaque année 300 000 personnes et menace gravement la vie de 300 millions d'autres personnes. Nous n'avons jamais été aussi bien renseignés quant à la raison de ce phénomène. Le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC), créé en 1988 par le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et l'Organisation météorologique mondiale (OMM), est une source inestimable d'informations et d'analyses en ce qui concerne les raisons pour lesquelles le climat évolue, ainsi que les modalités et les conséquences de ce changement. S'appuyant sur une masse de données et de travaux de modélisation émanant de l'ensemble de la communauté scientifique, le GIEC dresse un constat peu réjouissant en montrant comment les émissions de gaz à effet de serre (GES) d'origine anthropique mettent à mal notre environnement au point que celui-ci montre déjà de graves signes de fatigue qui le rapprochent de la limite de rupture. La course engagée pour maintenir la température mondiale dans des limites acceptables est devenue une course contre la montre. En 2050, il

Le changement climatique
tuerait chaque année
300 000 personnes
et menacerait gravement
la vie de 300 millions
d'autres personnes

faudra avoir réduit les émissions mondiales de carbone de 50 à 80 %, ce qui revient à ramener le niveau de dioxyde de carbone (CO₂) d'environ 40 gigatonnes (Gt) par an (actuellement) à un niveau compris entre 8 et 20 Gt.

Or, jusqu'à présent, le développement de la connaissance scientifique du phénomène et la prise de conscience du public ne se sont pas traduits par l'adoption de mesures d'intervention ciblées. C'est particulièrement le cas dans les pays actuellement les plus industrialisés: ce sont les deux siècles de leur croissance alimentée par le carbone qui sont à l'origine de la tendance au réchauffement climatique, mais ils n'ont pas su mobiliser les ressources et la volonté politique ambitieuses nécessaires pour s'engager dans une voie de développement différente. D'un autre côté, la communauté internationale a réaffirmé — l'occasion la plus récente lui en ayant été donnée par la treizième session de la Conférence des Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques¹, tenue en décembre 2007 à Bali (Indonésie) — que la croissance et le développement demeuraient des objectifs prioritaires pour l'immense majorité des habitants de notre planète. Les pays avancés n'ayant pas su joindre le geste à la parole en ce qui concerne le problème du climat, il est devenu plus difficile de convaincre les pays en développement de se tourner à présent vers des sources d'énergie de remplacement (et chères) pour atteindre leurs propres objectifs (substantiels) de développement.

Les pays avancés n'ayant pas su joindre le geste à la parole en ce qui concerne le problème du climat, il est devenu plus difficile de convaincre les pays en développement de se tourner à présent vers des sources d'énergie de remplacement (et chères)

En 2009, un nouveau cycle de négociations sur le climat devrait faire vraiment avancer les choses. Certaines questions essentielles ne manqueront sans doute pas d'y être abordées, telles que l'ampleur des réductions d'émissions à réaliser, les pays où elles doivent l'être et les échéanciers de réduction de ces émissions, les coûts de réalisation des objectifs et le financement de ces coûts, ainsi que celle de savoir comment formuler une stratégie mondiale appropriée et renforcée de riposte aux fins de l'adaptation qui tienne compte de la gravité des effets du changement climatique.

La présente *Étude* ne se propose pas d'apporter des réponses bien précises à ces questions. En effet, ces réponses ne peuvent être fournies que dans le cadre de négociations ouvertes, complètes et franches menées entre toutes les parties contractantes. Mais même en supposant que ces dernières parviennent à s'entendre, la concrétisation de leur accord dans un programme efficace de transformations concrètes prendra la forme d'un processus permanent d'ajustements, de consultation et de mesures destinées à faire face aux problèmes de politique générale tenaces. On a donc pris ici le parti de rassembler les éléments constitutifs d'une solution à long terme — atténuation, adaptation, technologies et financement — afin d'analyser ce qui est demandé aux pays en développement en matière d'ajustements, d'arbitrages et de défis à relever, et ce que la communauté internationale doit faire pour s'assurer que ces pays sont bien en mesure de contribuer à la résolution du problème du climat sans hypothéquer leurs objectifs de développement.

En substance, l'*Étude* se projette en 2050, date à laquelle notre planète aura 3 milliards d'habitants en plus, dont l'immense majorité seront des citadins et vivront dans le monde en développement, et remonte ensuite dans le temps. Si les tendances actuelles se confirment, la plupart d'entre eux non seulement vivront toujours dans la pauvreté et l'insécurité, mais seront beaucoup plus exposés aux menaces liées au climat, plus précisément à l'élévation des températures.

¹ Nations Unies, *Collection des traités*, vol. 1771, n° 30822.

La diminution du niveau des rejets dans l'atmosphère sera nécessairement un élément de la solution. Elle est réalisable dans la mesure où le savoir-faire technologique pouvant aider à mettre en place des voies de développement peu génératrices de carbone existe ou sera bientôt disponible. Cela étant, cette transition n'est ni inévitable ni sans importance. Dans les pays avancés, toute réduction substantielle des émissions doit s'accompagner d'un retour au plein emploi et d'une quête de la sécurité énergétique. Dans les pays en développement, le choix de la réduction des émissions de carbone doit être compatible avec la croissance de rattrapage, l'industrialisation et le développement urbain.

Étant donné qu'elle porte dans une large mesure sur l'interdépendance des problèmes du climat et du développement auxquels font face les décideurs du monde en développement, la présente publication accorde une attention particulière au problème de l'atténuation liée à l'utilisation de l'énergie (chap. II). Mais dans la mesure où le renforcement de la résilience face aux menaces liées au climat est, pour beaucoup de pays pauvres, tout aussi, voir plus, importante (chap. III), l'*Étude* entend éviter de promouvoir l'idée aberrante selon laquelle les pays doivent choisir entre atténuation et adaptation. À cette fin, elle présente les perspectives communes et les synergies à retirer des approches axées sur l'investissement adoptées pour régler ces deux problèmes, de la formulation de stratégies véritablement intégrées et de la réactivation du rôle de l'État développementiste (chap. IV).

Les ajustements auxquels il est demandé aux pays en développement de procéder sont sans précédent et entraîneront des coûts d'investissement élevés, en particulier au cours des premières phases de la transition. Ces coûts constituent le principal obstacle à la mise en œuvre de voies de développement peu génératrices de carbone et à forte croissance. Mais, bien gérés, les investissements en question pourraient constituer pour les pays en développement un bon point de départ pour mobiliser leurs propres ressources afin de relever le défi du climat. Il n'en reste pas moins que, si elle doit voir le jour, une telle transition nécessitera, pour garantir des transferts de technologies suffisants (chap. V) et un accès suffisant aux ressources financières (chap. VI), un niveau de soutien et de solidarité internationaux rarement obtenu en temps de paix.

Pour les pays en développement engagés dans la voie d'une croissance de rattrapage et de l'industrialisation, il s'agit de trouver un modèle énergétique qui en finisse avec les gaspillages du passé

Un niveau de soutien et de solidarité internationaux rarement obtenu en temps de paix est nécessaire

Le développement à l'époque du réchauffement mondial

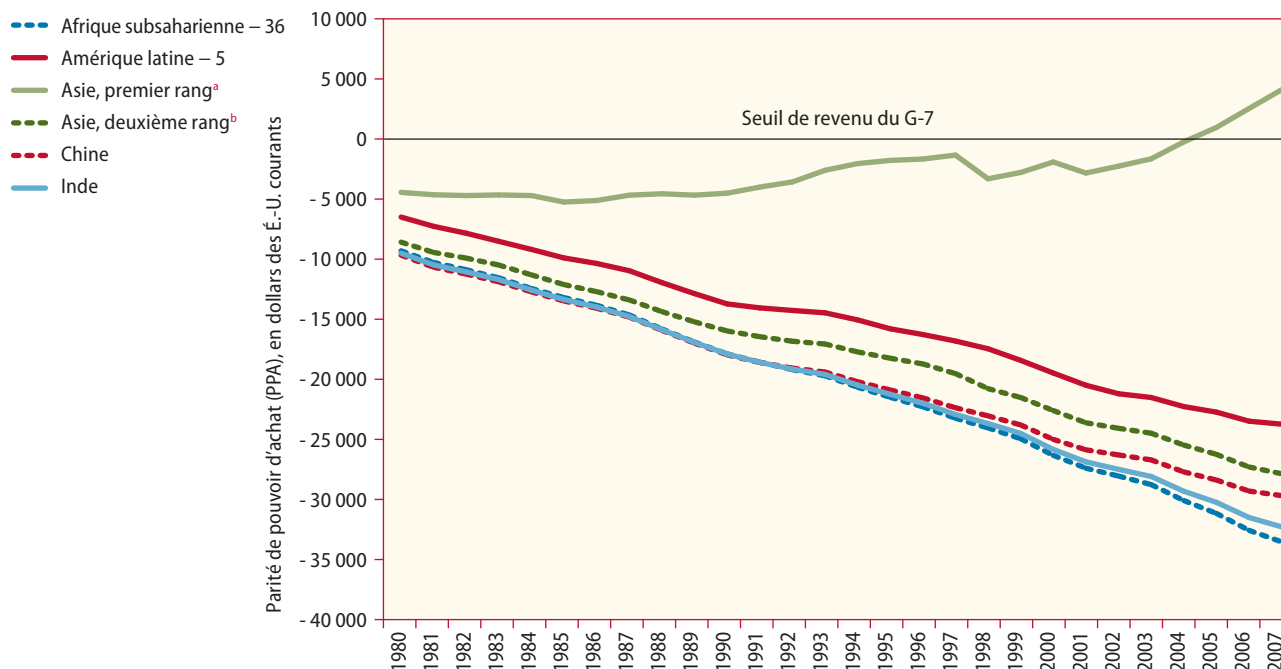
Le problème du développement

La révolution industrielle de la fin du XVIII^e siècle a inauguré deux processus lourds de conséquences. Dans le cadre du premier, un groupe restreint de pays ont pu s'engager sur une voie de croissance économique moderne, ce qui leur a permis de s'affranchir des contraintes imposées au développement par le rythme immuable du milieu naturel et la localisation de l'activité économique. On a vu apparaître de nouveaux moyens de création de richesse rendus possibles par la spécialisation des marchés, l'innovation et les économies d'échelle, et liés à l'industrialisation, à l'urbanisation et à l'interconnexion des communautés. À la faveur de cette transformation, l'écart des revenus entre le groupe des premiers pays à s'être engagés sur cette voie et le reste du monde s'est rapidement creusé, d'autant plus que l'exploitation des ressources et des marchés par les colonisateurs a éliminé les possibilités économiques dans de nombreux pays et communautés à travers le monde, ce pendant au moins un siècle.

Le second processus a transformé le lien qui existait entre la société humaine et le milieu naturel : au lieu de se contenter de s'adapter au milieu, les hommes, désormais, do-

minaient ce milieu. Il s'en est suivi une augmentation continue de la pression humaine sur le milieu naturel au service du développement de la production. En particulier, les sources d'énergie traditionnelles (biomasse, eau et vent) utilisées pour compléter le travail manuel et la traction animale ont été remplacées, d'abord par le charbon, puis (à partir du début des années 1900), par le pétrole, afin de faire tourner des machines et de propulser des moyens de transport de plus en plus perfectionnés. L'accès à ces combustibles fossiles moins onéreux a été déterminant pour toutes les voies de développement modernes. Toutefois, le coût de l'exploitation des combustibles à base de carbone et des autres biens d'environnement n'a souvent pas été intégralement comptabilisé.

Figure I.1
L'écart des revenus entre les pays du G7 et certaines régions, 1980-2007



Source : Calculs du DSP de la Division de l'analyse des politiques de développement du Département des affaires économiques et sociales du Secrétariat de l'ONU, établis à partir de la base de données en ligne sur les indicateurs du développement dans le monde (WDI) de la Banque mondiale.

a Hong Kong, Région administrative spéciale de Chine; République de Corée; Singapour; Province chinoise de Taiwan.

b Indonésie, Malaisie, Philippines, Thaïlande.

Depuis 50 ans, les pays en développement s'évertuent à combler les écarts économiques apparus au cours des deux siècles précédents. Leur tâche n'a pas été facile et le succès n'a pas été automatique. Les contraintes et les chocs extérieurs n'ont cessé de perturber l'action des pays en ce sens et de peser sur leurs perspectives de croissance. Certains pays en développement, en particulier ceux de l'Asie de l'Est, sont parvenus à combler cet écart (comme l'atteste le fait qu'ils se sont rapprochés du niveau de revenu par habitant des pays du G7 ou l'ont même dépassé, pour certains d'entre eux), mais leur cas a été atypique (voir figure I.1). En fait, comme l'a établi l'*Étude sur la situation économique et sociale dans le monde, 2006*

(Nations Unies, 2006), à partir de la crise de la dette de la fin des années 70, les contraintes se sont durcies et les chocs se sont intensifiés, ce qui a conduit à une fragmentation et à une divergence du mode de croissance dans le monde. Le pays qui a obtenu les résultats les plus remarquables dans cet environnement particulièrement difficile est la Chine, dont la croissance ininterrompue au cours des trente dernières années rend compte d'un grand nombre de tendances positives de performance sociale et économique pour le monde en développement pendant cette période. Entre 2002 et le milieu de 2008, presque tous les pays, y compris les moins avancés, ont affiché une croissance sans précédent qui s'est expliquée en partie par l'expansion des interactions économiques entre les pays en développement eux-mêmes. Toutefois, ce phénomène a été stoppé net par l'éclatement de la plus grave crise économique que le monde ait connue depuis les années 30. La forte dépendance à l'égard du financement par l'endettement qui a alimenté une bonne partie de cette croissance s'est révélée incapable de remplacer une stratégie de développement rigoureuse (voir Nations Unies, 2009).

Les responsables gouvernementaux d'un grand nombre de pays en développement s'inquiètent de voir le changement climatique être utilisé par les pays qui se trouvent en haut de l'échelle du développement — et qui ont utilisé sans compter le budget mondial du carbone pour s'y hisser — pour, une fois de plus, les empêcher de gravir les degrés de cette échelle. La manière dont les pays en développement pourraient rattraper leur retard de croissance et réaliser la convergence économique dans un monde placé sous « la contrainte carbone » et ce que les pays développés devraient faire pour apaiser leurs préoccupations sont à présent deux des principales questions que les décideurs se posent aux niveaux national et international.

Le problème du climat

Les données scientifiques à l'appui de l'affirmation selon laquelle le climat se dérègle du fait de l'activité humaine sont catégoriques. Le problème du climat est créé par une perturbation de l'effet du réchauffement naturel de la planète : en entraînant un accroissement du flux de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère, l'activité humaine a débouché sur une augmentation de la concentration de ces gaz, qui est passée d'un niveau préindustriel de 250 parties par million (ppm) d'équivalent dioxyde de carbone (CO₂e) à 430 ppm et bouleverse les processus climatiques naturels de la planète. Ces gaz se caractérisent par la longueur de leur cycle de gestation dans l'atmosphère; en d'autres termes, une fois rejetés dans l'atmosphère, ils y restent pendant des décennies.

Le carbone est le principal composant des GES qui sont les principaux responsables du réchauffement climatique. Les émissions ont atteint des niveaux qui préoccupent la communauté scientifique et qui sont principalement dus à la consommation d'énergie des pays riches. À l'heure actuelle, les sources d'énergie fossiles assurent environ 80 % des besoins énergétiques totaux. Toutefois, elles ne sont pas la seule source du problème (tableau I.1). Les écosystèmes forestiers de la planète contenaient 638 milliards de tonnes de carbone en 2005, dont la moitié (321 Gt) sous la forme de biomasse forestière et de bois mort. Le taux d'épuisement mondial moyen annuel du carbone forestier est estimé à 1,6 Gt, soit environ 0,25 % du carbone forestier total. Dans certains pays en développement, le déboisement et la dégradation des forêts sont les principales sources de rejet de carbone. En 2004, le secteur forestier a rejeté quelque 8,5 gigatonnes d'équivalent de CO₂ (GtCO₂²), pour l'essentiel à la

Les émissions ont atteint des niveaux qui préoccupent la communauté scientifique et qui sont principalement dus à la consommation d'énergie des pays riches

² 1 gigatonne = 1 milliard de tonnes.

suite du déboisement, qui représente 17,4 % de l'ensemble des émissions de CO₂ générées par l'homme.

Tableau I.1
Émissions de GES (dioxyde de carbone, méthane, perfluorocarbones, hydrochlorofluorocarbones et hexafluorure de soufre) par secteur, 2000^a

Secteur	Mégatonnes de CO ₂	Part (en %)
Énergie	24 731,2	59,4
Électricité et chaleur	10 296,0	24,7
Production industrielle et bâtiment et génie civil	4 426,5	10,6
Transports	4 848,1	11,6
Autres formes de combustion	3 563,3	8,6
Émissions fugaces	1 597,4	3,8
Processus industriels	1 369,4	3,3
Agriculture	5 729,3	13,8
Changement d'affectation des terres et foresterie	7 618,6	18,3
Déchets	1 360,5	3,3
Combustibles de soute utilisés dans les transports internationaux	829,4	2,0
Total	41 638,4	100,0

Source : Climate Analysis Indicators Tool (CAIT), version 6.0 (Washington, D. C., World Resources Institute, 2009).

Note : Les données sur le dioxyde d'azote n'étaient pas disponibles.

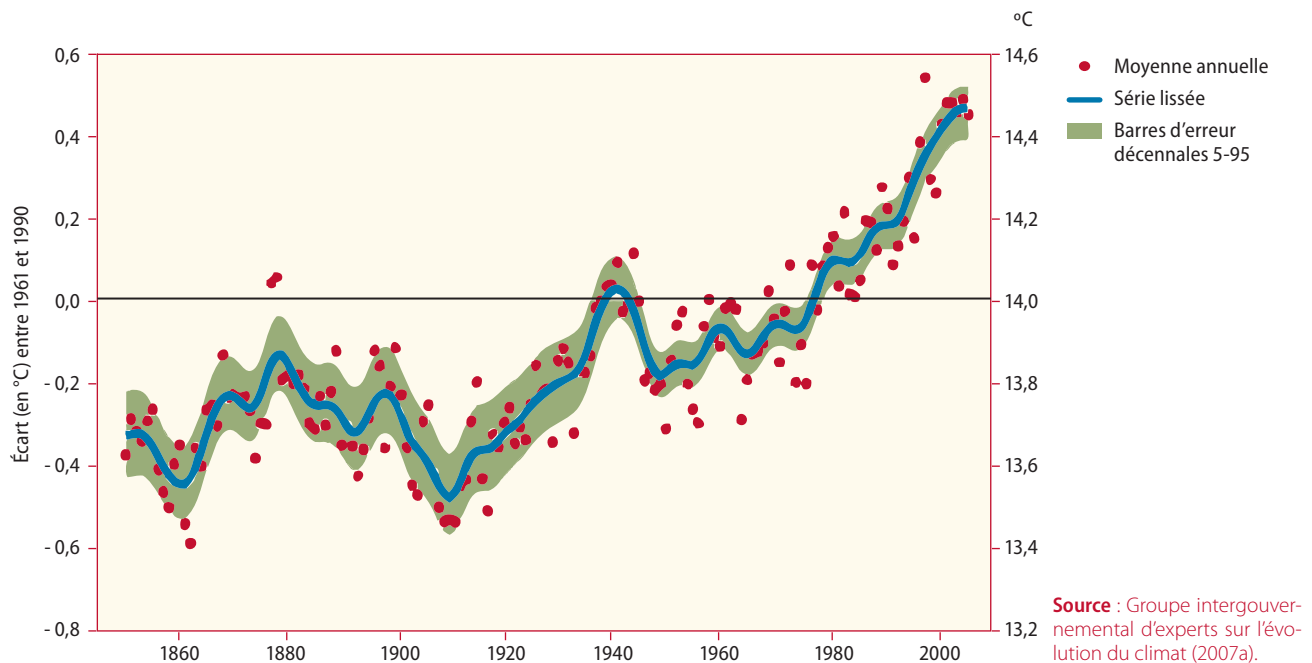
a Y compris le changement d'affectation des terres et les combustibles de soute utilisés dans les transports internationaux.

Le changement climatique a un impact considérable sur les forêts, principalement sous l'effet des variations de températures et de précipitations

On commence à comprendre les conséquences de l'accroissement des niveaux d'émissions. La température mondiale moyenne à la surface a augmenté de près de 1 °C entre 1850 et 2000, cette augmentation s'étant nettement accélérée depuis quelques décennies (voir figure I.2). Le niveau moyen des océans a augmenté à un taux moyen de 1,8 millimètre (mm) par an entre 1961 et 2003. Sur une période plus récente (1993-2003), ce taux d'accroissement est passé à 3,1 mm par an. On a observé d'importants changements au niveau du régime des précipitations, celles-ci augmentant sensiblement dans les parties orientales de l'Amérique du Nord et du Sud, en Europe du Nord, en Asie du Nord et en Asie centrale, et diminuant au Sahel, dans la région méditerranéenne, en Afrique australe et dans certaines parties de l'Asie du Sud. Les aires touchées par la sécheresse ont augmenté. Les événements météorologiques extrêmes ont augmenté en nombre, en étendue et en intensité. Le changement climatique a un impact considérable sur les forêts : on a relevé des changements dans leur physiologie, leur structure, la composition de leurs essences et leur santé, principalement sous l'effet des variations de températures et de précipitations. Beaucoup de forêts tropicales d'Amérique du Sud ont enregistré des pertes de diversité biologique. L'élévation des températures et la sécheresse rendent plus fréquents les invasions de nuisibles, les feux de forêt et l'altération des peuplements végétaux et animaux, ce qui nuit gravement à la santé et à la productivité des forêts.

Les dernières conclusions du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) indiquent ce qui suit :

Figure I.2
Augmentation de la température mondiale moyenne depuis 1850



D'après de nombreux paramètres clefs, le climat évolue déjà au-delà des modèles de variabilité naturelle à la faveur desquels notre société et notre économie se sont développées et ont prospéré. Ces paramètres comprennent la température mondiale moyenne à la surface, l'élévation du niveau de la mer, la dynamique des océans et de la calotte glaciaire, l'acidification des océans et des événements climatiques extrêmes. On enregistre un risque certain de voir nombre des tendances s'accroître, entraînant une menace accrue de bouleversements climatiques soudains ou irréversibles³.

L'inéluctabilité de l'aggravation de la situation n'est plus mise en doute: la seule question qui subsiste a trait à l'ampleur de cette aggravation. Le tableau I.2 ci-après présente les scénarios d'émissions identifiés par le GIEC et leur impact probable sur les températures et le niveau de la mer d'ici à la fin du siècle⁴. D'une façon générale, le scénario A1FI implique la plus grande quantité d'émissions et, partant, la variation climatique la plus importante,

³ Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat, Messages clefs, « Tendances climatiques », du Congrès scientifique international sur l'évolution du climat : Risques, défis et décisions à l'échelle mondiale, Copenhague, 10-12 mars 2009.

⁴ Le GIEC a identifié quatre grandes voies économiques (ou « canevas ») possibles, appelés A1 (un monde convergent à croissance économique très rapide); A2 (un monde non convergent à croissance économique lente); B1 (un monde convergent et plus respectueux de l'environnement); et B2 (un monde non convergent, mais respectueux de l'environnement et avec un taux de croissance économique intermédiaire). En sus de ces quatre canevas généraux, le GIEC a distingué les trois variantes ci-après du canevas A1, en fonction de la composition énergétique de la croissance économique : A1FI (dépendance relativement importante à l'égard des combustibles fossiles); A1B (dépendance plus équilibrée à l'égard de sources d'énergie diverses); A1T (utilisation plus importante des sources d'énergie autres que fossiles).

tandis que le scénario B1 prévoit la plus faible quantité d'émissions et, partant, la variation climatique la moins importante.

Tableau I.2
Scénarios d'émissions et leur impact

Cas	Concentration de GES en 2100 (ppm de CO ₂ e)	Changement de température (en °C) en 2090-2099 par rapport à 1980-1999		Élévation du niveau de la mer (en mètres) en 2090-2099 par rapport à 1980-1999
		Meilleure estimation	Fourchette probable	Fourchette basée sur le modèle (à l'exclusion des changements dynamiques rapides futurs du flux de glace)
Concentration en 2000 choisie comme année constante		0,6	0,3-0,9	..
Scénario B1	600	1,8	1,1-2,9	0,18-0,38
Scénario A1T	700	2,4	1,4-3,8	0,20-0,45
Scénario B2	800	2,4	1,4-3,8	0,20-0,43
Scénario A1B	850	2,8	1,7-4,4	0,21-0,48
Scénario A2	1 250	3,4	2,0-5,4	0,23-0,51
Scénario A1FI	1 550	4,0	2,4-6,4	0,26-0,59

Source : Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (2007a), tableau 3.1.

De plus, comme l'a relevé le GIEC, les scénarios décrits dans son *Special Report on Emission Scenarios* (Nakicenovic *et al.*, 2000) [scénarios SRES], ainsi que la plupart des scénarios post-SRES, ne prennent pas en considération les incertitudes qui entourent certains aspects des « processus et rétroactions climatiques », à savoir, notamment : *a*) la transmission de chaleur aux couches profondes des océans, qui cause une expansion thermique; *b*) la contraction de la calotte glaciaire du Groenland; *c*) la contraction de la calotte glaciaire de l'Antarctique occidental; *d*) la réduction de l'absorption du CO₂ atmosphérique par les terres et les océans à mesure que le niveau de CO₂ s'accroît, phénomène appelé « rétroaction positive du cycle du carbone »; *e*) la rétroaction nuageuse; *f*) le ralentissement, voire l'inversion de la circulation méridienne, etc. Ces rétroactions ajoutent à la complexité (et à l'incertitude) des projections futures; toutefois, le GIEC indique que l'impact du changement climatique sera vraisemblablement plus grave, voire catastrophique.

Même si le flux annuel d'émissions devait se stabiliser au niveau actuel, la réserve d'émissions de GES dans l'atmosphère serait d'ici à 2050 le double de son niveau préindustriel

Il semble bien que, même si le flux annuel d'émissions devait se stabiliser au niveau actuel, la réserve d'émissions de GES dans l'atmosphère serait d'ici à 2050 le double de son niveau préindustriel, ce qui induirait très probablement de dangereuses élévations de la température entraînant éventuellement des conséquences économiques et politiques déstabilisantes. L'exercice de modélisation le plus récent, qui s'appuie sur l'IGSM (Integrated Global Systems Model) du Massachusetts Institute of Technology (MIT), une simulation informatique détaillée des processus économiques et climatiques à l'échelle mondiale, indique qu'en l'absence d'une action gouvernementale de grande ampleur, il y aura une probabilité médiane d'un réchauffement de surface de 5,2 °C d'ici à 2100, pour une probabilité de

90 % de se situer entre 3,5 et 7,4 °C. Cette valeur est à rapprocher de la projection médiane d'accroissement de 2,4 °C seulement effectuée lors d'un exercice antérieur (2003⁵).

Le problème de l'interdépendance

Les problèmes du climat et du développement sont indissolublement liés. Lorsque la priorité absolue est donnée à la croissance économique, l'expansion des infrastructures énergétiques et de transport et la mise de ces infrastructures à la disposition d'une population de plus en plus urbaine et de la main-d'œuvre industrielle sont inévitables. C'est également le cas des principaux changements d'affectation des terres. Si les pays en développement se contentent de reproduire la voie de développement suivie par les pays actuellement riches, l'impact sur le climat mondial sera catastrophique.

D'un autre côté, les perspectives d'un développement plus viable risquent d'être fragilisées par les incidences directes et indirectes du changement climatique sur la croissance économique; et la diminution des ressources disponibles pour entreprendre des actions destinées à atteindre une diversification et une résilience véritables qui s'ensuivra augmentera d'autant la vulnérabilité face aux tendances et chocs climatiques futurs. Ce cercle vicieux se profile déjà dans nombre de pays arides et semi-arides d'Afrique. L'impact négatif sur les disponibilités alimentaires et l'approvisionnement en eau ainsi que sur l'état sanitaire des populations semble devoir aggraver les problèmes de croissance dans d'autres parties du monde.

On s'efforce toujours de comprendre la complexité des modes d'interaction des variables développement économique et climat. Cela étant, le caractère cumulatif et instable de cette interaction pose d'ores et déjà des problèmes évidents aux décideurs. La présente *Étude* se propose de partir du rôle essentiel de l'investissement pour évaluer le défi ainsi lancé et d'examiner certaines synergies et rétroactions qui, dans cette optique, peuvent aider à définir des stratégies de développement face au réchauffement mondial.

Du temps des profiteurs à celui du partage des charges

Le Stern Review on the Economics of Climate Change (Rapport Stern sur les aspects économiques du changement climatique) [Stern, 2007], rendu public par le Gouvernement du Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord en octobre 2006, a vu dans le changement climatique « la plus grande défaillance du marché que le monde ait jamais connue » et a constitué la première tentative sérieuse faite pour modéliser ce qu'il en coûterait de ne rien faire par rapport au coût de l'adoption d'une stratégie de remplacement qui maintiendrait les émissions en deçà d'un seuil gérable. Dans cette perspective, on a vu se dessiner une « éthique en matière de climat » centrée sur le problème de la mise à disposition d'un « bien public mondial » et la nécessité de réaligner les coûts sociaux et privés en obligeant les pollueurs à payer pour les dommages qu'ils avaient déjà causés et causeraient à l'avenir si l'on ne changeait pas de cap. Le Rapport Stern indiquait en conclusion que le sort des générations futures pourrait être considérablement amélioré à un coût relativement faible pour les générations actuelles.

Le fait de représenter un climat stable comme un bien collectif mondial permet de présenter un bon argument rhétorique au sujet de la nature systémique du problème et de

Si les pays en développement se contentent de reproduire la voie de développement suivie par les pays actuellement riches, l'impact sur le climat mondial sera catastrophique

⁵ Voir *Journal of Climate*, American Meteorological Society, vol. 22, n° 10 (mai 2009).

La terminologie des biens collectifs mondiaux masque de difficiles problèmes de répartition, qui plongent leurs racines dans l'existence de modes très inégaux de développement économique

Le niveau actuel d'émissions par habitant de la Chine n'est pas supérieur à celui des États-Unis au début de la Première Guerre mondiale

la nécessité d'une action collective pour le résoudre. Cela dit, le parallèle avec le bien public est loin d'être parfait; tout d'abord, les qualités de non-rivalité dans la consommation et de non-exclusion ne s'appliquent pas facilement aux problèmes interdépendants que sont le changement climatique et le développement. Les problèmes liés aux effets externes, aux intérêts particuliers et à l'emprise sur le marché, ainsi qu'à l'incertitude, mettent assurément à mal cette interdépendance, si bien que le marché ne saurait être un instrument permettant de gérer parfaitement ces problèmes. Qui plus est, la terminologie des biens collectifs mondiaux masque de difficiles problèmes de répartition, qui plongent leurs racines dans l'existence de modes très inégaux de développement économique.

Sur le plan historique, ce sont essentiellement les émissions générées par les pays industrialisés actuellement développés qui sont responsables de l'augmentation dangereuse des concentrations de GES. Le tableau I.3 présente les parts de différents pays dans les réserves cumulées d'émissions de GES depuis 1840; on estime que la part générée par les pays visés à l'annexe I a représenté les trois quarts du total cumulé (Raupach *et al.*, 2007). Le bilan est encore moins réjouissant si on utilise les émissions par habitant (voir figure I.3).

Dans la mesure où la notion de partage des charges est souvent examinée sur la base des émissions totales actuelles, la culpabilité historique, attestée par les importants écarts d'émissions par habitant, passe parfois inaperçue. On a beaucoup prêté attention à plusieurs grands pays en développement qui génèrent depuis quelques années des émissions importantes en valeur absolue; on a beaucoup insisté, par exemple, sur le fait que la Chine a remplacé les États-Unis en tant que premier pays émetteur de GES. Or, les niveaux d'émissions par habitant de ces pays restent très inférieurs à ceux des pays développés (et, en fait, à ceux de beaucoup d'autres pays en développement); au reste, le niveau actuel d'émissions par habitant de la Chine n'est pas supérieur à celui des États-Unis au début de la Première Guerre mondiale.

De plus, vu l'influence économique et politique dominante des pays riches, on peut s'attendre à une nouvelle vague de répercussions négatives des actions et politiques que ces pays adoptent pour faire face à la crise du climat. L'adoption de politiques dans les pays développés pourrait avoir des incidences négatives sur le commerce international, les flux financiers et les opérations concernant les produits de base et, en dernière analyse, sur la croissance des pays en développement. Les politiques sectorielles, notamment celles qui concernent les biocarburants, peuvent également avoir de graves conséquences pour les mesures d'incitation visant les pays en développement. On peut s'attendre à ce que les politiques relatives au transfert de technologies, telles que celles qui mettent en jeu les droits de propriété intellectuelle, aient un impact important sur les pays en développement (voir chap. V).

Vouloir qualifier les pays de développement de « profiteurs » parce qu'ils se refusent à prendre des engagements imposés sur cette toile de fond n'a guère de sens; en fait, c'est dans un cadre infiniment plus nuancé qu'il conviendra d'aborder la question de la gestion des efforts à fournir pour protéger le climat sur des bases équitables. Plusieurs propositions visant à faire avancer la discussion ont été présentées (voir encadré I.1).

Au demeurant, l'avenir de la planète repose très réellement sur les initiatives du monde en développement. Déjà, la proportion de la population mondiale vivant dans les pays riches est inférieure à un sixième et les trois milliards d'habitants supplémentaires que l'on attend au cours des quatre décennies à venir vivront presque tous dans le monde en développement. Les pays en développement joueront un rôle essentiel dans toute action internationale lancée pour protéger « leur avenir » (Stern, 2009, p. 13). Les pays développés, eux, devront prendre à leur charge une part disproportionnée des coûts initiaux à financer pour garantir cet avenir, compte tenu à la fois de l'historique des émissions et des disparités de ressources. Les pays en

développement devront, de leur côté, prendre des mesures quantifiables et vérifiables allant dans le même sens.

Tableau I.3

Émissions par habitant en 2005 et part d'émissions cumulées entre 1840 et 2005, certains pays développés, pays en développement et pays en transition

	<i>Part des émissions de carbone mondiales cumulées en tonnes 1840-2005 (%)</i>	<i>Émissions par habitant en 2005 (tonnes de carbone)</i>
Pays développés		
États-Unis	27,8	5,3
France	2,7	1,7
Allemagne	6,7	2,6
Royaume-Uni	5,9	2,5
Japon	3,6	2,6
Canada	2,0	4,5
Pays en transition		
Pologne	1,9	2,2
Fédération de Russie	8,0	2,9
Pays en développement		
Chine	8,1	1,2
Inde	2,4	0,3

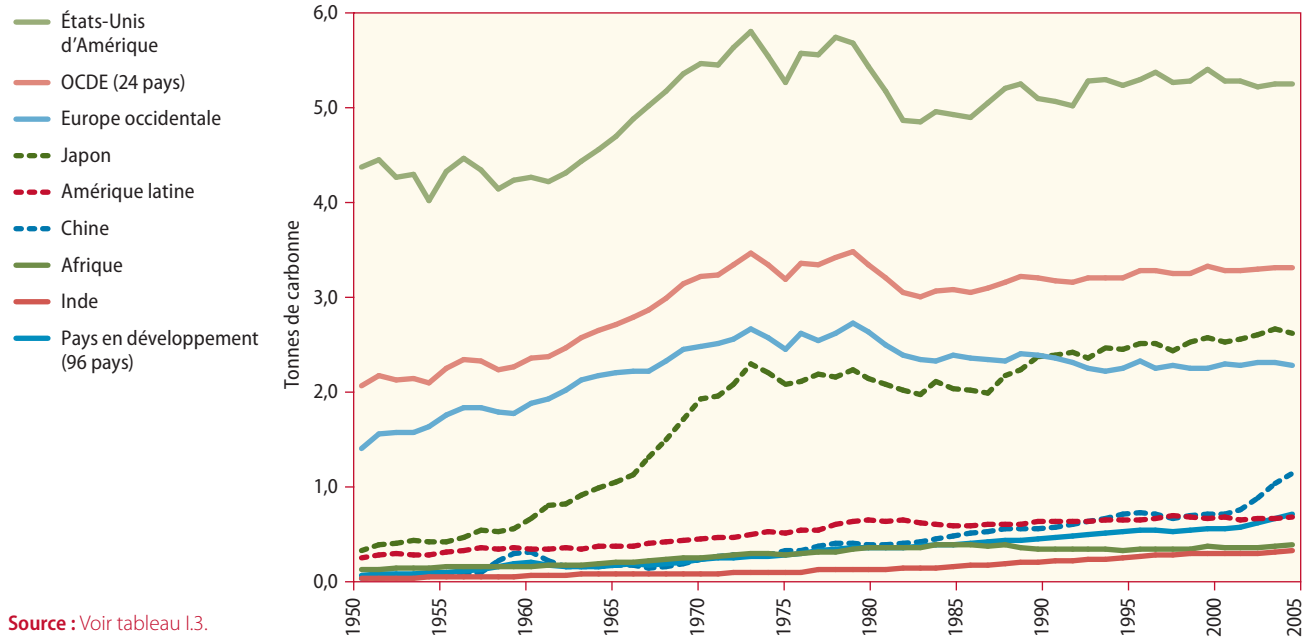
Source : Calculs de la Division de l'analyse des politiques de développement du Département des affaires économiques et sociales du Secrétariat de l'ONU, basés sur Marland, Boden et Andres (2008), et base de données du Carbon Dioxide Information Analysis Center des États-Unis (CDIAC); et base de données sur la population de la Division de statistique du Département des affaires économiques et sociales du Secrétariat de l'ONU.

Note : La part de la Fédération de Russie a été calculée à partir des données de l'ex-Union des républiques socialistes soviétiques (URSS) et est basée sur la part actuelle d'émissions de la Communauté d'États indépendants (CEI) qui revient à la Fédération de Russie.

Tout impossible qu'il soit d'échapper à l'histoire, s'agissant de la responsabilité encourue pour avoir contribué au changement climatique, il serait avisé de rester concentré sur les synergies qui pourraient apparaître au cours des décennies à venir entre les mesures prises par les pays avancés pour réduire les réserves d'émissions existantes et celles qui visent à atténuer, puis à inverser l'augmentation des émissions qui accompagnera les gains de croissance, le développement industriel et le développement urbain dans les pays en développement.

Le scepticisme des pays en développement au sujet de la participation aux mesures d'atténuation prises au niveau international a été nourri autant par la performance des pays développés dans le cadre des mesures internationales de riposte au changement climatique que par leur bilan en matière de développement. Par exemple, le mécanisme pour un développement propre établi par le Protocole de Kyoto à la Convention-cadre des Nations Unies

Figure I.3
Émissions annuelles par habitant, certaines régions, 1950-2005



Source : Voir tableau I.3.

Encadré I.1

Propositions de partage des charges

Nombre de mécanismes de partage des charges ont été proposés tant dans des ouvrages sur le climat et le développement que dans le cadre du processus de négociations mondiales sur le climat. Les propositions les plus fréquentes sont notamment les suivantes :

- **Droits égaux d'émission par habitant.** Chaque personne dispose d'un droit égal au puits mondial de GES. Une limite est fixée aux émissions mondiales annuelles. Cette limite est divisée par la population mondiale et l'on obtient un droit d'émettre égal par habitant. Chaque pays se voit attribuer un niveau d'émissions calculé en multipliant le droit d'émission par habitant par la population du pays. La limite fixée aux émissions mondiales serait réduite dans le temps pour obtenir une trajectoire de stabilisation souhaitée (Agarwal et Narain, 1991; Narain et Riddle, 2007);
- **Objectifs individuels.** Cette approche consiste à attribuer des droits d'émission égaux (ou un « plafond universel ») aux particuliers afin d'obtenir une trajectoire de stabilisation souhaitée. L'allocation d'émissions de chaque pays est la somme de ses émissions individuelles effectives, pour les habitants dont les émissions sont inférieures au plafond, et de ses émissions individuelles cibles, pour tous les habitants dont les émissions sont égales ou supérieures au plafond. De la sorte, les gros émetteurs vivant dans un pays à faibles émissions ne peuvent se comporter en parasite en absorbant de facto les droits inutilisés des faibles émetteurs (Chakravarty *et al.*, 2008);
- **Regroupement et convergence.** Ce plan combine les droits égaux d'émettre et le maintien des droits acquis (*grandfathering*) [les droits sont attribués sur la base des émissions passées : plus celles-ci sont fortes, plus les droits d'émissions acquis sont importants]. Chaque pays se voit allouer des droits d'émissions sur la base de ses émissions passées. Les pays qui dépassent les émissions mondiales par habitant souhaitées voient leur quota d'émissions réduit l'année suivante, tandis que les pays qui

Encadré 1.1 (suite)

émettent moins que cette cible voient leur quota augmenter chaque année. Avec le temps, les émissions mondiales diminuent à mesure que les pays gros émetteurs et faibles émetteurs convergent vers la même cible d'émissions par habitant (Global Commons Institute, 2008);

- **Une norme, deux convergences.** Chaque pays se voit allouer un droit à une contribution totale aux concentrations de GES basée sur des quotas cumulés par habitant égaux fixés pour obtenir une trajectoire de stabilisation souhaitée. Les plafonds différenciés d'émissions annuelles établis pour les pays industrialisés et les pays en développement sont ajustés chaque année pour réaliser une convergence. Un plafond relativement élevé (par rapport aux émissions actuelles) pour les émissions des pays en développement permet à ces derniers d'accroître leurs émissions annuelles de façon à réaliser leur croissance économique avant d'avoir à réduire leurs émissions pour demeurer en deçà de leur plafond cumulé. L'échange de droits d'émission permet à tous les pays en développement d'utiliser l'intégralité de leur quota (Gao, 2007). Quelques plans de partage des charges rejettent l'hypothèse selon laquelle chaque pays doit payer la réduction de ses propres émissions et abordent de façon plus explicite la question de savoir qui doit payer pour cette réduction, et où;
- **Droit au développement dans un contexte d'émissions de GES.** L'effort de réduction des émissions est partagé entre les pays en fonction de leur capacité de payer cette réduction et de leur responsabilité en ce qui concerne les émissions passées et actuelles. Chacun de ces critères est défini par rapport à un seuil de développement de façon à protéger expressément le droit des pays à faible revenu à la croissance économique; seuls les particuliers dont le revenu est supérieur à ce seuil sont tenus de payer la réduction des émissions. Chaque pays se voit allouer un quota d'émissions basé sur les droits par habitant. En outre, chaque pays a l'obligation de payer la réduction des émissions, sur son territoire ou à l'étranger, selon sa part d'émissions cumulées à compter d'une année de référence (1990, par exemple) et le revenu cumulé de ceux de ses habitants dont le revenu est supérieur au seuil de développement (Baer, Athanasiou et Kartha, 2007);
- **Droit au développement dans un contexte d'émissions de GES révisé.** Formulé par une équipe de chercheurs de l'Université Qinghua dans un rapport établi par le Chinese Economists 50 Forum, le droit au développement dans un contexte d'émissions de GES révisé prolonge le travail de Baer, Athanasiou et Kartha (2007) en incluant les émissions cumulées en remontant jusqu'à 1850 et en prenant en considération les émissions sur la base de la consommation (et non de la production) dans chaque pays. Il en résulte un renforcement de la responsabilité des pays industrialisés pour ce qui est de payer la réduction des émissions dans le monde (Fan *et al.*, 2008).

Source : Ackerman et Stanton (2009).

sur les changements climatiques⁶, qui était censé être un lien important entre les mesures de réduction des émissions des pays développés et celles des pays en développement, n'a pas répondu aux attentes quantitatives et qualitatives. De même, le niveau de l'appui fourni à différents fonds créés pour aider les pays en développement en matière d'adaptation est resté jusqu'à présent très faible: les bailleurs n'ont pas pris la mesure du problème (voir chap. III et VI). L'absence d'impulsions vigoureuses et généreuses a suscité de la méfiance, qui représente aujourd'hui un sérieux obstacle à l'instauration de la coopération internationale nécessaire pour s'attaquer réellement au problème du climat.

Le niveau de l'appui fourni à différents fonds pour l'adaptation est resté jusqu'à présent très faible: les bailleurs n'ont pas pris la mesure du problème

⁶ Nations Unies, *Collection des traités*, vol. 2303, n° 30822.

Face à l'urgence de la crise du climat, on attend à coup sûr des pays qui portent la plus grande responsabilité qu'ils donnent à nouveau les impulsions nécessaires

Les États doivent disposer de solides capacités pour donner forme à un projet commun et inclusif

Les conséquences du changement climatique ont été d'autant plus faciles à passer sous silence que ce sont surtout les pays et communautés pauvres qui en ont fait les frais

Charles Kindleberger (1986, p. 10) a fait observer que, dans un monde d'États-nations interdépendants présentant de fortes disparités en matière d'accès aux ressources économiques et au pouvoir politique, une coopération multilatérale efficace dépend d'une « direction éclairée, pouvant compter sur des ressources et disposée à faire des sacrifices dans l'intérêt international ». Il a également considéré que le rôle d'impulsion ne suscite pas souvent de réactions favorables, en particulier dans le pays considéré, et a tendance à s'effacer ou à perdre de sa substance, mais que, notamment en temps de crise, la caractéristique de l'esprit mobilisateur est la volonté d'assumer ses responsabilités. Face à l'urgence de la crise du climat, on attend à coup sûr des pays qui portent la plus grande responsabilité qu'ils donnent à nouveau les impulsions nécessaires.

Cela dit, la coopération internationale n'est pas seulement une affaire d'impulsion. Les États doivent disposer de solides capacités, à tous les niveaux du développement, pour donner forme à un projet commun et inclusif, faire en sorte que l'abandon de la souveraineté nationale dans certains domaines soit contrebalancé par les perspectives ouvertes dans d'autres domaines et garantir une participation effective à la négociation de règles internationales et de mécanismes d'appui et à leur mise en œuvre. À cet égard, l'érosion des capacités des États à laquelle on assiste depuis quelques années, en particulier dans les pays en développement, est un obstacle à la coopération internationale et a contribué à l'absence de transparence et de responsabilité démocratique dans nombre d'institutions multilatérales, notamment celles qui se penchent sur le problème du développement. Il s'impose d'y remédier de toute urgence si l'on veut véritablement faire avancer au rythme requis l'examen de la question du climat (nous y revenons au chap. IV).

La ligne d'action à adopter

Scientifiques, utopistes et économistes d'antan

La ligne d'action à adopter face au changement climatique est compliquée par le fait que, jusqu'à présent, celui-ci a été un processus lent; un processus dont l'impact a assurément été moins perceptible que celui des autres chocs et crises auxquels les décideurs étaient confrontés dans le cycle politique « normal ». Au demeurant, ses conséquences ont été d'autant plus faciles à passer sous silence que ce sont surtout les pays et communautés pauvres qui en ont fait les frais.

Les climatologues ont entrepris de combler ces lacunes en alignant données et analyses qui démontrent l'ampleur sans précédent dans l'histoire de l'augmentation des GES et la vitesse acquise par le phénomène, les signes d'une accélération, les dommages qui ont déjà été apportés au climat et le risque de se retrouver prisonnier de choix irréversibles si les tendances se confirmaient. Cela a conduit certains pays à se fixer des objectifs ambitieux en matière de réduction des émissions, mais les sondages d'opinion indiquent que la communauté scientifique n'a pas encore tout à fait convaincu les hommes politiques et le public de l'urgence du problème (Schmidt, 2009). Dans le même esprit, le Ministre de l'énergie des États-Unis a récemment admis, à la stupéfaction d'un certain nombre de personnes, que le problème du climat mettrait en jeu un difficile compromis entre les réalités scientifiques et les réalités politiques⁷.

⁷ Voir « America's new green guru sparks anger over climate change U-turns », *The Observer*, dimanche 24 mai 2009.

Encadré I.2

Les limites des modèles économiques classiques

Une bonne approche du climat nécessite de se faire la meilleure idée possible de l'impact que le changement climatique pourrait avoir sur la vie et les moyens d'existence de la population, que ce soit dans les pays industrialisés ou les pays en développement. Malheureusement, nombre de modèles appliqués aux aspects économiques du climat manquent de transparence, sur le plan à la fois de l'utilité pratique et de la crédibilité. La construction d'un modèle du climat et de l'économie implique un grand nombre de jugements de valeur; des opinions discutables et des hypothèses invérifiables peuvent s'avérer très importantes s'agissant d'évaluer les recommandations de ces modèles et elles devraient pouvoir être débattues.

Un bon modèle des aspects économiques du climat doit être suffisamment transparent pour avoir une utilité pratique, tout en étant assez élaboré pour bien intégrer les caractéristiques les plus importantes du climat et de l'économie. Malheureusement, nombre de modèles existants ne satisfont pas à l'un ou l'autre de ces critères ou ne satisfont ni à l'un ni à l'autre : certains sont très complexes, souvent au point d'être totalement incompréhensibles pour le non-spécialiste, tandis que les autres donnent une représentation incorrecte du climat et de l'économie, comme nous allons le voir maintenant.

Les différents types de structures de modèles fournissent des résultats qui éclairent de façon très différente l'approche du climat et du développement. Toutes ces structures présentent des avantages et des inconvénients. Nombre des modèles d'évaluation intégrée bien connus s'attachent à trouver l'approche « optimale » du climat, celle qui maximise le bien-être à long terme de la population. Ce calcul est tributaire de plusieurs grandeurs inconnues ou controversées, parmi lesquelles l'évaluation numérique du bien-être humain, l'échelle et la valeur monétaire de tous les dommages subis aujourd'hui et à l'avenir par le climat, et la valeur des avantages futurs par rapport aux avantages présents.

Les modèles reposant sur la théorie de l'équilibre général peuvent être extrêmement complexes, combinant des modèles climatiques très détaillés et des modèles de l'économie d'une grande subtilité; pourtant, en dépit du degré de détail atteint par ces modèles, l'hypothèse couramment utilisée des rendements décroissants en limite sérieusement l'utilité s'agissant de modéliser les changements technologiques endogènes. Les modèles d'équilibre partiel neutralisent le problème des rendements croissants, mais au prix d'une perte de généralité. Dans certains cas, il semble que l'on se trouve en présence d'un problème de précision abusive dans des modèles de l'économie excessivement complexes, présentant, par exemple, des projections de modalités de croissance à long terme pour des dizaines de sous-secteurs économiques.

Les modèles de simulation conviennent bien pour représenter les paramètres incertains et pour développer les résultats des modèles d'évaluation intégrée sur la base de scénarios d'émissions futures bien connues, mais leur utilité est limitée par une absence de rétroaction entre leurs dynamiques climatique et économique. Enfin, les modèles de minimisation des coûts prennent en compte les questions de politique générale sans requérir de calcul monétaire du bien-être humain, mais ils souffrent parfois d'un excès de précision, à l'instar de certains modèles d'équilibre général et partiel.

Source : Ackerman et Stanton (2009).

Le mouvement écologiste a acquis une plus longue expérience que d'autres groupes s'agissant non seulement de mettre en garde contre les risques que représentaient une pollution non maîtrisée et l'exploitation irresponsable des ressources naturelles, mais aussi d'organiser des campagnes populaires sur des questions environnementales locales. On doit aux partis politiques, aux réformes réglementaires et aux ministères de l'environnement que ces campagnes ont souvent fait naître une focalisation nationale sur le problème de l'environnement, en particulier, mais pas exclusivement, dans les pays développés. De plus, cette communauté a été à l'avant-garde du combat d'idées contre les « climato-sceptiques ». D'un autre côté, elle a déployé des efforts considérables pour concevoir son propre mode d'appro-

Les économistes ont été parmi les derniers à se joindre au débat sur le climat et s'y sont lancés sans s'être véritablement distingués en ce qui concerne l'examen des questions d'environnement

che intégré des dimensions économiques, politiques et scientifiques du problème du climat, notamment en investissant l'arène internationale. Même lorsque cette démarche a commencé à s'implanter dans les pays riches, les implications pour le monde en développement, où la croissance, l'industrialisation et l'urbanisation rapides demeurent des objectifs prioritaires, n'ont pas été expliquées clairement ou de façon convaincante.

Les économistes ont été parmi les derniers à se joindre au débat sur le climat et, plus généralement, s'y sont lancés sans s'être véritablement distingués en ce qui concerne l'examen des questions d'environnement (Dasgupta, 2008). Toutefois, ils ont eu tôt fait d'élaborer des options de politique générale. Il s'agit pour eux d'évaluer des risques, de calculer des arbitrages entre les coûts et les avantages, de suivre l'évolution des prix marginaux, d'actualiser les effets futurs, etc. Ce qu'ils appellent leurs modèles d'évaluation intégrée confèrent une aura de rigueur et de précision quantitatives à leurs analyses, dans lesquelles ils penchent en général pour une approche excessivement prudente des possibilités d'action, soit en montrant les avantages de la lenteur en matière de protection du climat, soit en offrant des solutions rapides aux « externalités » qui permettent au marché de jouer à nouveau son rôle central (voir encadré I.2). Dans le contexte du changement climatique, les conseils d'orientation se sont focalisés sur les aspects pratiques de la taxe carbone ou des systèmes d'échanges d'émissions, ainsi que sur les risques de voir des projets ambitieux de protection du climat limiter la croissance future. L'autoréglementation est devenue le maître mot et, dans les cas où une possibilité d'action est proposée, le cadre qui lui est fixé est entaché de gradualisme et de pesanteurs (Ackerman, 2009).

En fait, obnubilés qu'ils sont par les coûts et avantages globaux, les modèles d'évaluation intégrée ne tiennent généralement pas compte de l'inégalité structurelle ou de l'évolution historique. C'est là une critique qui est adressée depuis longtemps aux modèles économiques classiques⁹. On pourra cependant juger plus surprenante l'attitude désinvolte adoptée par nombre d'économistes vis-à-vis des risques climatiques. Helm (2008) a fait valoir que la politique et les objectifs actuels en matière de climat ont été définis sur la base des structures économiques actuelles et compte tenu de la question de savoir comment obtenir de légères réductions d'émissions sur cette base, sans toutefois que soient prises véritablement en considération les tendances structurelles à long terme. Cette approche ne peut que gravement sous-évaluer l'ampleur et le coût du problème. Stern (2009) admet cette distorsion; mais, comme Weitzman (2009, p. 22) l'a indiqué, les économistes semblent toujours naturellement enclins à réagir à une catastrophe climatique imminente en ajustant leurs instruments d'analyse de façon à freiner l'accumulation de réserves qui est responsable de cette catastrophe, démarche qu'il compare à la méthode consistant à « utiliser un moteur hors-bord pour empêcher un paquebot d'entrer en collision avec un iceberg ».

Le tableau I.4 indique les probabilités établies par les scientifiques en ce qui concerne l'apparition de températures plus élevées; elles s'inscrivent dans un ordre de grandeur

Les risques de réchauffement climatique catastrophique justifient la souscription d'une police d'assurance planétaire conséquente

8 Ackerman (2009, p. 12) note que les spécialistes de l'« économie de l'environnement » ont envisagé l'économie comme faisant corps avec l'écosystème terrestre et enserrée dans ce carcan, mais sans dégager de théorie complète de la science économique face à l'environnement; ils n'ont pas non plus exercé une grande influence sur leurs collègues des autres branches de l'économie.

9 Ironie des choses, les modèles économiques classiques plongent leurs racines intellectuelles dans les sciences naturelles du XIX^e siècle. Toutefois, alors que les spécialistes de ces sciences sont passés à l'étude de systèmes plus complexes, chaotiques et instables, notamment la menace d'un changement climatique dangereux, les économistes se sont cramponnés à l'idée d'un système harmonieux en équilibre ou proche de l'équilibre.

nettement supérieur à celui qui inciterait une personne à souscrire une assurance contre les scénarios « catastrophe ». Sur cette base, Ackerman (2009) a indiqué que les risques de réchauffement climatique catastrophique justifient la souscription d'une police d'assurance planétaire conséquente.

Ces diverses carences amènent nombre de décideurs des pays en développement à penser qu'aucun des groupes responsables de la politique en matière de climat ne prête suffisamment attention au type d'ajustements qui leur est demandé d'apporter pour ce qui est de relever le défi du climat. L'industrialisation et l'urbanisation étant intégrées dans le processus de développement, il ne saurait être question d'y mettre un frein ni de limiter le développement concomitant des sources d'énergie dont elles ont besoin. La promotion dans les pays en développement de voies de développement peu génératrices de carbone requiert non seulement une injection massive d'énergies renouvelables dans le panier énergétique et des technologies permettant d'améliorer le rendement énergétique et de prévenir le déboisement (dans les pays touchés), mais aussi des changements dans la planification de l'utilisation des sols, l'organisation des transports et la gestion de l'eau. Ces impératifs ne peuvent qu'entraîner des coûts importants pour les pays en développement; coûts qui expliquent pourquoi ils sont hostiles à l'imposition d'engagements en matière d'émissions. Pour faire avancer le programme sur le climat, il faut adopter une approche intégrée, c'est-à-dire une approche du développement qui tienne compte du climat : on ne peut plus considérer le fait de traiter le climat et le développement séparément, comme cela a été pour l'essentiel le cas pendant la décennie écoulée et même plus tôt, comme un cadre défendable.

Pour faire avancer le programme sur le climat, il faut adopter une approche intégrée, c'est-à-dire une approche du développement qui tienne compte du climat

Tableau I.4

Probabilité de dépassement de l'augmentation de température
(par rapport au niveau préindustriel) à différents niveaux de stabilisation
des concentrations de GES

Pourcentage						
Niveau de stabilisation (ppm de CO ₂ e)	Augmentation de la température [par rapport au niveau préindustriel (degrés celsius)]					
	2	3	4	5	6	7
450	78	18	3	1	0	0
500	96	44	11	3	1	0
550	99	69	24	7	2	1
650	100	94	58	24	9	4
750	100	99	82	47	22	9

Source : Stern (2009, p. 26).

Note : Les probabilités sont basées sur les Hadley Centre Ensembles et sont consultables dans Murphy *et al.* (2004).

Menaces interdépendantes

Le changement climatique et le développement sont étroitement liés et les réactions et rétroactions, en particulier par le biais de la production et de l'utilisation de l'énergie, sont cumulatives. Comme on l'a vu, les économistes ne se sont pas particulièrement distingués s'agissant d'analyser ces types de rétroactions et de synergies cumulatives. Les décideurs

semblent prédisposés à sous-estimer tant l'ampleur des menaces qui se profilent que ce qu'il en coûtera d'éliminer ces menaces.

Plus récemment, toutefois, les décideurs semblent avoir perçu l'urgence de la situation, ce qui pourrait s'expliquer par une prise de conscience du fait que la communauté internationale est exposée à une série de menaces interdépendantes qui ne peuvent plus être contrecarées isolément. Une crise du climat, une crise de l'énergie, une crise alimentaire et, peut-être surtout, une crise du crédit ont toutes révélé le risque que l'on prend en subordonnant la gestion des risques aux forces autorégulatrices du marché.

Depuis l'été 2008, les décideurs des pays avancés s'évertuent à remédier aux chocs cumulés et interdépendants d'une crise du logement, d'une consommation excessive d'énergie et d'un effondrement financier qui se sont propagés en s'intensifiant à toute l'économie mondiale de plus en plus fragile (Klare, 2008). Dans certaines communautés, ces chocs ont été encore aggravés par des catastrophes liées à des événements climatiques extrêmes. Or, les problèmes qui découlent du fait que le changement climatique, l'insécurité économique et les conflits politiques sont étroitement liés sont encore plus graves pour les pays en développement, et leurs conséquences se feront probablement sentir bien au-delà de leurs frontières, comme l'a bien montré le nouveau directeur du renseignement national des États-Unis, Dennis Blair, dans sa déposition (2009).

L'adaptation sans atténuation pourrait s'avérer une riposte inefficace pour nombre de pays en développement, et si l'on ne réagit pas à ces menaces interdépendantes, les conséquences seront presque à coup sûr nettement plus vastes et néfastes. Il se pourrait fort bien que ni le temps ni les ressources n'existent pour remédier à un syndrome multiple fait de chocs et de crises s'alimentant les uns les autres.

Il se pourrait fort bien que ni le temps ni les ressources n'existent pour remédier à un syndrome multiple fait de chocs et de crises s'alimentant les uns les autres

Une nouvelle donne ?

Des voix se sont élevées en faveur d'une nouvelle donne mondiale capable de riposter simultanément aux menaces venues de l'économie et du climat

On a souvent établi un parallèle entre le problème du climat et la lutte victorieuse contre la crise économique de l'entre-deux-guerres et contre le fascisme, suivie par la reconstruction des pays en ruine. Un Plan Marshall de lutte contre le réchauffement climatique est une idée logique (Gore, 2007; et chap. VI). Toutefois, et en particulier depuis la grave récession dans laquelle l'économie mondiale est entrée à l'été de 2008, des voix se sont élevées en faveur d'une nouvelle donne mondiale capable de riposter simultanément aux menaces venues de l'économie et du climat (New Economics Foundation, 2008; Programme des Nations Unies pour l'environnement, 2009; Nations Unies, Département des affaires économiques et sociales, 2009).

Les analogies historiques doivent toujours être utilisées avec prudence. Cela étant, comme l'indique le chapitre IV, le New Deal des années 30 s'est bel et bien attaqué à une série de menaces interdépendantes, y compris des menaces pesant sur l'environnement, dans le cadre d'un programme de transformations élargi d'un type qu'il conviendrait de réactiver compte tenu des menaces et des problèmes d'aujourd'hui. L'échelle de la riposte mérite également d'être rappelée. Le New Deal a consacré 3 % du produit intérieur brut (PIB) chaque année entre 1933 et 1939, à quoi il faut ajouter un effort financier très important pour contrer la menace du fascisme. De plus, après la fin des combats, les États-Unis ont, dans le cadre du Plan Marshall, engagé près de 1 % de leur PIB chaque année pendant cinq ans au titre de la reconstruction de l'Europe. Tout cela a représenté un engagement de ressources massif sur une période de vingt ans.

Des économistes ont affirmé que l'effort à consentir pour contrecarrer les menaces découlant du changement climatique n'aura pas à être aussi important. Ce point de vue semble bien optimiste. Comme l'indique Stern (2009, pp. 12-13), le type de stratégie sur 30 ans qu'il faudra élaborer pour maintenir le risque climatique à un niveau gérable mettra en jeu une planification à long terme et un programme d'investissements massifs, et devra pouvoir compter sur le type d'esprit mobilisateur et de coopération qui ont contribué à vaincre le fascisme et à reconstruire des pays en ruine. Qui plus est, si l'on veut que le passage à une voie de développement peu génératrice de carbone se fasse au bon moment et en bon ordre, les engagements devront être pris à bref délai.

Si l'on veut que le passage à une voie de développement peu génératrice de carbone se fasse au bon moment et en bon ordre, les engagements devront être pris à bref délai

Aucun pays ne doit rester sur le carreau

Il est difficile d'estimer précisément les coûts économiques du changement climatique, l'opération étant fortement tributaire des types d'hypothèses et de scénarios qui sont utilisés en modélisation. Les fonctions de dommages sont difficiles à définir et le coût des effets externes est difficile à évaluer. Qui plus est, les coûts varient en fonction du degré d'ambition des objectifs. Le GIEC a utilisé un modèle économique classique pour présenter certaines estimations de dommages. Selon son Quatrième rapport d'évaluation, les dommages causés par le changement climatique entraîneront une perte moyenne comprise entre 1 et 5 % du PIB mondial. Toutefois, il note également que les chiffres agrégés au niveau mondial sous-évaluent probablement le coût des dommages car ils ne peuvent pas prendre en compte nombre d'« impacts non quantifiables » (Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat, 2007a, p. 69¹⁰).

Il serait fallacieux d'avancer que les pays développés se seront pas confrontés à des problèmes d'adaptation. Toutefois, le fait qu'ils ont déjà investi des milliards de dollars dans des mesures d'adaptation liées au climat et disposent d'économies diversifiées qui sont donc mieux à même de résister aux chocs climatiques, ainsi que le fait que nombre d'entre eux pourraient même tirer des profits à court terme de l'élévation des températures pourraient produire de nouvelles divisions venant s'ajouter à celles déjà créées par leur prospérité passée assise sur le carbone.

Dans le cas des pays en développement, les dommages causés par le changement climatique sont déjà perceptibles. De fait, on a calculé que chaque fois que la moyenne des températures mondiales augmente de 1 °C, la croissance moyenne annuelle des pays pauvres diminue de deux ou trois points, mais sans que soient modifiées les performances de croissance des pays riches (Dell, Jones et Olken, 2008). Stern (2009) voit dans l'impact négatif du changement climatique sur les pays en développement une « double injustice », dans la mesure où ils ne sont pratiquement pas responsables du problème. Le tableau I.5 présente des estimations des dommages qui seraient causés dans le cadre du scénario de « statu quo » et, selon les hypothèses retenues en ce qui concerne les efforts d'adaptation, la probabilité d'un

¹⁰ Le GIEC indique également ce qui suit :

Les estimations avalisées par les pairs du coût social du carbone (coûts économiques nets des dommages causés par le changement climatique agrégés au niveau mondial et actualisés au présent) pour 2005 ont une valeur moyenne de 12 dollars par tonne de CO₂, mais la dispersion fournie par 100 estimations est importante (elle est comprise entre - 3 dollars/tCO₂ et 95 dollars/tCO₂). D'après l'éventail des données publiées, les coûts nets des dommages causés par le changement climatique devraient être importants et augmenter dans le temps.

risque et d'une vulnérabilité catastrophiques face au changement climatique. Les dommages auxquels doivent s'attendre les régions en développement (évalués en pourcentage de leurs PIB respectifs en 2100) sont plus de deux fois plus graves que pour les pays membres de l'OCDE à l'exclusion des États-Unis et plus de cinq fois plus graves que les dommages subis par ce dernier pays. Si l'on pousse un peu plus loin la désagrégation, les dommages causés à l'Amérique latine et aux Caraïbes, à l'Afrique et au Moyen-Orient et à l'Inde et à l'Asie du Sud-Est seront, respectivement, 7, 7,6 et 9,6 fois plus graves que les dommages subis par les États-Unis (Evans, 2009).

Tableau I.5

Dommages causés en 2100 compte tenu d'un scénario de statu quo

A. Dommages moyens causés en 2100 compte tenu d'un scénario de statu quo : scénario de « non-adaptation »				
Région	Dommages annuels en % du PIB en 2100			
	Économiques	Non économiques	Catastrophiques	Total
États-Unis	0,3	0,4	0,1	0,8
Autres pays membres de l'OCDE	0,7	1,0	0,2	1,9
Reste du monde	1,6	2,3	0,4	4,3
Total mondial	1,2	1,8	0,3	3,4
B. Dommages moyens causés en 2100 compte tenu d'un scénario de statu quo : non-adaptation, accroissement du risque de catastrophe et accroissement de l'exposant de dommages				
Région	Dommages annuels en % du PIB en 2100			
	Économiques	Non économiques	Catastrophiques	Total
États-Unis	0,4	0,5	0,6	1,5
Autres pays membres de l'OCDE	0,9	1,3	1,6	3,8
Reste du monde	2,0	2,9	3,2	8,2
Total mondial	1,6	2,3	2,6	6,4
C. Dommages moyens causés en 2100 compte tenu d'un scénario de statu quo : estimations du 83^e percentile (non-adaptation, accroissement du risque de catastrophe et accroissement de l'exposant de dommages)				
Région	Dommages annuels en % du PIB en 2100			
	Économiques	Non économiques	Catastrophiques	Total
États-Unis	0,6	0,9	1,2	2,6
Autres pays membres de l'OCDE	1,4	2,0	3,1	6,2
Reste du monde	3,2	4,5	6,3	13,5
Total mondial	2,5	3,6	4,8	10,8

Source : Ackerman *et al.* (2008), tableaux 2, 3 et 4.

Note : Les résultats sont basés sur 5 000 passages en machine du modèle PAGE2002. Les impacts étant étroitement mais non parfaitement corrélés, le 83^e percentile des dommages totaux est légèrement inférieur à la somme des 83^e percentiles des dommages dans chaque catégorie d'impacts.

Le changement climatique multiplie d'ores et déjà les vulnérabilités dans les pays en développement en accroissant les risques qui pèsent sur les moyens de subsistance et en affaiblissant encore les capacités d'adaptation. L'élévation du niveau de la mer est considérée comme une menace pour les personnes vivant jusqu'à 90 kilomètres du littoral. Elles constituent un tiers de la population mondiale et nombre d'entre elles vivent à de faibles altitudes. La menace qui pèse sur la population des petites îles et des territoires à basse altitude est claire, tandis que les longues périodes de sécheresse frappant d'autres régions ont produit un flux de réfugiés environnementaux et des conflits avec les pays et populations voisins. De même, on peut s'attendre à une aggravation des épidémies de maladies tropicales dans les régions frappées par un accroissement de la fréquence des vagues de chaleur, ce qui augmentera la superficie des régions sujettes à la sécheresse, tandis que la prévalence des maladies d'origine hydrique devrait augmenter dans les régions marquées par un accroissement de la fréquence des inondations (voir chap. III).

Les menaces croissantes posées par le changement climatique pèseront essentiellement sur des populations déjà éprouvées par de multiples vulnérabilités associées à de faibles niveaux de développement économique et humain. Les pays et les communautés les plus pauvres où les soins de santé sont déficients, les infrastructures sont inexistantes, l'économie est faiblement diversifiée et les institutions et les structures administratives font défaut peuvent être exposés non seulement à des événements de grande ampleur potentiellement catastrophiques, mais aussi à un état permanent de stress économique lié à l'élévation des températures moyennes, à la diminution des ressources en eau, à une augmentation de la fréquence des inondations et à l'intensification des tempêtes.

En augmentant la vulnérabilité dans les pays en développement, le changement climatique aggravera les inégalités, les pays les moins avancés et les petits États insulaires étant les plus touchés. Comme l'indiquent Dodman, Ayers et Huq (2009, p. 152), « (L)'inégale répartition des risques liés au changement climatique reflète l'inégale répartition des risques liés aux catastrophes naturelles : en 2007, l'Asie a été la région la plus durement touchée et éprouvée par les catastrophes naturelles, puisqu'elle a été frappée par 37 % des catastrophes signalées et qu'on y a dénombré 90 % des victimes signalées. » En d'autres termes, les populations n'ayant accès qu'à des ressources limitées et que plus rarement à des emplois décents continueront d'être les plus touchées par les effets négatifs du changement climatique.

Le problème de l'adaptation est en substance un problème de développement. Il faudra, pour y faire face, mobiliser des investissements importants, non seulement pour protéger contre le changement climatique les projets existants et prendre des mesures efficaces face aux catastrophes naturelles, mais aussi pour diversifier l'activité économique et remédier à toute une série de vulnérabilités interdépendantes qui exposent d'ores et déjà les communautés à des menaces liées à des modifications peu importantes des variables climatiques.

D'aucuns se demandent si nous avons besoin de mesures d'atténuation ou d'adaptation : en fait, nous avons besoin des ces deux types d'interventions. Pour un certain nombre de pays, le problème de l'adaptation revêt une très grande importance. Toutefois, dans de nombreux cas, il est difficile d'établir une distinction claire entre l'adaptation et l'atténuation, par exemple, les mesures d'économies d'énergie pourraient relever aussi bien de l'atténuation que de l'adaptation. Le chapitre III revient plus en détail sur ce débat.

Le changement climatique aggravera les inégalités, les pays les moins avancés et les petits États insulaires étant les plus touchés

Le problème de l'adaptation est en substance un problème de développement

Encadré I.3

La dette carbone

Les scientifiques se sont entendus sur un seuil de réchauffement climatique non catastrophique de 2 °C au-dessus des niveaux préindustriels. Selon une évaluation récente (Meinshausen *et al.*, 2009), cela revient à fixer une limite de 1 440 gigatonnes (Gt) [soit l'équivalent de 393 Gt de carbone] aux quantités de CO₂ qui pourront être rejetées dans l'atmosphère entre 2000 et 2050, si nous voulons avoir une chance sur deux de rester en deçà de ce seuil. Pour avoir 75 % de chances de rester sur la bonne voie, nous devrions ne pas émettre plus de 1 billion de tonnes de CO₂ (273 Gt de carbone) au total. En 2000, 271 Gt de carbone avaient déjà été rejetées dans l'atmosphère^a, dont 209 GtC (77 % du total) avaient été émises par les pays visés à l'annexe I.

^a Climate Analysis Indicators Tool (CAIT), version 6.0. (Washington, D.C., World Resources Institute, 2009).

Un scénario associé à l'hypothèse d'une chance sur deux de demeurer en deçà du seuil de 2 °C implique une réduction des émissions mondiales de 50 % par rapport aux niveaux de 1990. La grande question qui se pose est celle de savoir comment y arriver. Selon ce scénario, la limite des émissions pour la période 1850-2050 est de 650 GtC. Conformément à la règle de partage proposée par de nombreux pays européens afin de vaincre les réticences des grands pays en développement et les amener à coopérer activement au régime post-Kyoto (ce que l'on appelle la « vision commune »), les pays visés à l'annexe I devraient assumer 85 % de la charge totale de réduction des émissions. Cela impliquerait l'émission de 85 Gt de carbone supplémentaires pour ce groupe de pays pendant la période 2000-2050, et une quantité totale d'émissions de 314 GtC. En d'autres termes, ces pays seraient autorisés à consommer 48 % du budget carbone disponible.

C'est là un chiffre très supérieur à leur part de la population mondiale. C'est pourquoi ces pays ne devraient consommer que 21 % du budget carbone mondial pendant la période 1850-2050, laissant 79 % aux autres pays. Cela impliquerait un quota de 137 GtC pour les pays visés à l'annexe I. Étant donné qu'ils ont déjà utilisé 209 GtC et comptent en consommer 85 GtC supplémentaires d'ici à 2050, ils auraient consommé 177 GtC au-delà de leur part « équitable ». En revanche, les pays non visés à l'annexe I devraient limiter leurs émissions à 336 GtC sur l'ensemble de la période. De surcroît, la tarification de cette dette peut donner une indication de la réparation à accorder aux pays en développement en vertu de ce scénario pour les aider à financer leur transition vers une voie de développement peu génératrice de carbone et à forte croissance.

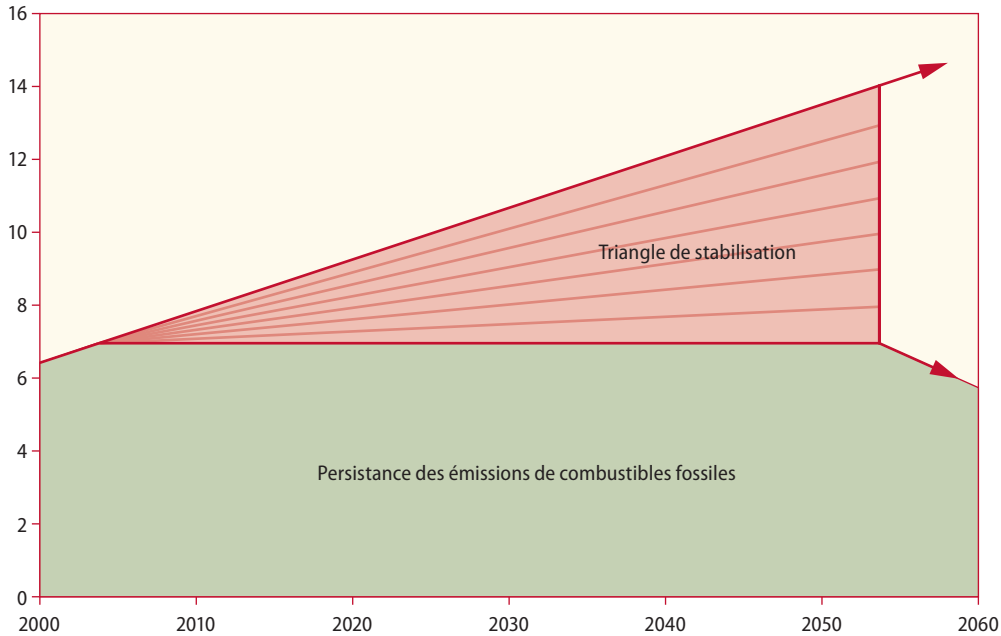
Problèmes d'atténuation communs mais différenciés

Il s'impose de prendre sans autres atermoiements des mesures énergiques pour protéger le climat

À la lumière des preuves scientifiques accumulées, la présente *Étude* considère l'objectif de 2 °C concernant la stabilisation des concentrations de carbone, c'est-à-dire une augmentation maximale des températures de 2 °C au-dessus des niveaux préindustriels, comme approprié pour exclure toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique. Un niveau de réduction des émissions à l'échelle mondiale compris entre 50 et 80 % d'ici à 2050 est jugé indispensable. Même ces concentrations d'émissions estimatives font peser un risque sur le climat, comme le GIEC l'a signalé et comme d'autres spécialistes l'ont écrit; il s'impose donc de prendre sans autres atermoiements des mesures énergiques pour protéger le climat.

Comme Stern (2009) l'indique, la réussite de la transition vers une économie peu génératrice de carbone dépendra de la date à laquelle nous nous y engagerons et du temps dont nous disposerons pour exploiter les cycles de vie des investissements dans les nouvelles technologies et les cycles de développement de ces technologies. Le point de départ actuel est de 430 ppm CO₂e et plus longtemps la prise de mesures sera retardée, plus élevés seront les coûts, dans la mesure où l'on se rapproche du seuil au-delà duquel les niveaux dangereux seraient atteints. Les pays avancés devront faire plus et agir vite (voir chap. II) à la fois chez eux pour réduire les réserves d'émissions et pour aider les pays en développement à décélérer

Figure I.4
Coins de stabilisation d'émissions, 2000-2060



Source : Grubb (2004).

Notes : Par rapport à un avenir fondé sur le scénario de statu quo, dans lequel les émissions de CO₂ doublent en passant de 7 Gt de carbone par an à 14 Gt de carbone par an d'ici au milieu du siècle à peu près, la stabilisation des émissions requiert un « triangle de stabilisation » qui se développe jusqu'à économiser 7 Gt de carbone par an d'ici au milieu du siècle. Chaque « coin » suit une croissance linéaire en passant de zéro aujourd'hui à 1 Gt de carbone par an en 2054.

le flux d'émissions et à mettre en œuvre une voie de développement viable grâce auquel ils puissent ultérieurement commencer à décarburer leur propre économie (voir encadré I.3).

Les chercheurs ont utilisé à la fois des données tirées d'études de cas et des exercices de modélisation pour se faire une meilleure idée des coûts de l'atténuation. Mettant en œuvre la première méthode, McKinsey & Company ont établi un classement des mesures d'atténuation en fonction de leur coût (on y revient au chap. II). D'autres ont répertorié des « coins » de technologies de substitution¹¹, dont chacun pourrait supprimer une certaine quantité d'émissions chaque année, ce qui permettrait de stabiliser les émissions en 2050 et d'obtenir par la suite des réductions à l'échelle de la planète (Pacala et Socolow, 2004; et figure I.4). On a également utilisé des modèles du type du modèle d'évaluation intégrée pour établir les coûts d'atténuation. Ces deux méthodes ne s'excluent toutefois pas mutuellement. Les chapitres suivants fournissent diverses estimations.

Les valeurs absolues des investissements nécessaires peuvent sembler très élevées, mais le coût de l'inaction l'est encore plus. Il est clair également que plus le niveau de stabilisation retenu est bas, plus l'avenir sera assuré, mais à un coût d'investissement initial plus élevé. Comme indiqué plus haut, d'une manière très générale, même un coût annuel aussi élevé que 2 % du PIB est faible si on le compare aux dommages qui pourraient résulter de la modalité consistant à maintenir le statu quo. On voit que le rapport coûts/avantages favorise très nettement la prise de mesures visant à atténuer d'urgence le changement climatique.

Les valeurs absolues des investissements nécessaires peuvent sembler très élevées, mais le coût de l'inaction l'est encore plus

¹¹ Les « coins » potentiels peuvent prendre bien des formes différentes, comme l'amélioration du rendement des automobiles, des appareils et des centrales électriques, l'allocation d'une part plus importante de l'approvisionnement énergétique à l'énergie nucléaire, aux énergies renouvelables et au captage et au stockage du carbone, et à l'extension des réserves de biocarbone dans le cadre de la gestion des forêts et des sols.

Définir les voies de développement peu génératrices de carbone et à forte croissance

Les problèmes de politique générale inhérents au choix d'une telle voie ne peuvent qu'être différents pour des pays parvenus à des niveaux de développement différents. Pour les pays avancés, la nécessaire réorientation de l'activité économique pour garantir des réductions importantes des réserves d'émissions actuelles devra s'accompagner d'un retour au plein emploi et d'une amélioration de la sécurité énergétique. Cet impératif est au cœur du programme de création d'« emplois verts » auquel les récentes mesures de relance économique ont donné une nouvelle impulsion (voir encadré I.4). Pour nombre de pays en développement, la diversification de l'activité économique appelée à mettre moins l'accent sur le secteur primaire et l'industrie manufacturière à faible valeur ajoutée, et la nécessité de lutter contre la pauvreté et d'œuvrer à une intégration plus équilibrée dans l'économie mondiale demeurent des objectifs de politique générale essentiels.

Encadré I.4

Emplois verts

L'Initiative pour des emplois verts a été lancée en juin 2007 sous la forme d'un partenariat entre le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), la Confédération syndicale internationale, l'Organisation internationale des employeurs (OIE) et l'Organisation internationale du Travail (OIT). Elle se propose de promouvoir les liens entre la viabilité écologique et les marchés de l'emploi et du travail.

Les emplois verts sont définis comme des emplois qui réduisent l'impact des entreprises et des secteurs économiques sur l'environnement, pour le maintenir à des niveaux considérés comme écologiquement durables. Ces emplois existent dans nombre de secteurs, de la fourniture d'énergie au recyclage et de l'agriculture au bâtiment et génie civil et aux transports. Ils contribuent à réduire la consommation d'énergie, de matières premières et d'eau grâce à des stratégies à haut rendement, à décarburer l'économie et à réduire les émissions de GES, à limiter autant que possible ou à éliminer complètement la production de déchets et la pollution, et à protéger et à restaurer les écosystèmes et la diversité biologique. Les emplois verts peuvent donc apporter une contribution essentielle à la réduction de l'empreinte environnementale de l'activité économique. La croissance rapide des emplois verts ou assimilés et les effets d'entraînement marqués sous la forme d'emplois indirects sont un fait : les emplois dans le secteur allemand des énergies renouvelables, par exemple, ont été multipliés par trois ou quatre entre 1998 et 2006.

On est amené à faire un certain nombre d'observations revêtant une importance particulière pour l'analyse de la question des emplois verts. Tout d'abord, il en existe déjà un grand nombre dans le monde (tableau 1); d'ailleurs, la moitié des emplois du secteur des énergies renouvelables se trouvent dans le monde en développement. Ensuite, certains emplois verts sont associés aux nouvelles industries vertes (telles que celles qui exploitent les énergies renouvelables) et il va de soi que certains de ces emplois sont également nouveaux eux-mêmes, comme dans l'exemple de l'ingénieur en piles photovoltaïques (tableau 2). D'un autre côté, dans les années à venir, un autre phénomène sera beaucoup plus répandu, à savoir la transformation en emplois verts des emplois existant dans les secteurs d'activité professionnelle classiques.

Les nouvelles professions et la transformation des professions existantes poseront en fait un défi de taille aux systèmes d'éducation et de formation professionnelle, même si l'immense majorité des emplois verts sont offerts dans les mêmes secteurs d'emplois qu'aujourd'hui, comme l'indique le tableau ci-après. Prenons l'exemple du métier de technicien automobile en rapport avec le lancement des véhicules hybrides. C'est un métier traditionnel qui devra donner lieu à l'apprentissage de nouvelles techniques. En fait, l'absence de mesures adéquates ou rapides de la part de ceux qui offrent des emplois sur le marché du travail sous la forme de programmes de recyclage et de mise à niveau constitue un frein à l'action entreprise pour assurer la viabilité écologique.

Source : OIT, Département des stratégies en matière d'emploi.

Encadré 1.4 (suite)

Tableau 1
Estimations concernant l'emploi dans le secteur des énergies renouvelables,
certaines pays et ensemble du monde, 2006

Source d'énergie renouvelable	Ensemble du monde ^a	Certains pays	
Énergie éolienne	300 000	Allemagne	82 100
		États-Unis	36 800
		Espagne	35 000
		Chine	22 200
		Danemark	21 000
		Inde	10 000
Énergie solaire photovoltaïque	170 000	Chine	55 000
		Allemagne	35 000
		Espagne	26 449
		États-Unis	15 700
Énergie solaire thermique	624 000	Chine	600 000
		Allemagne	13 300
		Espagne	9 142
		États-Unis	1 900
Biomasse	1 174 000	Brésil	500 000
		États-Unis	312 200
		Chine	266 000
		Allemagne	95 400
		Espagne	10 349
Énergie hydraulique	39 000	Europe	20 000
		États-Unis	19 000
Énergie géothermique	25 000	États-Unis	21 000
		Allemagne	4 200
Énergies renouvelables : total	2 332 200		

^a À savoir les pays pour lesquels des données étaient disponibles.

Source : Programme des Nations Unies pour l'environnement, Organisation internationale du Travail et al. (2008).

Tableau 2
Une économie plus respectueuse de l'environnement et des activités professionnelles bien connues

Stratégies d'investissement pour une économie respectueuse de l'environnement	Emplois représentatifs
Bâtiment, rattrapage	Électriciens, installateurs d'appareils de chauffage ou de climatisation, menuisiers, opérateurs d'engins de construction, couvreurs, techniciens en isolation, conducteurs de chariots élévateurs, maîtres d'œuvre, inspecteurs en bâtiment
Transports en commun	Ingénieurs de génie civil, poseurs de voies ferrées, électriciens, soudeurs, fabricants de métaux, monteurs de moteurs, assistants de production, chauffeurs d'autobus, contrôleur des transports de première ligne, régulateurs
Véhicules à bon rendement énergétique	Ingénieurs logiciel, électrotechniciens, techniciens d'ingénierie, soudeurs, peintres en carrosserie, fabricants de métaux, opérateurs de machines à commande numérique, monteurs de moteurs, assistants de production, chefs d'exploitation, mécaniciens
Énergie éolienne	Ingénieurs en environnement, métallurgistes (fer et acier), monteurs d'éoliennes, tôliers, machinistes, monteurs de matériel électrique, opérateurs d'engins de construction, conducteurs de chariots élévateurs, directeurs de production industrielle, contrôleurs de production de première ligne

Encadré 1.4 (suite)

Énergie solaire	Électrotechniciens, électriciens, mécaniciens industriels, soudeurs, fabricants de métaux, monteurs de matériels électriques, opérateurs d'engins de construction, assistants en installation, manœuvres, directeurs de la construction
Biocarburants celluloseux	Ingénieurs chimistes, chimistes, agents de matériel chimique, techniciens chimiques, opérateurs de mélangeurs, travailleurs agricoles, conducteurs de chariots élévateurs, acheteurs en produits agricoles, superviseurs agricoles et forestiers, inspecteurs agricoles

Source : Pollin et Wicks-Lim (2008).

Changement progressif ou forte poussée ?

Il existe peu de précédents historiques pour le type de transition envisagé dans le cadre d'une voie de développement peu génératrice de carbone. À certains égards, la bonne méthode consiste à inciter les entreprises privées à abandonner progressivement leurs activités fortement polluées et à investir dans de nouvelles technologies respectueuses du climat, à haut risque et à haut rendement. Un programme de gouvernance de qualité qui fixe un prix pour le carbone, garantit la solidité des droits de propriété intellectuelle et supprime les subventions à effet de distorsion accordées au titre d'activités fortement polluées instaure, pense-t-on, un climat favorable à l'investissement (Fonds monétaire international, 2008a).

C'est une « forte poussée » qu'il faudrait appliquer pour ouvrir une voie de développement peu génératrice de carbone efficace et engager un processus d'intégration dans l'économie mondiale différent

On peut également concevoir que la nature du problème que pose cette transition nécessite une série d'investissements importants et de longue durée dans la production et la consommation d'énergie, l'utilisation des sols en milieu urbain et rural, l'organisation des transports, etc., investissements qui devraient être réalisés simultanément si l'on veut qu'ils produisent un effet important sur le changement climatique. C'est la méthode retenue dans la présente *Étude*. En elles-mêmes, les mesures d'incitation par les prix ont peu de chances de fournir l'impulsion nécessaire à la réalisation ou au maintien des investissements requis. C'est plutôt une « forte poussée » qu'il faut appliquer pour ouvrir une voie de développement peu génératrice de carbone qui soit efficace. On retrouve là des questions abordées depuis longtemps dans les ouvrages sur le développement, concernant les problèmes de mobilisation d'investissements auxquels font face les pays pauvres et les rôles respectifs des secteurs public et privé s'agissant des impulsions à donner dans ce domaine. C'est également attirer l'attention sur les dimensions du problème de financement qui se posera aux pays en développement au moment d'emprunter la voie d'un développement peu génératrice de carbone et à forte croissance. Nous reviendrons plus en détail sur ces questions aux chapitres II, IV et VI.

La technologie est-elle la clef du succès ?

Le double problème consistant à atteindre des objectifs de développement, notamment par l'industrialisation, et de maîtriser les émissions et de réduire la dépendance à l'égard du carbone nécessitera au cours des 10 au 20 prochaines années la mise en œuvre de technologies nouvelles, puissantes et capables d'évoluer rapidement : des technologies qui transforment non seulement les modes de production, de distribution et d'utilisation de l'énergie, mais aussi les modalités de l'aide à fournir aux pays vulnérables pour qu'ils puissent s'adapter à

l'élévation inévitable des températures mondiales. À certains égards, une solution technologique est tout ce que l'on puisse espérer.

Pourtant, si l'on s'accorde généralement à penser que la technologie jouera un rôle central s'agissant de relever ce double défi, des divergences subsistent sur la manière de renforcer le savoir-faire et les capacités technologiques, compte particulièrement tenu des écarts importants qui existent entre les pays riches et les pays pauvres. D'aucuns pensent qu'un renforcement de la protection des droits de propriété intellectuelle, visant à la fois à stimuler l'innovation locale et à attirer les investissements étrangers directs (IED), est indispensable pour sauter l'étape des technologies anciennes et s'engager sur la voie des technologies moins polluantes. D'autres, non seulement doutent de l'efficacité de tels mécanismes pour ce qui est de générer le niveau requis d'activités innovantes, mais aussi considèrent qu'ils pourraient constituer des obstacles importants pour les pays en développement (voir chap. V).

L'histoire montre que, dans d'importants secteurs de la mise au point de technologies, l'appui de l'État a dépassé la phase de recherche-développement pour s'étendre à celle de la commercialisation, par exemple par le biais des marchés publics et de mesures telles que les garanties de prêts au titre de la construction d'immeubles et de l'investissement d'équipement. Ces interventions s'inscrivent dans le cadre général des politiques industrielles. Au demeurant, le progrès technologique n'est pas indépendant de l'investissement dans le capital matériel et le capital humain. Le fait qu'un gros effort d'investissement englobera probablement les nouvelles technologies nous rappelle que les problèmes de politique générale se recouvrent partiellement.

Certains mettent en doute le bien-fondé de cette approche, en épingleant la pratique coûteuse consistant à anticiper le marché et « choisir les gagnants », c'est-à-dire à appliquer des politiques telles que les crédits bonifiés et la protection des industries naissantes pour soutenir une branche d'activité ou une technologie plutôt qu'une autre. D'autres estiment que l'expérimentation, qu'il s'agisse de nouvelles technologies ou de technologies anciennes mais n'ayant encore jamais été essayées, comporte un apprentissage et ne permet pas de garantir les résultats. Ces initiatives, qu'elles relèvent du secteur privé ou du secteur public, invitent à socialiser les risques en cause. Ces questions sont traitées plus en détail aux chapitres IV et V.

Un programme d'intérêt public élargi

S'il est vrai que le climat possède les caractéristiques d'un bien public mondial, il semblerait que les principaux enjeux de politique générale qui découlent de ce fait soient de mettre fin aux privilèges injustifiés, de renforcer les droits de propriété et de mettre en œuvre une gouvernance collective de qualité. Toutefois, comme indiqué plus haut, ce serait énoncer le problème d'une manière trop restrictive, en partie parce que, dans le cas du climat, il y a bel et bien rivalité dans l'utilisation, sans parler des problèmes de répartition. De plus, la réalisation d'une croissance rapide dans les pays en développement et du plein emploi dans les pays avancés dans le cadre d'une voie peu génératrice de carbone amènera presque à coup sûr à prendre des décisions complexes en ce qui concerne les modes de consommation, les établissements humains, les transports et l'urbanisation, décisions qui impliquent des choix et des arbitrages difficiles liés aux utilisations concurrentes des ressources. Qui plus est, le problème climatique est difficile à séparer des autres problèmes, à savoir ceux qui concernent la sécurité alimentaire et énergétique et la santé mondiale.

Les différences d'approches des questions de politique générale tiennent aux divergences de vues quant au meilleur moyen de régler ces problèmes : convient-il de renoncer pro-

Dans d'importants secteurs de la mise au point de technologies, l'appui de l'État a dépassé la phase de recherche-développement pour s'étendre à celle de la commercialisation

Le problème climatique est difficile à séparer des autres problèmes, à savoir ceux qui concernent la sécurité alimentaire et énergétique et la santé mondiale

Une question essentielle est soulevée, à savoir celle des rôles respectifs devant revenir au secteur privé et au secteur public pour ce qui est de réaliser les investissements nécessaires à un développement peu générateur de carbone et à forte croissance

gressivement aux scénarios de statu quo ou de mettre en œuvre une véritable transformation ? Une question essentielle est alors soulevée, à savoir celle des rôles respectifs devant revenir au secteur privé et au secteur public pour ce qui est de réaliser les investissements nécessaires à un développement peu générateur de carbone et à forte croissance. Les gouvernements peuvent, par exemple, instaurer un prix du carbone par le biais soit d'une taxe carbone, soit d'une politique de plafonnement et d'échange, soit d'une solution panachant ces deux modes d'action, assortie d'une solide réglementation. Dans les pays développés, le débat concernant le problème du climat tourne pour l'essentiel autour de l'efficacité relative des différentes modalités d'instauration d'un prix du carbone. Dans les pays en développement, il faut s'attendre à ce que l'éventail de solutions retenues soit différent, un rôle nettement plus important étant dévolu à l'investissement public et aux politiques industrielles ciblées. En tout état de cause, à tous les niveaux de développement, toute la panoplie des moyens d'intervention, qu'il s'agisse des incitations par les prix, des taxes et subventions, de la réglementation et des mesures budgétaires, monétaires et financières, doit être mise en œuvre pour faire face à ces problèmes. De plus, une fois que les dimensions, la complexité et l'urgence du problème seront reconnues, la garantie de la marge de manœuvre politique nécessaire à l'utilisation de tous ces instruments et de toutes ces mesures apparaîtra comme un élément déterminant du succès.

Un développement peu générateur d'émissions et à forte croissance est-il réalisable ?

Le scénario à faibles émissions et à forte croissance

Afin d'évaluer différents scénarios concernant les incidences d'un effort d'investissement consenti pour remédier aux problèmes combinés de la croissance de rattrapage et du changement climatique, on a procédé à une simulation à l'aide du modèle mondial de politique (GPM) du Département des affaires économiques et sociales du Secrétariat de l'ONU. Ce modèle a été conçu pour étudier les répercussions de scénarios de politique macroéconomique dans une économie mondiale interdépendante. Il est centré sur les rapports macroéconomiques standard, notamment les spécifications complètes et les estimations économétriques de l'ajustement des stocks et des flux des actifs et passifs réels et financiers. Il comporte une caractéristique à long terme importante, à savoir l'hypothèse d'un accroissement de productivité endogène généré par des économies d'échelle. Selon cette hypothèse, les politiques publiques affectant la demande globale et la taille du marché auront des effets de croissance à long terme. Lorsqu'il constate des contraintes pesant sur l'offre, le modèle ajuste les prix et les taux de change, en tenant compte également des réponses macroéconomiques endogènes (basées sur le comportement antérieur) et des ajustements opérés sur les marchés financiers. Les contraintes pesant sur l'offre nées des pressions exercées sur les ressources naturelles et énergétiques déclenchent une augmentation des prix mondiaux des produits de base et des combustibles, ce qui a un impact sur la production et la consommation à travers l'ensemble du système. La version de base du modèle distingue 16 pays et groupes de pays¹².

¹² Ce sont les États-Unis d'Amérique, l'Europe occidentale et orientale, le Japon, les autres pays développés, les économies des pays nouvellement industrialisés d'Asie orientale, la Communauté d'États indépendants (CEI) [sont ici englobés, pour des raisons de cohérence des données historiques, tous les pays de l'ex-URSS], la Chine, l'Asie occidentale (à l'exclusion d'Israël, classé avec les « autres pays développés »),

Essentiellement macroéconomique, ce modèle n'en présente pas moins simultanément la production et la demande d'énergie pour les groupes de pays et un marché international (un pool) qui établit le prix d'équilibre. La demande d'énergie est estimée sur la base d'observations historiques, et le modèle reconstitue les changements par rapport à la production (revenu), à la population et à l'état de la technologie évalués sous la forme du revenu relatif par habitant, et par rapport au prix international. La production de l'énergie est présumée être déterminée par les ressources énergétiques nationales, la technologie et la dynamique de la demande liée à l'évolution de la structure de la production, des modèles de consommation et des prix relatifs de l'énergie. Le modèle ne spécifie pas les émissions de carbone découlant de l'activité économique; les conclusions concernant les scénarios relatifs au changement climatique sont donc déduites des tendances du rendement énergétique et de l'utilisation de l'énergie.

Le scénario de statu quo utilisé aux fins de la présente analyse se base sur l'hypothèse selon laquelle l'économie mondiale sortira de la crise financière en 2010. De plus, le retour au modèle de croissance antérieur prolongera les tendances actuelles de l'intensité énergétique (importantes émissions) et l'inégalité économique des décennies antérieures. En d'autres termes, dans le scénario de statu quo, le monde reprendrait le chemin d'une croissance réputée non viable du point de vue du développement comme de l'environnement.

L'autre scénario, fondé sur un développement peu générateur de carbone et à forte croissance, ayant été construit en rupture avec le scénario précédent, repose sur la coordination des politiques au niveau international. Les trois types d'ajustement ci-après sont envisagés :

- On attend des pays du monde qu'ils augmentent le niveau des dépenses publiques de 1 à 5 % du PIB, les pays développés se situant dans la partie basse de cette fourchette et les pays en développement dans sa partie haute. L'effort d'investissement devrait entraîner une accélération de la croissance économique et il s'étendra aux initiatives prises pour améliorer le rendement énergétique, et contribuera à l'accroissement de l'offre de produits de base et de l'offre alimentaire à un rythme compatible avec la croissance du revenu mondial.
- L'effort d'investissement et les accords internationaux devraient contribuer à réduire la demande d'énergie générant des émissions importantes (par le biais d'un mécanisme de plafonnement et d'échange, par exemple) afin de faire baisser le niveau d'émissions et d'accroître le rendement énergétique. Cette amélioration du rendement énergétique est compatible avec les tendances des investissements dont il est question plus loin.
- La résilience économique des pays en développement, et en particulier des plus pauvres d'entre eux, est renforcée par l'accès sans réserve et en franchise de droits aux marchés des pays développés qui leur est accordé, ce qui facilite la diversification de leur économie.

l'Inde, les autres pays d'Asie du Sud (Afghanistan, Bangladesh, Sri Lanka, Népal et Pakistan), les pays à revenu intermédiaire d'Asie orientale (à l'exclusion des pays nouvellement industrialisés), les pays à faible revenu d'Asie orientale, l'Amérique centrale (y compris le Mexique et les Caraïbes), l'Amérique du Sud, les pays à revenu intermédiaire d'Afrique et les pays à faible revenu d'Afrique.

Rendement énergétique et diversification énergétique

Pour évaluer les implications d'un changement de cap, les niveaux d'investissements publics dans les infrastructures, la diversification de l'activité économique et l'approvisionnement énergétique sont relevés par les gouvernements dans tous les groupes de pays. Comme nous le verrons au chapitre IV, une fois pris en considération les éventuels mécanismes financiers d'« éviction », on constate que, tout compte fait, ces dépenses publiques « attirent » l'investissement privé. L'hypothèse selon laquelle les injections d'investissements publics peuvent accroître le rendement énergétique a été basée sur des données empiriques concernant un certain nombre de pays qui ont réalisé des changements d'orientation importants dans un passé récent (voir tableau I.6). Le rendement énergétique représente ici le taux d'accroissement en kilogrammes d'équivalent pétrole par unité produite exprimée en dollars réels. Les chiffres correspondent à des moyennes calculées sur 20 ans pour la période 1970-1990, au cours de laquelle ces pays se sont employés à augmenter le rendement énergétique pour faire face à divers chocs sur les prix du pétrole. Les investissements d'économies d'énergie ont diminué de 50 à 200 % la consommation d'énergie par unité produite.

Le premier élément principal de la stratégie à faibles émissions de carbone et à forte croissance simulée avec le modèle mondial de politique est donc constitué par les injections d'investissements publics qui, pour les pays en développement, seraient au moins aussi déterminantes que pour les cas présentés dans le tableau I.7. Ces chocs positifs produisent des résultats différents en fonction de la structure économique héritée et des schémas institutionnels enregistrés dans les spécifications économétriques. Le tableau récapitule les résultats sous la forme de moyennes sur 20 ans à la fin de la période de simulation, en 2030.

Ces résultats, même s'ils peuvent sembler ambitieux au premier abord, n'en sont pas moins plausibles eu égard aux réussites attestées. Les pays développés réaliseraient des gains de rendement très élevés, presque aussi élevés que dans le meilleur des cas présentés plus haut, moyennant toutefois un investissement légèrement supérieur. Parallèlement, les gains de rendement escomptés pour les pays en développement seraient très supérieurs à leurs résultats antérieurs, mais l'impulsion donnée par les investissements est aussi nettement supérieure et s'inscrit dans la durée. Il s'ensuit que les élasticités (ratio changement de politique d'investissement/rendement énergétique) seraient dans ces cas inférieures de moitié à celles du monde développé. C'est là un schéma plausible. On ne peut pas s'attendre à ce que le processus de rattrapage en matière de progrès technologique produise immédiatement des résultats. En outre, tous les investissements ne sont pas censés aller au secteur de l'énergie et certaines mesures favorisant la croissance peuvent même nécessiter un accroissement de la consommation d'énergie.

Dans son état actuel, le modèle ne permet pas d'établir avec précision la mesure dans laquelle ces améliorations de rendement énergétique pourraient se traduire par une réduction réelle de la production de combustibles fossiles et, partant, d'émissions de CO₂. Compte tenu des hypothèses retenues par le modèle, le scénario de politiques coordonnées réduirait la consommation mondiale d'énergie, évaluée en millions de tonnes d'équivalent pétrole, à un taux annuel d'environ 1 % entre 2010 et 2030¹³. Comme l'indique la figure I.5 plus loin, compte tenu d'une croissance de l'économie mondiale d'environ 5 % pendant cette période, la réduction effective par unité produite dans le monde sera d'environ 6 %, ce qui correspond en gros aux chiffres obtenus pour la demande d'énergie et indiqués plus haut (voir tableau I.7).

Compte tenu
d'une croissance
de l'économie mondiale
d'environ 5 % entre
2010 et 2030, l'utilisation
de l'énergie diminuera
d'environ 6 % par unité
produite dans le monde

¹³ L'agrégation en tonnes d'équivalent pétrole prend pour hypothèse l'évolution dans le temps de la composition actuelle de la production d'énergie.

Tableau I.6
Consommation de l'énergie et investissement total, cas de certains pays :
moyennes sur 20 ans faites en 1990

	<i>Rendement : modification des modes de consommation de l'énergie par unité produite (en %)</i>	<i>Relance : taux de croissance de l'investissement total en valeur réelle (en %)</i>	<i>Élasticité : rapport impact de l'investissement/ rendement énergétique</i>
Suisse	- 1,18	2,10	0,6
Finlande	- 2,03	4,31	0,5
France	- 3,21	3,30	1,0
Suède	- 5,79	2,59	2,2
Japon	- 1,98	4,15	0,5
États-Unis	- 2,94	3,02	1,0

Sources : Nations Unies, Annuaire des statistiques de l'énergie, différentes années; et National Accounts Statistics, différentes années.

Le scénario dont il est question ici entraînerait une réduction cumulée de la consommation de pétrole et de charbon d'environ 50 milliards de tonnes d'équivalent pétrole entre 2010 et 2030. Cette réduction représente à peu près trois fois le niveau de la consommation mondiale de combustibles fossiles en 2008. Cela n'est manifestement pas suffisant pour satisfaire à l'impératif d'une réduction comprise entre 50 et 80 % d'ici à 2050 ni à celui d'une réduction proportionnée comprise entre 25 et 40 % d'ici à 2030. En d'autres termes, l'amélioration du rendement énergétique ne suffit pas: elle devra être complétée par des investissements massifs dans les énergies renouvelables peu génératrices d'émissions, conformément aux hypothèses sur lesquelles se fondent les simulations des modèles, ce qui débouchera avec le temps sur un changement radical du panier énergétique.

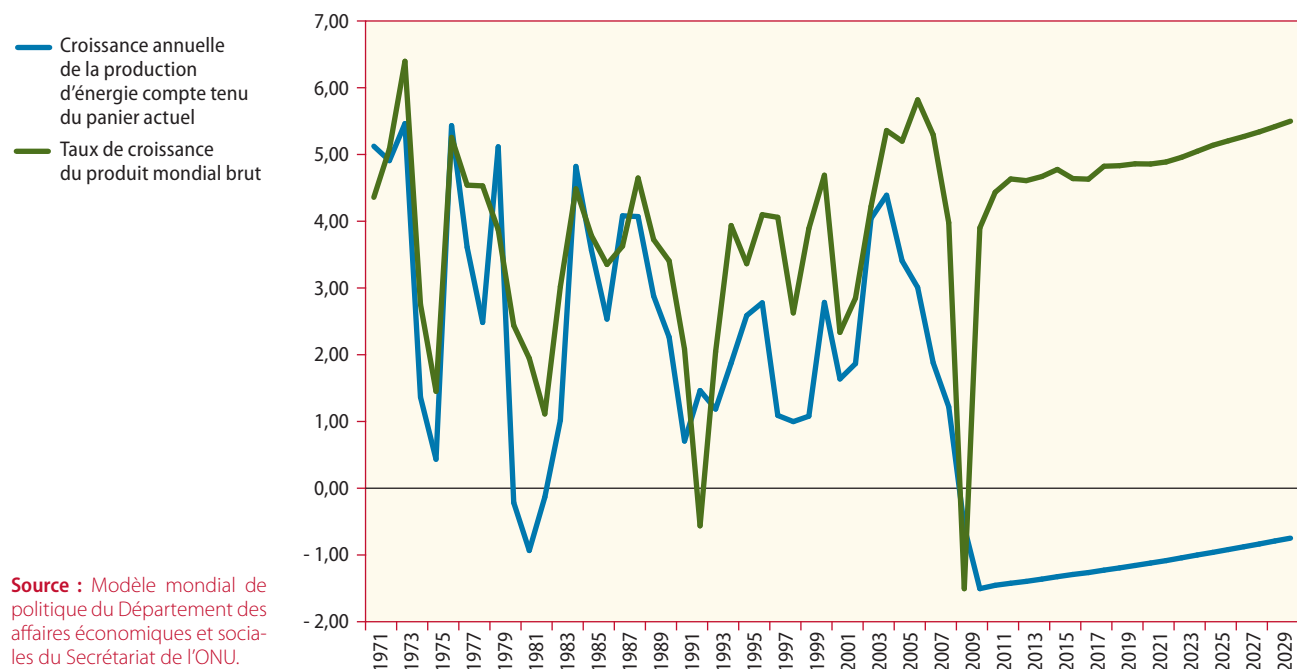
L'amélioration du rendement énergétique ne suffit pas : elle devra être complétée par des investissements massifs dans les énergies renouvelables peu génératrices d'émissions, ce qui débouchera avec le temps sur un changement radical du panier énergétique

Tableau I.7
Consommation de l'énergie et investissement total
(produit du modèle : moyennes sur 20 ans faites en 2030)

	<i>Rendement : modification des modes de consommation de l'énergie par unité produite (en %)</i>	<i>Relance : taux de croissance de l'investissement total en valeur réelle (en %)</i>	<i>Élasticité : rapport impact de l'investissement/ rendement énergétique</i>
Pays développés	- 5,20	2,90	1,80
Japon	- 5,00	3,75	1,30
Europe	- 4,80	2,92	1,60
États- Unis	- 5,40	2,54	2,10
Pays en développement	- 5,80	6,80	0,90
Chine	- 6,40	6,45	1,00
Pays les moins avancés	- 6,65	9,90	0,70

Source : Nations Unies, Département des affaires économiques et sociales, modèle mondial de politique.

Figure I.5
Croissance du revenu mondial et de la consommation d'énergie



Bien entendu, il s'agit là d'un scénario optimiste, l'impact de l'effort d'investissement sur le rendement énergétique pouvant ne pas donner d'aussi bons résultats que ceux du modèle. Supposons, par exemple, que l'amélioration de la consommation d'énergie par unité produite soit de l'ordre de 4 % par an au lieu de 6 %. Il resterait possible d'atteindre le même objectif de réduction de la production de combustibles fossiles (et, partant, de contamination de l'environnement) si l'on adoptait la solution qui consiste à orienter les stratégies d'investissement sur la production de combustibles non fossiles. Il faudrait alors augmenter d'environ 2 % par an sur le long terme la production d'énergie peu génératrice de carbone, impératif qui ne serait pas impossible à satisfaire. Dans une étude consacrée aux expériences de différents pays, le Département des affaires économiques et sociales du Secrétariat de l'ONU et l'Agence internationale de l'énergie atomique (2007) notent que, entre 1980 et 2000, le Brésil a augmenté la production de biocarburants et d'hydroélectricité (couvrant environ 40 % de la demande totale d'énergie) au taux de 2,25 % par an. La France a obtenu des chiffres nettement meilleurs en passant à l'énergie nucléaire¹⁴. Les sujets de préoccupation ne manquent certes pas en ce qui concerne les combustibles de substitution que représentent les biocarburants ou l'énergie nucléaire. Toutefois, d'autres sources, telles que l'énergie éolienne, l'énergie solaire et l'hydroélectricité, sont des options valides et le progrès technologique va probablement en accroître le rendement dans des proportions considérables.

¹⁴ Nations Unies, Département des affaires économiques et sociales, et Agence internationale de l'énergie atomique, « Energy indicators for sustainable development: country studies on Brazil, Cuba, Lithuania, Mexico, Russian Federation, Slovakia and Thailand » (New York, Département des affaires économiques et sociales du Secrétariat de l'ONU, 2007).

Financement ou accès aux marchés ?

Il ne fait aucun doute que la stratégie à faibles émissions et à forte croissance impliquera des coûts initiaux élevés à la fois pour les pays développés et les pays en développement. Toutefois, les premiers sont mieux placés pour progresser dans cette voie car ils disposent des ressources financières et technologiques nécessaires; mais même s'ils atteignent les objectifs proposés plus haut, cela ne suffira certainement pas pour atteindre les objectifs mondiaux relatifs au climat.

Il s'imposera donc de mettre en place des mécanismes de financement par l'intermédiaire desquels le monde développé mettra à la disposition du monde en développement les ressources dont celui-ci aura besoin pour s'engager dans cette voie. Il ne semble guère probable que les pays développés continueraient de financer un tel effort d'investissement pendant très longtemps. Pour mettre en évidence cette difficulté, le modèle mondial de politique a procédé à une autre simulation à faibles émissions et à forte croissance entièrement tributaire de l'emprunt extérieur ou de l'aide extérieure, qui est examiné en détail au chapitre VI. Il convient toutefois de noter qu'il pourrait très bien s'ensuivre que les pays en développement soient toujours tributaires des exportations de produits de base et exposés à une forte instabilité des prix, tout en restant accablés par l'accumulation des problèmes liés à leur endettement extérieur. Le scénario souligne également à quel point il importe, pour qu'une stratégie de développement véritablement durable puisse réussir, que les pays en développement prennent des mesures importantes pour diversifier leur économie vers l'industrie et les services.

Le scénario présenté ici se fonde sur l'hypothèse d'une action concertée de la part des décideurs, en particulier dans les pays industrialisés, qui encourage vivement l'amélioration de l'accès des produits manufacturés et des services des pays en développement aux marchés des pays développés. Si cette action s'accompagne d'un accord international favorisant une croissance constante de la production de denrées et de matières premières et, de ce fait, la stabilité des termes de l'échange [comme cela est le cas des prix agricoles dans l'Union européenne (UE) et ailleurs], l'expansion rapide des secteurs des produits manufacturés et des services des pays en développement profitera non seulement à ces derniers, mais aussi aux pays développés.

Toutefois, comme on le verra au chapitre VI, l'effort d'investissement initial nécessitera inévitablement la fourniture d'un appui financier par les pays développés aux pays en développement et, surtout, aux pays les moins avancés. Dès qu'un plan aura été mis en place pour accroître la part de marché des produits manufacturés et des services des pays en développement, le besoin de ressources extérieures diminuera très sensiblement. De plus, si le fardeau de l'endettement extérieur disparaissait, la combinaison de prix stables pour les produits de base et d'un accroissement soutenu des revenus du monde en développement comme du monde développé contribuerait à faire perdre beaucoup de leur intensité aux fluctuations des prix intérieurs, des taux d'intérêt, des taux de change, etc., ce qui permettrait d'éviter l'enchaînement des processus d'ajustement et de stabilisation par à-coups qui ont tant nui au développement à long terme au cours des décennies écoulées.

Pour qu'une stratégie de développement véritablement durable puisse réussir, il faut que les pays en développement prennent des mesures importantes pour diversifier leur économie vers l'industrie et les services

Dès qu'un plan aura été mis en place pour accroître la part de marché des produits manufacturés et des services des pays en développement, le besoin de ressources extérieures diminuera très sensiblement

Évaluation des résultats des simulations

Cet exercice empirique était destiné à évaluer la faisabilité économique de la voie peu génératrice d'émissions et à forte croissance postulée. Cette faisabilité ne fait aucun doute. Cette voie permet d'obtenir des améliorations sensibles en matière de réduction de la consom-

mation absolue d'énergie en dépit de taux soutenus de croissance économique mondiale, comme nous l'avons vu plus haut. Elle produit également des taux de croissance nettement supérieurs dans les pays en développement et permet aux pays développés de croître à un rythme plus rapide que dans le cadre du scénario de statu quo. Le facteur essentiel qui détermine ces tendances est l'expansion par l'investissement public. Celle-ci joue un rôle important, quoique non extraordinaire si on la rapporte à d'autres exemples et à l'expérience antérieure de certains pays. Sur le plan du revenu par habitant, ce scénario entraîne une amélioration pour tous les blocs et, en particulier, élève les pays pauvres à un niveau à partir duquel ils peuvent s'engager sur la voie d'une convergence sans à-coups et sans entrave. Enfin, cette voie contribue à la diversification des exportations, à la stabilité des termes de l'échange et à la réduction régulière des déséquilibres extérieurs qui se sont avérés intenable. Les graphiques présentés dans l'annexe au présent chapitre récapitulent ces conclusions pour les variables susmentionnées.

Les défaillances potentielles du scénario présenté ici doivent être imputées non aux principes économiques sous-jacents, mais aux processus politiques à engager pour qu'une forte poussée puisse intervenir

Il est toutefois essentiel de souligner que les défaillances potentielles de ce scénario doivent être imputées non aux principes économiques sur lesquels repose la simulation du modèle, mais aux processus politiques à engager pour qu'une aussi forte poussée puisse intervenir. Ce scénario ne peut produire des résultats que moyennant la coordination des politiques au niveau international. Il est à espérer que la crise dans laquelle l'économie mondiale se trouve actuellement plongée en raison de l'absence d'interventions de caractère proactif et l'enjeu pour l'environnement seront considérés comme suffisamment graves pour inciter les décideurs à s'engager à atteindre l'objectif commun que représente la stratégie à faibles émissions et à forte croissance.

Conclusion : la gestion des crises

C'est à John Maynard Keynes que l'on doit le mot célèbre « À long terme, nous serons tous morts ». L'angoisse existentielle de Keynes avait été provoquée par la position des décideurs au début des années 20, qui avaient choisi de remettre à plus tard la prise de mesures qui devaient pourtant être prises d'urgence pour mettre fin à des difficultés économiques immédiates, car ils croyaient que les forces du marché finiraient par assurer le redressement souhaité. C'est le type de raisonnement qui a inspiré l'élaboration des politiques économiques au cours des trois décennies écoulées. La conjugaison des menaces qui pèsent sur notre sécurité économique et celle de l'environnement donnent toutefois à sa boutade un sens beaucoup plus inquiétant.

Les chocs sur les prix survenus en 2008 sur les marchés de produits alimentaires, de combustibles et du logement ont révélé la fragilité des bases de l'économie mondiale : endettement excessif, non-réglementation des mouvements de capitaux et spéculation effrénée. Les coûts induits par la baisse de la valeur des actifs et le sauvetage d'institutions financières par l'État ont été exorbitants, tandis que des dommages de plus grande ampleur se font à présent sentir dans l'économie réelle des pays avancés, des pays émergents et des pays les moins avancés.

Pour en finir avec le « capitalisme de casino » et mettre en place des solutions à faibles émissions véritablement durables, il faudra que les décideurs tirent les dures leçons d'un passé récent

Alors que les décideurs s'emploient à redresser leur économie, l'attention s'est largement portée sur l'utilisation des programmes de relance économique pour atteindre non seulement les objectifs à court terme consistant à créer des emplois et à empêcher la saisie des maisons hypothéquées, mais aussi des objectifs à plus long terme, notamment la stabilisation du climat. Il convient de s'en féliciter. Cependant, pour en finir avec le « capitalisme de casino »

et mettre en place des solutions à faibles émissions véritablement durables, il faudra que les décideurs tirent les dures leçons d'un passé récent.

Comme l'indique l'*Étude sur la situation économique et sociale dans le monde, 2008* (Nations Unies, 2008), il a été abondamment démontré, sur la base d'expériences historiques très diverses et d'analyses riches en réflexion, que les marchés — et pas uniquement les marchés financiers — ne se réglementent pas eux-mêmes, mais dépendent de tout un éventail d'institutions, de règles, de règlements et de normes pour remédier aux défaillances de la coordination, brider leurs impulsions les plus destructrices et gérer les tensions que ces impulsions peuvent créer. On s'accorde à présent à considérer que, pour retrouver une solide santé économique, il faudra rompre avec l'agenda politique des trois dernières décennies; et si l'on attend encore qu'un nouveau consensus se dégage, il ne fait aucun doute que l'État agissant est de retour (Rudd, 2009).

La transition vers une modalité de développement à faibles émissions et à forte croissance est un enjeu de transformation qui exige précisément que l'on se démarque des modes d'approche récents et que l'on s'engage à long terme à emprunter une voie de développement nouvelle qui permette aux pays développés de retrouver le plein emploi et aux pays pauvres de rattraper le retard pris dans la croissance. Cette transition devra reposer sur des mesures d'incitation plus avisées, des réglementations plus solides et, surtout, des investissements importants, y compris dans le secteur public.

La crise actuelle nous rappelle que les institutions financières doivent se remettre à garantir les économies des particuliers et reconstituer des réseaux et niveaux de confiance stables entre l'industrie et le secteur bancaire afin d'appuyer des possibilités d'investissements socialement plus productives. Ces problèmes de politique générale se posent depuis longtemps dans nombre de pays en développement, où les marchés financiers ont maintes fois échoué à prendre des engagements à long terme. Si l'on ajoute à cela le problème du climat, on voit qu'il est d'autant plus urgent de réformer le système financier qu'il faudra mobiliser des ressources considérables au cours des décennies qui viennent et rendre des arbitrages si l'on veut que l'économie garantisse un avenir à faibles émissions.

Les forces du marché ont un rôle important à jouer, mais la véritable capacité d'impulsion devra prendre appui sur un agenda politique public solide et un contrat social revitalisé, aux niveaux tant national qu'international. Les marchés sont prédisposés à générer des informations fausses (risque de prix erronés), donnant lieu à un comportement pervers (pouvant aller du risque moral à la fraude caractérisée, en passant par la resquille) et produisant des résultats fâcheux (effet de levier excessif, prolifération de produits toxiques, pratiques comptables occultes). Dans un monde marqué par la concentration du pouvoir économique, la déformation de l'information et l'incertitude des résultats, l'instabilité systémique est une menace constamment présente (Soros, 2008). Il faut toujours garder à l'esprit les atouts et les points faibles des incitations par les prix lorsque les solutions fondées sur le marché sont appliquées au problème du climat. Lorsqu'ils s'emploient à créer un marché du carbone, par exemple, par le biais d'une taxe ou d'un système de plafonnement et d'échange, les gouvernements doivent tenir compte des limites des indications fournies par les prix s'agissant de relever un défi important et complexe quel qu'il soit — réaliser le plein emploi, rattraper le retard pris dans la croissance, garantir la stabilité financière ou s'attaquer à la crise du climat — et de gérer la menace posée par un risque catastrophique.

La crise financière actuelle est venue rappeler que les États sont les seuls agents capables de mobiliser les énormes moyens financiers et politiques nécessaires pour affronter des menaces systémiques. Elle a également démontré que les décideurs peuvent réagir très rapidement

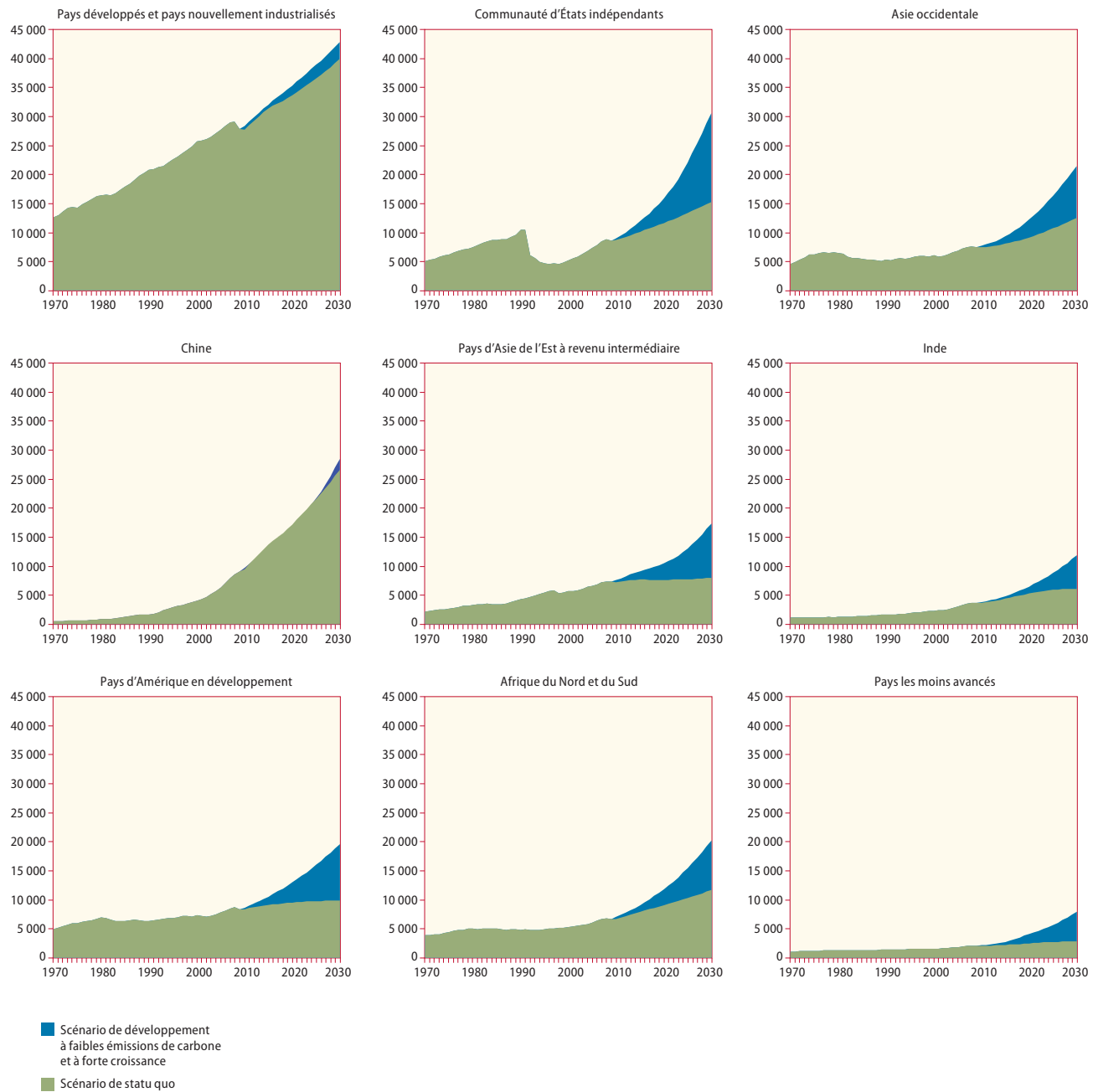
Les forces du marché ont un rôle important à jouer, mais la véritable capacité d'impulsion devra prendre appui sur un agenda politique public solide et un contrat social revitalisé

La crise financière actuelle est venue rappeler que les États sont les seuls agents capables de mobiliser les énormes moyens financiers et politiques nécessaires pour affronter des menaces systémiques

lorsqu'ils sont confrontés à des menaces de cette ampleur. Il y a lieu de s'en féliciter dans l'optique du développement comme dans celle du climat, dans la mesure où les deux problèmes impliquent d'importants engagements de ressources sur le long terme et aux niveaux tant national qu'international. Pour venir à bout de ces problèmes, il faudra non seulement surmonter les défaillances classiques du marché qui sont causées par les effets externes et la resquille, mais aussi faire face aux menaces systémiques et opérer des ajustements à grande échelle dans l'activité économique. La seule parade logique consiste à combiner les solutions reposant sur le marché avec d'autres mécanismes, notamment les réglementations et l'investissement public.

Annexes

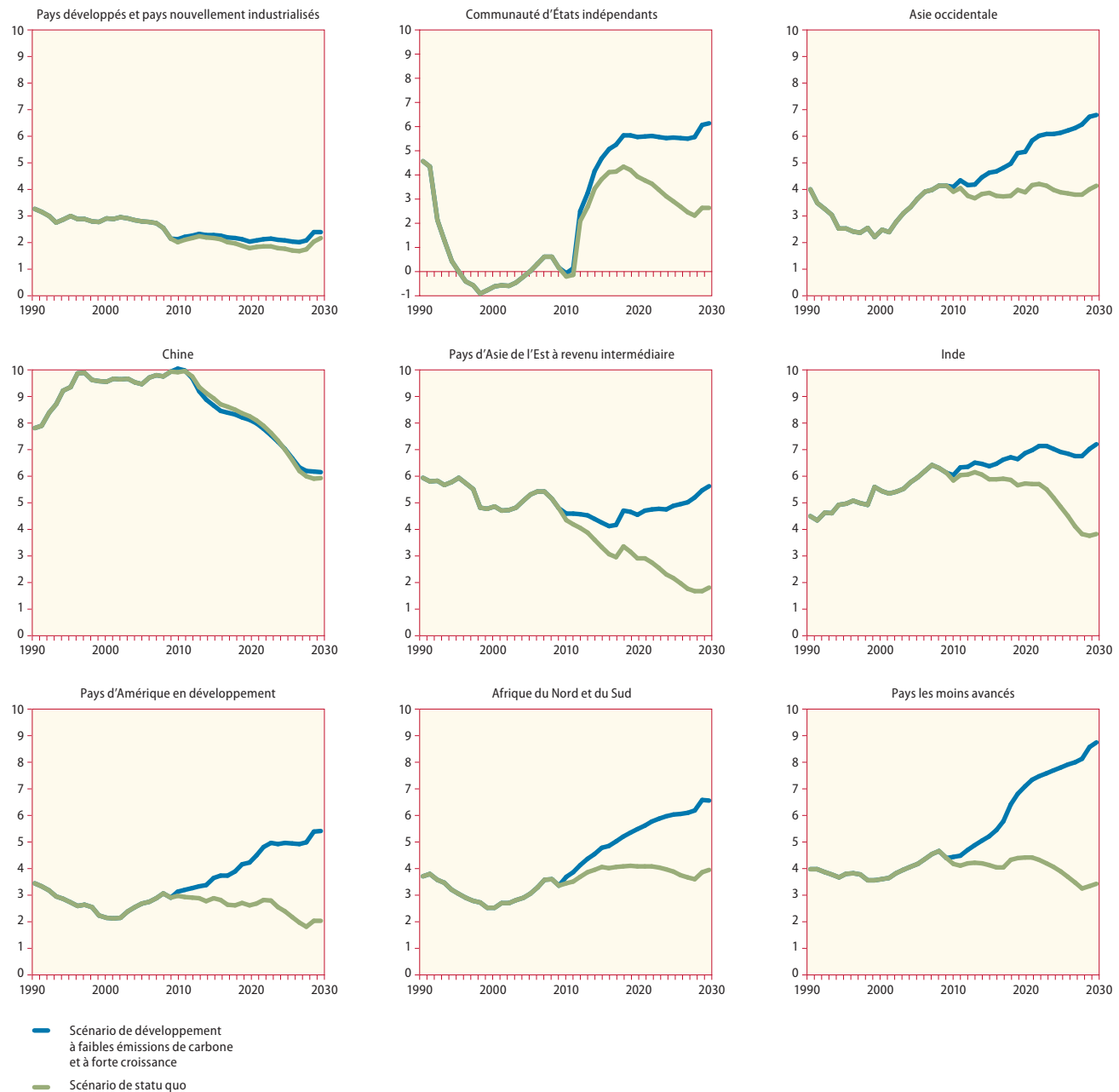
Figure A.I.1
Scénario mondial à faibles émissions et à forte croissance : évolution du revenu par habitant, selon les groupes de pays, 1970-2030 (dollars É.-U. de 2005 exprimés en parité de pouvoir d'achat)



Source : Département des affaires économiques et sociales du Secrétariat de l'ONU, simulations réalisées à partir du modèle mondial de politique (voir le corps du texte pour les hypothèses du modèle).

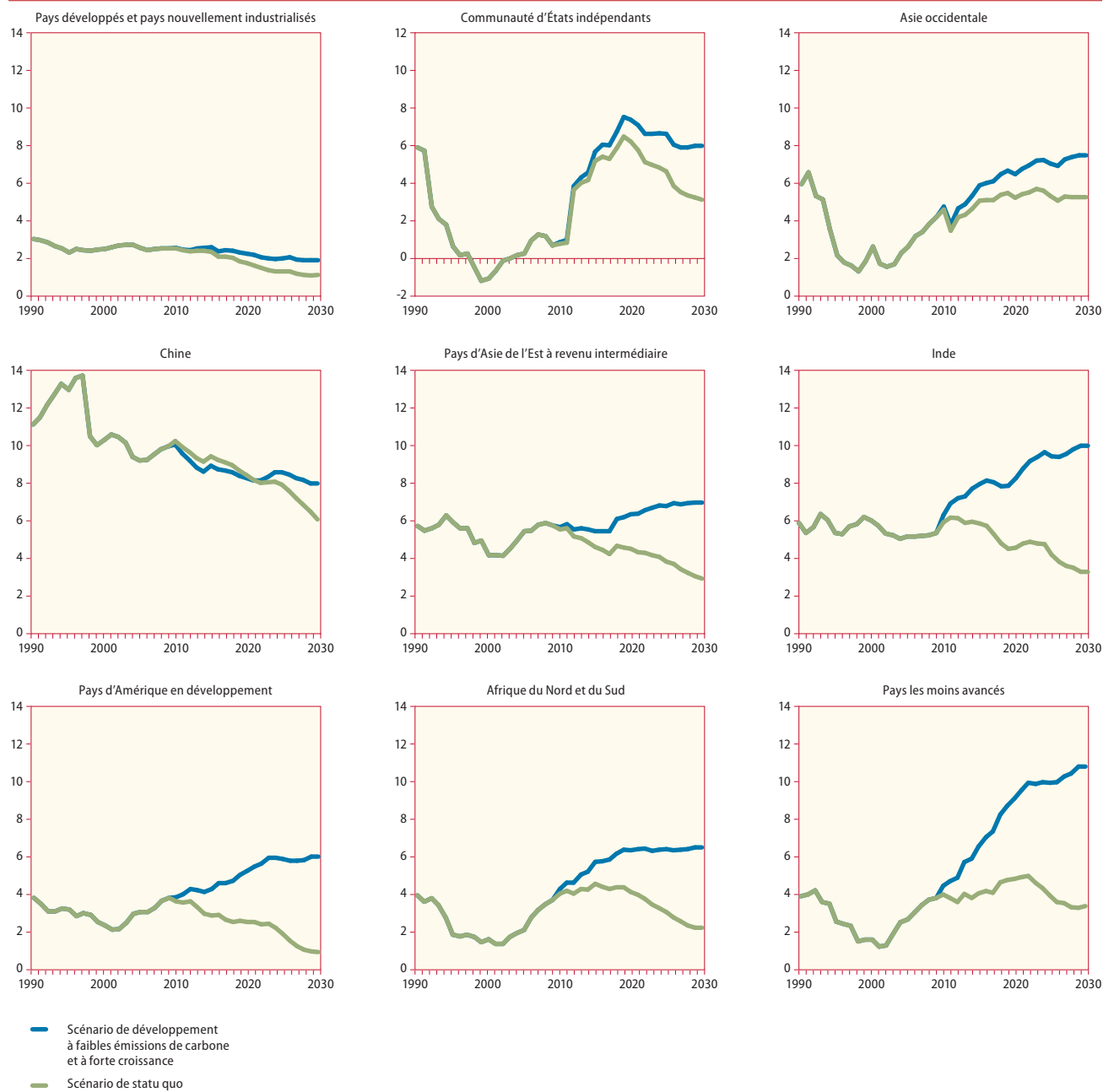
Figure A.I.2

Scénario mondial à faibles émissions et à forte croissance : croissance du PIB selon les groupes de pays, 1990-2030
[moyenne mobile sur 20 ans (pourcentage)]



Source : Département des affaires économiques et sociales du Secrétariat de l'ONU, simulations réalisées à partir du modèle mondial de politique (voir le corps du texte pour les hypothèses du modèle).

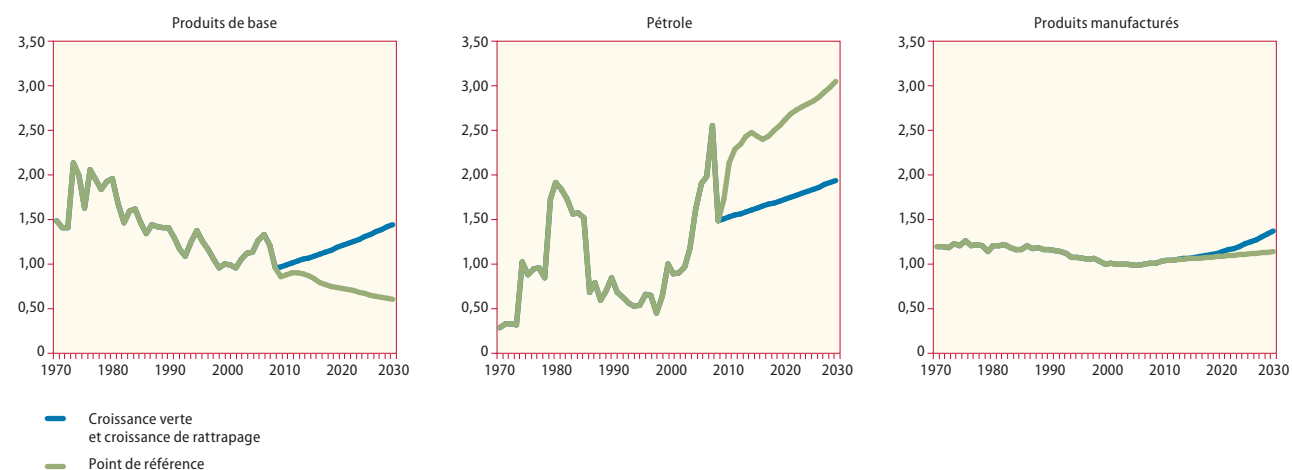
Figure A.I.3
Scénario mondial à faibles émissions et à forte croissance : croissance des dépenses publiques réelles, 1990-2030
 [croissance du revenu à long terme, moyenne mobile sur 20 ans (pourcentage)]



Source : Département des affaires économiques et sociales du Secrétariat de l'ONU, simulations réalisées à partir du modèle mondial de politique (voir le corps du texte pour les hypothèses du modèle).

Figure A.I.4

Scénario mondial à faibles émissions et à forte croissance : prix du pétrole, des produits de base et des produits manufacturés sur le marché mondial, 1970-2030 (indice des prix relatifs, 200 = 100)



Source : Département des affaires économiques et sociales du Secrétariat de l'ONU, simulations réalisées à partir du modèle mondial de politique (voir le corps du texte pour les hypothèses du modèle).

Note : Les indices des prix des produits de base ont été déflatés à l'aide du déflateur implicite des prix du produit mondial brut.

Chapitre II

Atténuation du changement climatique et problème de l'énergie : un changement d'orientation

Introduction

Une augmentation de température maximale de 2 °C au-dessus des niveaux préindustriels est l'objectif sur lequel s'est entendue la communauté scientifique pour stabiliser les concentrations de carbone à un niveau permettant d'exclure toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique. En même temps, les pays en développement doivent réaliser un taux de croissance de rattrapage soutenu compris entre 6 et 8 % par an pour combler l'écart de revenu avec les pays parvenus en haut de l'échelle du développement. Ce sont là les deux objectifs généraux qui définissent le problème d'atténuation auquel font face les décideurs aux niveaux national et international. Le présent chapitre présente les options en matière d'atténuation qui sont compatibles avec la croissance économique convergente dans les pays en développement.

L'objectif d'atténuation susvisé se traduit concrètement, à l'échelle mondiale (quant aux réductions d'émissions effectives), par une réduction qui ramène les concentrations de quelque 40 gigatonnes de dioxyde de carbone (GtCO₂) par an (niveau actuel) à un niveau compris entre 8 et 20 GtCO₂ d'ici à 2050. La tâche ne sera pas facile et elle impliquera d'importants ajustements économiques dans les pays développés et les pays en développement. Il existe assurément des options gagnantes, en particulier celles qui sont liées au rendement énergétique; mais, comme on l'a vu au chapitre I, c'est là une condition nécessaire, mais non suffisante pour atteindre les objectifs de stabilisation. Il faudra réaliser des investissements importants et préalables dans les moyens de production de l'électricité et dans les nouvelles sources d'énergie renouvelable, ainsi que des investissements connexes dans les secteurs des transports et du bâtiment.

Ce dont on a besoin, c'est d'une déferlante de « destruction créatrice » entraînée par des investissements massifs et des technologies innovantes. Elle peut ne pas se produire, mais elle nécessitera en tout état de cause des interventions stratégiques à tous les niveaux. Si ces interventions sont retardées, on risque de voir les projets d'investissement existants pérenniser des technologies plus anciennes pendant des décennies et, par voie de conséquence, d'assister à une augmentation des réserves d'émissions, celles-ci pouvant alors atteindre des niveaux dangereux, et de devoir procéder à l'avenir à des ajustements économiques et sociaux beaucoup plus coûteux (Stern, 2009).

Les pays en développement doivent réaliser un taux de croissance de rattrapage soutenu compris entre 6 et 8 % par an

Ce dont on a besoin, c'est d'une déferlante de « destruction créatrice » entraînée par des investissements massifs et des technologies innovantes

Les pays développés n'ont pas adopté de mesures d'atténuation sérieuses et efficaces

L'énergie est la question fondamentale qui se situe à l'interface des problèmes du climat et du développement

Le déboisement et la dégradation des forêts des pays en développement sont les principales sources d'émissions de carbone dans ces pays

En dépit des données scientifiques accumulées et de la prise de conscience par le public du problème du climat, les pays développés n'ont pas adopté de mesures d'atténuation efficaces. L'une des principales raisons de cet état de choses est l'état persistant de déconnexion entre les objectifs environnementaux et les objectifs économiques. Cette situation a commencé à évoluer quand on a pris conscience du fait qu'il faudra parer en même temps aux menaces interdépendantes posées par les crises financière, énergétique et climatique (New Economics Foundation, 2008).

Le problème de l'atténuation du changement climatique dans les pays en développement devra être abordé dans le cadre non seulement d'un changement d'approche, aux plans mondial et national, de la politique à suivre en matière de climat et de développement, mais aussi d'une réflexion stratégique à mener au niveau des options d'atténuation les plus pertinentes, qui utilise le développement en tant que principal facteur de déclenchement : la réduction de la pauvreté, le développement rural, l'accès à l'énergie, le développement industriel et la création d'infrastructures doivent tous être intégrés dans les stratégies d'atténuation.

Le secteur de l'énergie, au sens large, représente 60 % des émissions mondiales (tableau I.1) et il ne sera pas possible d'atteindre les objectifs de stabilisation si l'on n'obtient pas des réductions importantes d'émissions aux stades de la production et de la consommation de l'énergie. De plus, l'énergie est la question fondamentale qui se situe à l'interface des problèmes du climat et du développement. C'est ce qui explique pourquoi elle est le thème central du présent chapitre.

Le déboisement est l'autre source importante d'émissions de GES. En 2004, le secteur forestier a rejeté environ 8,5 gigatonnes (Gt) de dioxyde de carbone (CO₂), rejets dus pour l'essentiel au déboisement, qui représente 17,4 % de l'ensemble des émissions de CO₂ d'origine anthropique. Le déboisement et la dégradation des forêts des pays en développement sont les principales sources d'émissions de carbone dans ces pays. Le déboisement représente 35 % des émissions de carbone dans les pays en développement et 65 % dans les pays les moins avancés. Selon les estimations de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), 13 millions d'hectares de forêts en moyenne ont été perdus chaque année entre 2000 et 2005. Au cours de la même période, 5,7 millions d'hectares ont été ajoutés chaque année à la superficie forestière; on a donc enregistré un taux de perte nette de forêts de 7,3 millions d'hectares par an, ce qui représente un ralentissement par rapport au taux de déboisement observé entre 1990 et 2000.

En nous focalisant sur le secteur de l'énergie, nous ne voulons pas donner l'impression qu'il n'est pas important ou qu'il est inutile d'examiner les options d'atténuation dans les autres secteurs, tels que le changement d'affectation des terres et la foresterie, l'agriculture, les transports et les déchets et les processus industriels : ces options demeurent tout aussi importantes et, pour certains pays en développement, elles sont un enjeu essentiel. Mais si, comme nous le faisons valoir dans le présent chapitre, le problème de l'énergie n'est pas traité, nous ne connaissons ni l'atténuation requise dans les pays en développement ni la croissance de rattrapage dont ils ont besoin pour opérer la transformation concrète de leur économie, dont dépend leur succès face au changement climatique et en matière de développement.

La section suivante examine certains scénarios de stabilisation et les options technologiques nécessaires pour les mettre en œuvre. Ces options sont le rendement énergétique et les nouvelles modalités d'utilisation des sources d'énergie existantes, ainsi que l'utilisation des sources d'énergie nouvelles. On aborde ensuite les liens entre l'énergie, la croissance et le développement et on explique ce que signifie vouloir assurer la convergence des revenus et de

l'énergie tout en relevant le défi du changement climatique. Une autre section est consacrée au gros effort d'investissement à consentir pour s'engager sur la voie d'une croissance peu génératrice de carbone. Enfin, on propose certains éléments d'une stratégie intégrée combinant la sécurité énergétique, l'accès à l'énergie, l'expansion des capacités et la recherche-développement.

Scénarios de stabilisation et options d'atténuation

La multiplication par plus de 20 des émissions mondiales de CO₂ entre 1750 et aujourd'hui a entraîné une augmentation spectaculaire des concentrations de carbone dans l'atmosphère : leur volume est passé d'environ 310 parties par million (ppm) à près de 430 ppm. Les rejets d'autres gaz thermoactifs dans l'atmosphère ont accompagné l'augmentation des émissions de CO₂. Les concentrations de méthane ont doublé au cours de la même période. Les chlorofluorocarbones (CFC) sont une adjonction anthropique fondamentalement nouvelle à l'atmosphère. On aura une idée supplémentaire de la complexité du phénomène en jeu en considérant le fait que les émissions d'aérosols sulfurés et de particules augmentent parallèlement à la consommation de l'énergie et aux émissions de GES¹.

Les scénarios de réduction des émissions de gaz multiples sont capables d'atteindre les objectifs climatiques à des coûts sensiblement inférieurs à ceux des stratégies qui ne portent que sur le CO₂ (Fisher *et al.*, 2007) et fournissent une modalité plus diversifiée qui permet d'établir avec une plus grande souplesse les calendriers de réduction des émissions. Le fait d'inclure les options d'atténuation reposant sur l'utilisation des terres en tant que stratégies de réduction des émissions garantit également une plus grande souplesse et un meilleur rapport coût/efficacité en matière de stabilisation. Même si les politiques d'atténuation n'abordent pas directement les activités d'utilisation des terres, la stabilisation du climat impose de prendre en considération l'utilisation des terres et la couverture terrestre, en raison de l'importance de leurs intrants et extrants atmosphériques (par piégeage et effets d'albédo). Selon des études récentes sur la stabilisation, les options d'atténuation reposant sur l'utilisation des terres pourraient représenter entre 15 et 40 % de la réduction totale cumulée d'émissions d'ici à la fin du siècle (*ibid.*).

Le calendrier des réductions d'émissions dépend du degré d'ambition de l'objectif de stabilisation. Plus cet objectif est faible, plus tôt est enregistré le pic d'émissions de CO₂ et d'équivalent CO₂ (CO₂e²). Dans la majorité des scénarios assortis d'objectifs de stabilisation ambitieux (comme c'est le cas pour la catégorie I, pour un niveau de stabilisation inférieur à 490 ppm de CO₂e) (figure II.1), il est nécessaire que les émissions diminuent à partir de 2015 environ (2020 au plus tard), pour descendre jusqu'à moins de 50 % des émissions d'ici à 2050. Pour des niveaux de stabilisation un peu plus ambitieux (par exemple inférieurs à 450, voire 350 ppm de CO₂e), les scénarios font état d'émissions mondiales qui atteignent en général leur niveau maximal à peu près au même moment, avant de descendre jusqu'à 80 % ou davantage au-dessous des niveaux de 1990 d'ici à 2050. Les réductions radicales d'émissions de ce genre forment un contraste saisissant avec les tendances actuelles et elles

La multiplication par plus de 20 des émissions mondiales de CO₂ a entraîné une augmentation spectaculaire des concentrations de carbone dans l'atmosphère

Les options d'atténuation reposant sur l'utilisation des terres pourraient représenter entre 15 et 40 % de la réduction totale cumulée d'émissions d'ici à la fin du siècle

1 Les émissions d'aérosols sont à présent réglementées dans la plupart des pays industrialisés et diminuent. Elles se sont en fait traduites par un refroidissement régional qui a contrebalancé une partie du réchauffement climatique causé par l'augmentation des concentrations de GES.

2 La concentration d'équivalent CO₂ tient compte du forçage radiatif d'autres GES que le CO₂ ainsi que, souvent, d'autres substances thermoactives telles que les aérosols sulfurés et le noir de carbone.

exigeront du système énergétique mondial qu'il adopte un nouveau paradigme représentant une transition vers une décarbonisation complète.

La figure II.1 présente les émissions mondiales de CO₂ entre 1940 et 2000 ainsi que six catégories de scénarios de stabilisation s'étalant de 2000 à 2100 (graphique de gauche); et le rapport correspondant entre les objectifs de stabilisation et l'augmentation de la température moyenne mondiale d'équilibre probable par rapport à son niveau préindustriel (graphique de droite). Les plages de couleurs montrent les scénarios de stabilisation groupés selon les différents objectifs (catégories de stabilisation I à VI). Le graphique de droite montre les fourchettes de changement de la température moyenne mondiale par rapport aux niveaux préindustriels, en utilisant : *a*) la « meilleure estimation » de la sensibilité au climat, de 3 °C (ligne noire au milieu de la zone colorée); *b*) la limite supérieure de l'intervalle probable de sensibilité au climat, de 4,5 °C (ligne rouge en haut de la zone colorée); et *c*) la limite inférieure de l'intervalle probable de sensibilité au climat, de 2 °C (ligne bleue en bas de la zone colorée). Les pointillés noirs du graphique de gauche représentent la fourchette d'émissions de scénarios de référence récents publiés après le *Special Report on Emissions Scenarios* (Nakicenovic *et al.*, 2000). Les fourchettes d'émissions des scénarios de stabilisation englobent les scénarios ne portant que sur le CO₂ et les scénarios à gaz multiples (tous les GES et les autres substances thermoactives) et correspondent aux percentiles 10 à 90 de la distribution de probabilité totale pour chacune d'entre elles.

La figure II.1 montre qu'il est urgent d'apporter des changements fondamentaux au système énergétique mondial, aux modes d'utilisation des terres et aussi au comportement humain. La gestion de ces changements nécessitera un cadre de politique intégré permettant de réaliser un changement de paradigme pour abandonner les modalités actuelles de création de richesse, fortement génératrices d'émissions, au profit d'une économie mondiale future peu génératrice d'émissions et « décarbonisée ». Il sera très important, pour atteindre les objectifs de stabilisation et en modérer le coût, de mettre en œuvre en temps voulu et de généraliser les améliorations technologiques, notamment en diffusant les nouvelles technologies et en modifiant les technologies existantes.

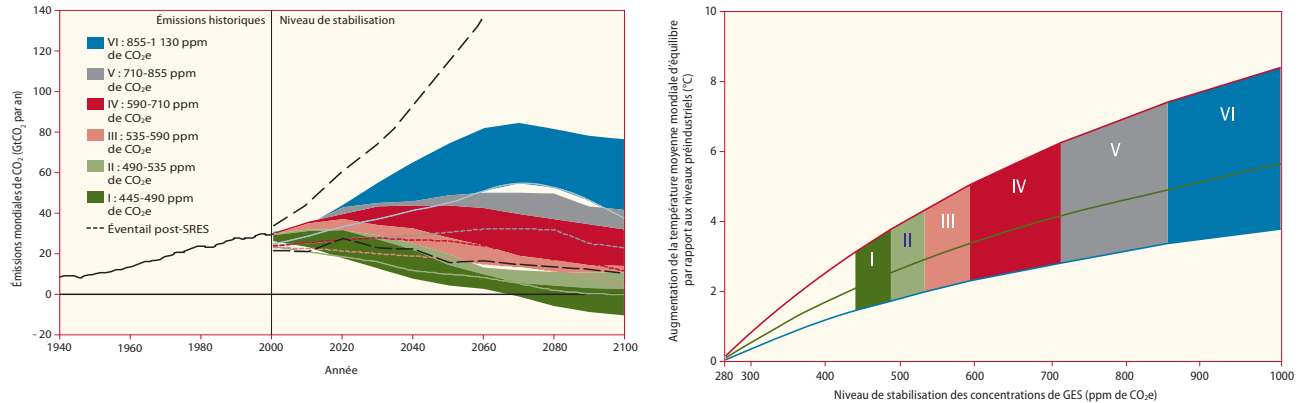
Ce qui semble clair, c'est que la réalisation des objectifs de réductions radicales de CO₂ de l'ordre de 50 à 80 % d'ici à 2050 (par rapport aux niveaux d'émissions de 1990) exigera de diviser par deux ou trois le taux d'intensité énergétique et le taux d'intensité de carbone par rapport à leurs niveaux historiques. Tous les scénarios de stabilisation montrent qu'une proportion considérable des réductions d'émissions, de l'ordre de 60 à 80 %, viendrait des modifications apportées aux systèmes énergétiques. On a constaté que cela nécessiterait la mise en œuvre de séries différentes d'options d'atténuation selon les régions, faisant appel dans des proportions variables aux énergies renouvelables, à l'énergie nucléaire, à la capture et au piégeage du carbone, à la biomasse et à l'hydrogène et autres vecteurs d'énergie modernes.

L'utilisation rationnelle de l'énergie peut jouer un rôle de catalyseur s'agissant de réaliser des réductions radicales d'émissions. En un sens, elle est une condition préalable à remplir pour augmenter la part des systèmes énergétiques à émission de carbone nulle. Toutefois, il serait erroné d'en surestimer la contribution, même dans les pays développés (Barker, Dagoumas et Rubin, 2009).

Les gains de rendement eux-mêmes nécessiteront certains investissements, sans toutefois atteindre l'importance des investissements requis pour mettre au point et diffuser les nouvelles technologies et modifier les technologies existantes. Pour parvenir à stabiliser les émissions à des niveaux inférieurs, il faudra procéder de bonne heure (au préalable) à des

Pour parvenir à stabiliser les émissions à des niveaux inférieurs, il faudra procéder de bonne heure à des investissements (initiaux) et accélérer sensiblement la diffusion et la commercialisation des technologies modernes peu génératrices d'émissions

Figure II.1
Différents scénarios concernant les émissions de CO₂ et l'augmentation de la température d'équilibre correspondant à divers niveaux de stabilisation, 1940-2100



Source : Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (2007c).

Abréviation : SRES, *Special Report on Emissions Scenarios* (GIEC).

investissements importants et accélérer sensiblement la diffusion et la commercialisation des technologies modernes peu génératrices d'émissions. Ces investissements devront être effectués dans le monde entier à l'échelle requise, ce qui veut dire qu'il faudra organiser des transferts de technologies et de ressources à destination des pays qui ne disposent pas de ces moyens (nous y revenons plus en détail aux chapitres V et VI).

À l'heure actuelle, il existe plusieurs options permettant de freiner les émissions sans compromettre la croissance économique, en particulier dans les pays en développement. Il est ainsi possible de passer aux technologies reposant sur les énergies renouvelables (dont la plus importante est l'énergie solaire), d'adopter les technologies fondées sur la capture et le piégeage du carbone à la fois pour freiner les émissions produites par les centrales utilisant des combustibles fossiles et, plus généralement, pour faciliter les émissions négatives, d'améliorer les puits terrestres par le reboisement et l'utilisation parallèle durable de la biomasse, et d'investir dans des solutions présentant un meilleur rendement énergétique.

La courbe des coûts de la réduction des émissions de GES construite par McKinsey & Company fournit une utile estimation chiffrée à la fois des coûts et des mesures nécessaires pour réaliser les réductions en question (figure II.2). La courbe classe les technologies et les processus industriels en fonction de ce qu'il en coûte (coût net) d'éviter une tonne d'émissions de CO₂, compte tenu du coût d'investissement et du coût d'exploitation liés aux technologies peu génératrices d'émissions. La figure II.2 indique les possibilités de réductions d'émissions à coût négatif (ou gagnantes), dans le cas desquelles le coût de l'investissement initial est plus que contrebalancé par les économies d'énergie futures. La plupart de ces économies sont réalisées grâce à l'amélioration du rendement énergétique. Les possibilités techniques de réduction des émissions jusqu'à un coût de 60 € la tonne de CO₂e sont les suivantes : utilisation rationnelle de l'énergie, fourniture d'une énergie peu génératrice d'émissions, carbone terrestre (foresterie et agriculture) et changement de comportement (figure II.3). Les trois premières options produisent une réduction totale des émissions de 38 GtCO₂e par an en 2030, par rapport à un niveau annuel d'émissions de 70 GtCO₂e si le statu quo est

maintenu. Les possibilités de réduction offertes par ces trois catégories se répartissent en un grand nombre de secteurs de l'économie : les chiffres approximatifs sont de 29 % pour les filières énergétiques (électricité, pétrole et gaz); de 16 % pour l'industrie; de 22 % pour les transports, le bâtiment et les déchets; et de 33 % pour les secteurs de l'utilisation des terres (foresterie et agriculture). Au total, les pays en développement bénéficient de 70 % des possibilités de réductions, contre 30 % aux pays développés.

La principale caractéristique de ces options est qu'elles se basent sur une date de démarrage fixée à 2010; un retard de 10 ans ferait presque à coup sûr manquer la cible des 2 °C. Nombre de pays en développement prennent déjà des mesures d'atténuation. Toutefois, il faudra aller plus loin. L'enjeu consiste à faire en sorte que les mesures qui seront prises appuient, et n'entravent pas, la réalisation des objectifs de développement.

Énergie et développement économique

L'évolution du système énergétique

L'amélioration de la qualité de l'eau, du régime alimentaire et de l'assainissement, et les progrès de la médecine ont tous apporté leur contribution à l'accroissement démographique, et sont tous corrélés à une amélioration de l'accès aux ressources en énergie

En 1750, le monde comptait environ 750 millions d'habitants, soit un peu plus de trois fois plus qu'en l'an 1 (Maddison, 2006). Avec l'entrée en scène de la révolution industrielle, la situation a radicalement changé. Le tableau II.1 montre qu'en 1800 la population mondiale était encore inférieure à 1 milliard, contre plus de 6,5 milliards aujourd'hui. Cet accroissement plus que sextuple correspond à un taux d'accroissement annuel proche de 1 % et à un doublement de l'effectif de la population mondiale tous les 80 ans. Cette croissance démographique explosive a été due à une forte baisse de la mortalité et à net accroissement de la longévité. L'amélioration de la qualité de l'eau, du régime alimentaire et de l'assainissement, et les progrès de la médecine ont tous apporté leur contribution et sont tous corrélés à une amélioration de l'accès aux ressources en énergie.

Tableau II.1

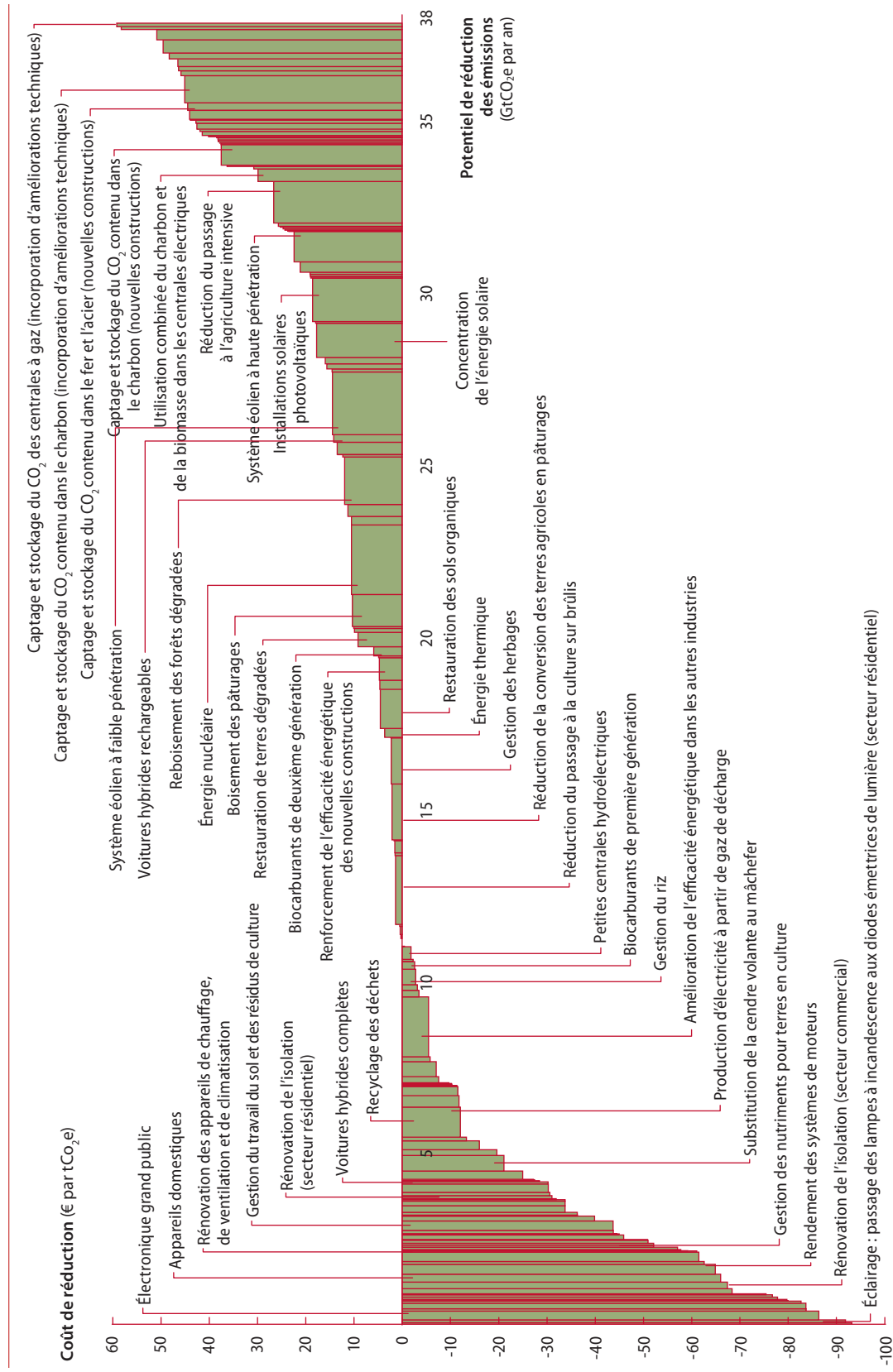
Accroissement de la population, de l'activité économique, de la consommation d'énergie, de la mobilité et des émissions de GES, 1800-2000

Chiffres absolus et accroissements cumulatifs			
	1800	2000	Multipliés par
Population (en milliards)	1,0	6,0	6
PMB (en billions de dollars É.-U. de 1990)	0,5	36	72
Consommation d'énergie primaire (en exajoules)	13	440	34
Émissions de CO ₂ (en gigatonnes de carbone)	0,3	6,4	21
Mobilité (en kilomètres/personne/jour)	0,04	40	1 000

Source : Nakicenovic (2009).

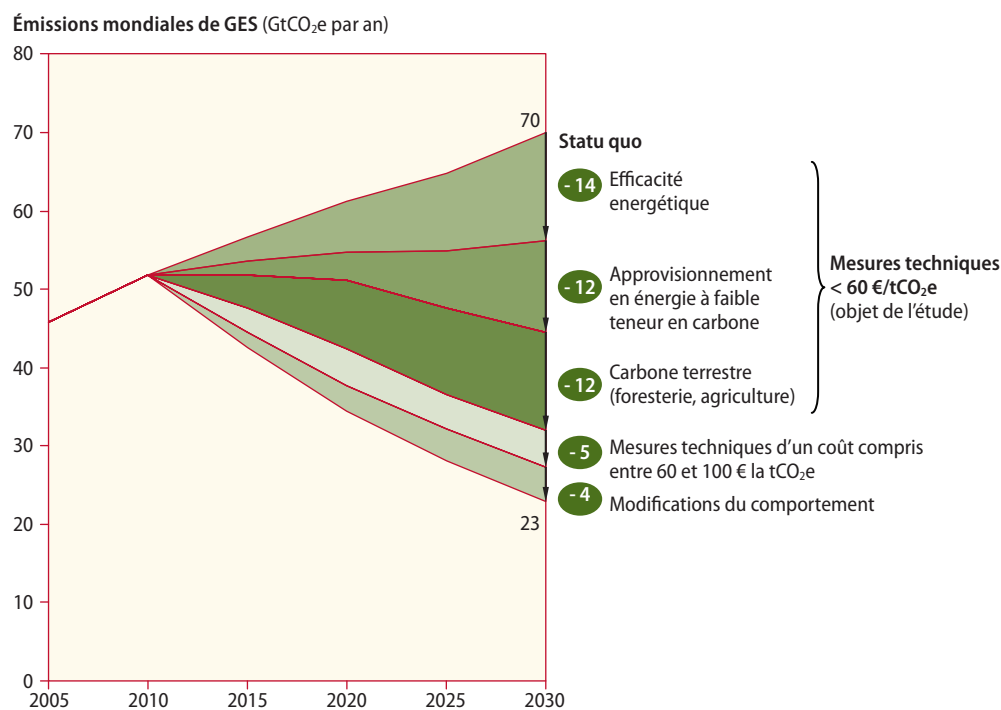
En 200 ans, le produit mondial brut (PMB) a été multiplié par plus de 70, ce qui correspond à une augmentation annuelle de 2 % et à un doublement tous les 35 ans. Pour l'essentiel, cela a été rendu possible par le remplacement de l'homme et de l'animal par des machines alimentées par de l'énergie fossile, ce qui a permis d'affecter la main-d'œuvre à des activités industrielles à forte productivité.

Figure II.2
Courbe des coûts de réduction des émissions mondiales de GES au-delà du scénario de statu quo, 2030



Source : Courbe des coûts de réduction des émissions mondiales de GES, v2.0.
Note : La courbe présente une estimation du potentiel maximal de toutes les mesures techniques de réduction des émissions de GES d'un coût inférieur à 60 € la tonne de CO₂e si chaque levier était activement utilisé. Elle ne vise pas à pronostiquer le rôle que joueront les différentes mesures et technologies de réduction des émissions.

Figure II.3
Principales catégories de possibilités de réduction d'émissions



Cette transition historique a eu pour corollaire un énorme accroissement des besoins mondiaux en énergie, qui ont été multipliés par 34 au cours des deux derniers siècles. La consommation d'énergie primaire a augmenté à un taux égal à la moitié du taux de croissance du PIB, ce qui veut dire que l'intensité énergétique de l'économie mondiale a baissé d'environ 1 % par an. Les émissions de CO₂ ont augmenté encore moins, ce qui dénote une tendance historique générale à la décarbonisation de l'économie mondiale à un taux d'environ 1,3 % par an.

L'intensité énergétique des activités économiques a en fait été divisée par deux, mais la multiplication par 72 des activités économiques a exigé toujours plus d'énergie. La part des sources d'énergie fossiles combinées a augmenté (de 20 à 80 %) entre 1850 et aujourd'hui, comme l'ont fait les émissions de CO₂ (en tant que sous-produit inévitable de la combustion). Il s'en est suivi que les émissions de CO₂ liées à l'énergie ont été multipliées par 21 pour atteindre environ 6 milliards de tonnes de carbone (6 GtC) en 2000. Néanmoins, leur taux d'augmentation est resté nettement inférieur à celui des besoins en énergie, ce qui dénote une forte tendance historique à la décarbonisation des sociétés.

La figure II.4 montre la transformation radicale du panier de services énergétiques à la faveur du remplacement des sources d'énergie traditionnelles (non commerciales) par les combustibles fossiles : la houille d'abord, le pétrole et le gaz naturel ensuite.

En 1800, le monde restait tributaire de la biomasse traditionnelle (pour l'essentiel le bois de chauffage et les déchets agricoles) en tant que principale source d'énergie pour la cuisine, le chauffage et la production industrielle. Le travail physique humain et les animaux étaient les principales sources d'énergie mécanique, à quoi on peut ajouter quelques contributions, beaucoup plus modestes, de l'énergie éolienne et de l'énergie hydraulique. En 1850, le

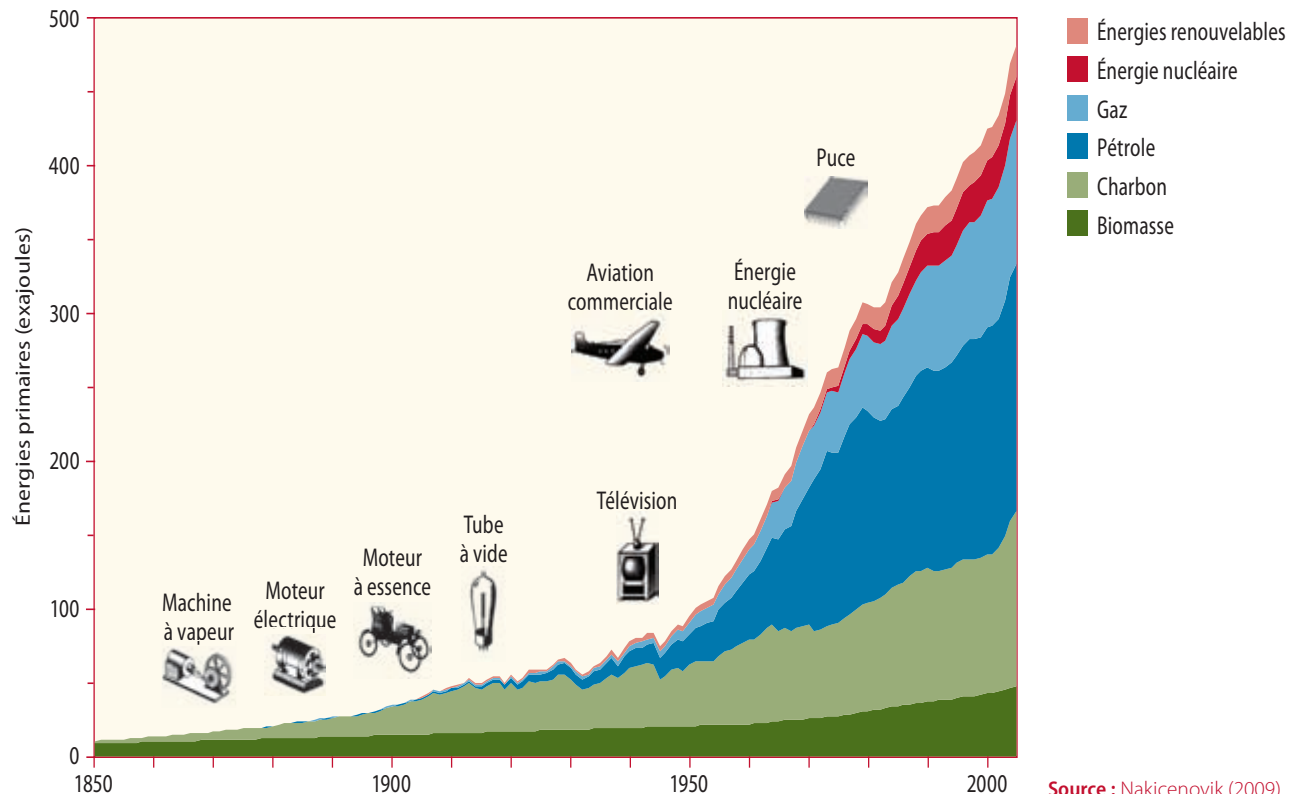
Dans les années 20, le charbon répondait à près de 70 % des besoins mondiaux en énergie primaire...

charbon répondait déjà à environ 20 % des besoins mondiaux en énergie primaire; dans les années 20, le chiffre avait atteint son maximum, soit près de 70 %. Cette évolution peut être caractérisée comme la première transition énergétique. L'ère du charbon a apporté le chemin de fer, la vapeur, l'acier, l'industrie manufacturière et le télégraphe, pour ne mentionner que quelques-unes des technologies qui ont constitué le paradigme techno-économique du charbon ou « groupe charbon ».

Aux alentours de 1900, les véhicules à moteur ont fait leur apparition en même temps que les produits pétrochimiques, l'électricité et bien d'autres technologies qui ont constitué le « groupe pétrole ». Il a fallu encore 70 ans au pétrole pour remplacer le charbon en tant que principale source d'énergie dans le monde. Aujourd'hui, le système énergétique mondial est beaucoup plus complexe : un grand nombre de sources d'énergie se font concurrence et il existe de nombreux vecteurs d'énergie commodes et de grande qualité, qui se présentent sous la forme de réseaux, comme le gaz naturel et l'électricité, de liquides, utilisés essentiellement dans les transports, et de solides (charbon et biomasse), qui sont toujours utilisés dans le monde en développement (dont la population, qui représente le tiers de la population mondiale, n'a toujours pas accès à des services énergétiques modernes quels qu'ils soient ou, en tout cas, fiables). Les énergies fossiles, toutes sources confondues, répondent à environ 80 % des besoins mondiaux en énergie, le reste étant pris en charge par le bois de chauffage, l'hydroélectricité et l'énergie nucléaire.

... tandis qu'aujourd'hui, les énergies fossiles répondent à environ 80 % des besoins mondiaux en énergie

Figure II.4
Besoins mondiaux en énergie primaire depuis 1850



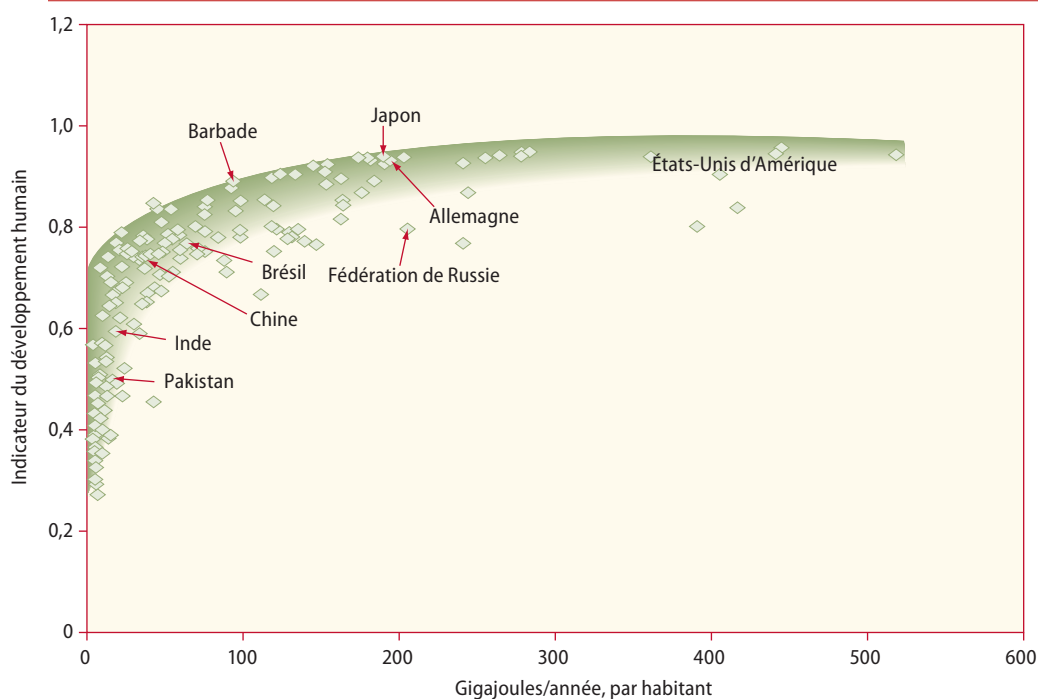
Énergie et croissance

L'énergie est le lien essentiel entre le développement et l'atténuation du changement climatique

L'énergie est le lien essentiel entre le développement et l'atténuation du changement climatique. L'accès aux services énergétiques est réparti d'une façon presque aussi inégale que le revenu, et il existe une assez forte corrélation entre les deux. Jusqu'à un certain point, la consommation d'énergie est fortement corrélée au développement humain (voir figure II.5). Très logiquement, on constate une forte corrélation entre la convergence économique et la convergence énergétique.

Figure II.5

Consommation d'énergie par habitant et développement humain, certains pays



Source : Banuri (2007).

Pour ce qui a trait à la politique générale, les économistes du développement préconisent depuis longtemps les investissements importants dans l'« infrastructure économique et sociale », notamment la prestation des services énergétiques

Pour ce qui a trait à la politique générale, les économistes du développement ont depuis longtemps porté leur choix sur les investissements importants dans l'« infrastructure économique et sociale », notamment la prestation des services énergétiques, en partie à cause des effets directs des services fournis sur les conditions de vie, mais aussi parce que ces investissements peuvent attirer d'autres investissements productifs (Hirschman, 1958; Canning, 1998; Calderón et Servén, 2003).

Le rendement de ces investissements a toutes les chances d'être le plus élevé dans les premières étapes du développement, lorsque les réseaux de base ne sont pas encore complètement en place. Dans les pays à faible revenu, la plus grande partie des dépenses d'infrastructure est consacrée aux services de base, tels que l'approvisionnement en eau, l'irrigation et les transports, tandis que dans les pays à revenu intermédiaire, les télécommunications et, surtout, l'électricité deviennent plus importants. Une fois l'infrastructure économique et sociale en place, des mesures incitatives plus ciblées peuvent appuyer la poursuite de la diversification et la modernisation technologique et, ce faisant, contribuer à lever les derniers obstacles à la création d'un cycle de croissance vertueux (Bateman, Ros et Taylor, 2008; Nations Unies, 2006; Rodríguez, 2007). De fait, un cercle vertueux d'investissement massif, d'accroisse-

ment de la productivité, de baisse des coûts et d'augmentation des revenus et d'expansion des marchés, qui débouche sur de nouveaux investissements et un nouvel accroissement de la productivité, représente le cumul de facteurs du côté de l'offre et du côté de la demande qui est indispensable à un développement soutenu. Les investissements publics massifs dans le capital social (les services énergétiques, par exemple) peuvent jouer un rôle de catalyseur à cet égard (Ingram et Fay, 2008; Bindra et Hokoma, 2009).

Tout effort massif d'investissements publics vise en partie à accroître le rendement marginal de l'investissement privé dans les technologies nouvelles et plus modernes en créant des rentes et des possibilités de marché pour le secteur privé (voir chap. IV). Albert Hirschman (1958) a considéré que la clef du succès de cet effort n'était pas simplement la rapidité avec laquelle les avantages de coût dans les secteurs ciblés se matérialisaient, mais aussi les effets d'entraînement que ces secteurs établissaient en amont avec les fournisseurs d'intrants et en aval vers les activités et les marchés nouveaux qui utilisaient les produits fabriqués par les secteurs ciblés, et dont l'expansion pouvaient créer de nouvelles possibilités d'investissement. Hirschman a associé ces effets d'entraînement en amont et en aval principalement aux investissements industriels à grande échelle, mais il a également reconnu que le secteur de l'énergie avait un très fort potentiel de création de liens susceptible d'ouvrir des perspectives de développement cumulatif (voir également Toman et Jemelkova, 2003).

On mesure depuis longtemps l'importance de l'électrification pour le développement rural. Les investissements massifs dans les projets d'électrification rurale, visant essentiellement le raccordement aux réseaux de distribution [Congrès des États-Unis, Office of Technology Assessment (OTA), 1992], ont fait partie intégrante des expériences de croissance concluantes. Dans les régions agricoles en développement rapide, l'électricité contribue à accroître la productivité des activités agro-industrielles et commerciales locales en fournissant l'énergie motrice, le refroidissement industriel, l'éclairage et le chauffage industriel. L'augmentation des revenus tirés des activités agricoles, des activités industrielles locales et des activités commerciales entraîne celle de la demande d'électricité des ménages. L'accès à l'énergie peut, en permettant de disposer d'un éclairage meilleur et moins cher, accroître la productivité des intrants éducatifs et entraîner un effet de hausse de la création de capital humain, et augmenter la production du fait de l'allongement de la journée de travail.

L'augmentation des revenus tirés des activités agricoles, des activités industrielles locales et des activités commerciales entraîne celle de la demande d'électricité des ménages

Parvenir à une convergence de la croissance économique et de la consommation d'énergie

À l'échelle mondiale, quelque 31 millions de tonnes d'équivalent pétrole sont consommées chaque jour sous la forme d'énergie primaire, ce qui représente 55 kilowattheures (kWh) par personne et par jour. Cette consommation est très inégalement distribuée (voir tableau II.2). Dans les pays membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), la consommation moyenne par habitant s'échelonne entre 100 et 300 kWh par jour et elle est répartie d'une manière approximativement égale entre la consommation domestique et la consommation commerciale. Dans l'immense majorité des pays en développement, la consommation moyenne par habitant est inférieure à 35 kWh par jour. Les exceptions sont les pays membres de l'Organisation des pays exportateurs de pétrole (OPEP), les pays et régions nouvellement industrialisés [Singapour, République de Corée, Région administrative spéciale de Hong Kong (Chine) et province chinoise de Taiwan, qui ont presque atteint les niveaux des pays de l'OCDE], et certains pays émergents (tels que l'Afrique du Sud, avec 85 kWh, la Malaisie, avec 72 kWh, et le Chili, avec 57 kWh). La plupart des pays d'Afrique

subsaharienne et tous les pays d'Asie du Sud consomment nettement moins de 20 kWh par personne et par jour. Les écarts sont encore plus importants dans le cas de la consommation d'électricité, qui est la principale forme de service énergétique moderne et le symbole même de la modernité et de la prospérité.

Tableau II.2
Consommation d'énergie par habitant, certains pays, 2005

<i>Pays ou territoire</i>	<i>Population (en millions)</i>	<i>Énergie primaire (kWh par habitant/jour)</i>	<i>Électricité (kWh par personne/ jour)</i>
Australie	21,0	183,20	28,70
Canada	32,9	265,03	44,13
France	61,7	142,63	19,86
Allemagne	82,3	133,68	18,28
Japon	127,7	131,84	21,08
Suède	9,1	182,76	40,21
Royaume-Uni	61,0	122,50	15,65
États-Unis	302,2	246,92	34,60
Fédération de Russie	141,7	145,41	15,85
Brésil	189,3	35,27	5,53
Chili	16,6	56,75	7,51
Mexique	106,5	52,85	5,04
Venezuela (République bolivarienne du)	27,5	70,60	8,35
Kenya	36,9	14,89	0,38
Nigéria	144,4	22,90	0,30
Afrique du Sud	47,9	84,90	11,55
Égypte	73,4	26,61	3,59
Bangladesh	149,0	5,17	0,39
Inde	1 131,9	15,13	1,25
Chine	1 318,0	41,51	5,26
RAS de Hong Kong ^a	6,9	83,48	15,10
Indonésie	231,6	24,70	1,31
Malaisie	27,2	71,78	9,67
Corée, République de	48,5	139,64	20,63
Philippines	88,7	16,05	1,45
Singapour	4,6	208,49	20,92
Province chinoise de Taiwan	22,9	147,19	24,97
Thaïlande	65,7	49,03	5,17
Viet Nam	85,1	19,21	1,55

^a Région administrative spéciale de Hong Kong (Chine).

Sources : Département des affaires économiques et sociale du Secrétariat de l'ONU, à partir des données relatives à l'énergie établies par l'Organisation de coopération et de développement économiques; les données relatives à l'électricité ont été établies par l'Agence internationale de l'énergie (en millions de kWh par an), et celles qui concernent la population l'ont été par le Population Reference Bureau.

Le seuil de 100 kWh par habitant et par jour peut servir à tracer commodément la limite entre la pauvreté énergétique et la suffisance énergétique. Dans la figure II.5, ce niveau de consommation équivaut à 130 mégajoules par personne et par an, ce qui correspond à un indicateur du développement humain de 0,9, un peu à gauche de celui du Japon. Atteindre cet objectif de développement humain suppose une expansion importante des infrastructures énergétiques. C'est là que les programmes des pays en développement en matière de climat et d'énergie commencent à s'écarter de ceux des pays développés.

Dans les pays développés, il existe un meilleur potentiel d'économies d'énergie et d'amélioration du rendement énergétique, d'autant que la plupart de ces pays consomment nettement plus de 100 kWh d'énergie par habitant et par jour, et qu'une réduction de la consommation d'énergie pourrait être tout à fait compatible avec le maintien ou l'augmentation des niveaux de revenus et de bien-être. Dans les pays en développement, en revanche, le programme d'amélioration du rendement énergétique reste important, mais il ne rend pas inutile l'expansion des infrastructures énergétiques. L'amélioration du rendement énergétique pourrait représenter la différence entre l'objectif souhaité indiqué ici, c'est-à-dire 100 kWh par habitant et par jour, et, par exemple, 200 kWh par jour ou davantage. Quoi qu'il en soit, la plupart des pays en développement devront développer leurs services énergétiques pour les amener au seuil de 100 kWh par jour afin d'atteindre leurs principaux objectifs de développement humain.

La deuxième raison de cette divergence est liée à la question de l'accessibilité économique. À l'heure actuelle, l'expansion des services énergétiques dans les pays en développement est entravée notamment parce que l'immense majorité des habitants sont trop pauvres pour accéder à ces services si des subventions ne leur sont pas accordées sous une forme ou sous une autre. Même les populations où les revenus atteignent 10 dollars par jour n'ont pas plus de 1 ou 2 dollars à consacrer à l'énergie (électricité, cuisson des aliments, chauffage, transport). Si son prix est fixé à un niveau supérieur à 0,05 dollar le kWh, par exemple, elles ne peuvent pas avoir accès à des services énergétiques suffisants.

Il semble alors nécessaire d'élaborer trois programmes complémentaires. Au niveau global, il serait judicieux de fixer un objectif mondial minimal de 100 kWh par personne et par jour afin de venir à bout de la pauvreté énergétique. Ensuite, il serait également judicieux de mettre en place des mesures d'amélioration du rendement énergétique afin que cet objectif optimal puisse correspondre à la réalisation d'objectifs de développement économique et humain. Mais le plus urgent serait de remédier à l'« indigence énergétique », à savoir l'absence d'accès aux services énergétiques modernes.

Les pays en développement à la croissance la plus rapide ont été en mesure de suivre cette trajectoire en obtenant d'assez bons résultats. Toutefois, même lorsque le projet a été couronné de succès — l'exemple le plus remarquable étant la Chine, qui a doublé sa consommation d'énergie en cinq ans —, il a reposé sur l'exploitation de la source d'énergie la moins coûteuse, à savoir le charbon, qui est aussi la plus polluante dans l'optique du changement climatique. Cela étant, les solutions technologiques permettant de remplacer le charbon et les autres combustibles fossiles existent bien, mais elles sont beaucoup plus onéreuses. Si les pays en développement faisaient appel à ces ressources à une échelle autre qu'expérimentale, ils aboutiraient à mettre les services énergétiques modernes hors de la portée de la grande majorité de leur population pendant au moins une génération.

À n'en pas douter, c'est là un projet impressionnant. Si l'on se base sur les hypothèses d'une croissance de rattrapage et du maintien des taux d'urbanisation et d'industrialisation, il faudra, pour combler l'écart entre l'offre et la demande d'énergie dans les pays en déve-

Dans les pays en développement, le rendement énergétique ne rend pas inutile l'expansion des infrastructures énergétiques

L'immense majorité des habitants des pays en développement sont trop pauvres pour accéder à ces services si des subventions ne leur sont pas accordées sous une forme ou sous une autre

loppement, investir dans le secteur de l'énergie des billions de dollars, même dans le cas des solutions peu onéreuses, comme le charbon, et assurément nettement plus que ne le font actuellement nombre de pays en développement.

Pour l'essentiel, les infrastructures énergétiques des pays en développement restent à mettre en place, ce qui fait que les services d'énergie sont sous-équipés et onéreux dans plusieurs régions du monde en développement, où beaucoup de gens dépendent encore essentiellement des combustibles de biomasse traditionnels, à savoir le bois, les déchets de récolte et les excréments animaux, pour couvrir leurs besoins énergétiques.

Dans ces conditions, il peut être moins onéreux et plus facile de passer aux énergies renouvelables plutôt que de moderniser les infrastructures existantes. La baisse des coûts et les améliorations techniques dont bénéficie un large éventail de petites technologies décentralisées reposant sur les formes d'énergie renouvelables permettent à présent, dans bien des situations, de mettre en œuvre une modalité rentable et durable d'électrification rurale. Pourtant, tout effort important consenti dans le domaine des sources d'énergie peu génératrices d'émissions semble devoir être associé à des investissements massifs dans la mise en valeur de l'énergie éolienne, de l'énergie hydraulique et des autres sources d'énergie renouvelables, en raccordant les régions isolées au réseau national principal. L'augmentation de la demande de combustibles liquides et gazeux découlant de l'accélération du développement rural pourrait éventuellement être satisfaite par la mise en place d'une industrie moderne des combustibles de biomasse qui pourrait multiplier les emplois et augmenter les revenus dans l'agriculture et l'industrie rurale. Les énergies renouvelables pourraient aussi créer des effets d'entraînement en amont, la recherche d'intrants générant un niveau d'émissions de carbone inférieur incitant à innover et à explorer de nouvelles activités. L'existence éventuelle de stratégies de développement économique et social de remplacement ayant des implications énergétiques souligne la nécessité d'intégrer la question de l'énergie dans la planification du développement.

Tout effort important consenti dans le domaine des sources d'énergie peu génératrices d'émissions semble devoir être associé à des investissements massifs dans la mise en valeur de l'énergie éolienne, de l'énergie hydraulique et des autres sources d'énergie renouvelables

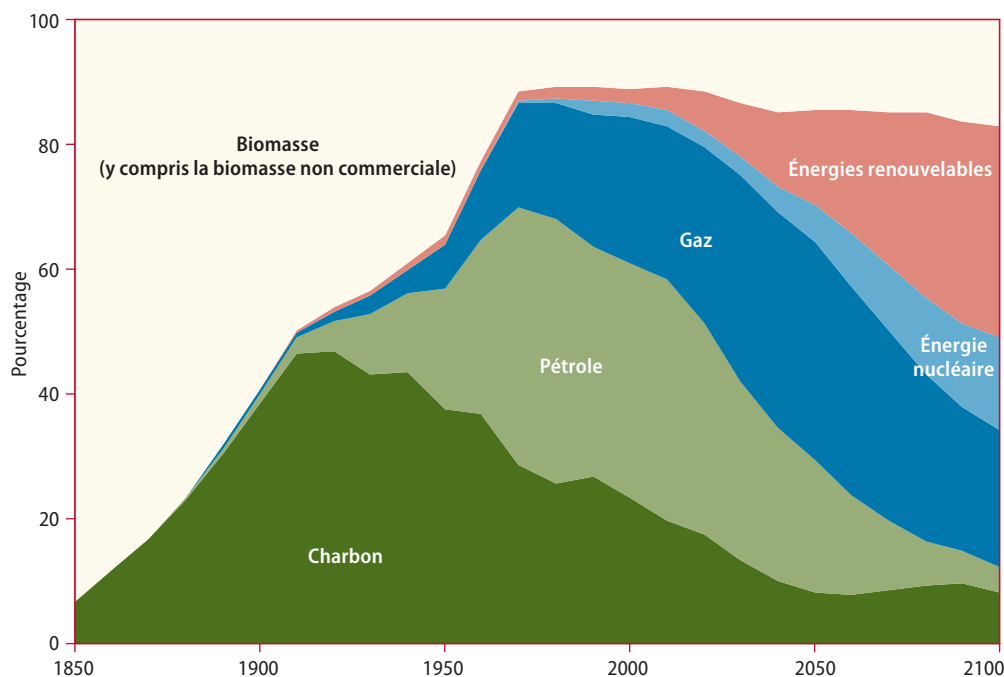
L'effort d'investissement dans le domaine de l'énergie

La mutation du système énergétique mondial s'impose

La figure II.6 montre l'évolution historique du système énergétique et un mode de développement futur éventuel axé sur la décarbonisation, tel qu'il est présenté dans le scénario de stabilisation B1 (voir chap. I, note 4). Elle aide à comprendre la mutation du système énergétique mondial qui s'impose. Le renouvellement des technologies et pratiques énergétiques et la modification des modes de vie et des comportements sont les conditions préalables à remplir pour que le système énergétique cesse de dépendre des énergies fossiles et réalise sa décarbonisation complète d'ici à la fin du siècle. Ce scénario particulier décrit un monde futur qui stabilise les concentrations de GES à un niveau légèrement supérieur au niveau actuel et, ce faisant, limite à environ 2 °C l'augmentation de la température mondiale moyenne d'ici à la fin du siècle. Le changement climatique postulé dans ce scénario serait inégal selon les régions et il pourrait, dans certaines d'entre elles, dépasser nettement la moyenne mondiale de 2 °C. On peut donc dire que même une augmentation de la température mondiale de 2 °C peut entraîner des vulnérabilités et perturbations locales considérables en ce qui concerne les écosystèmes naturels, l'approvisionnement en eau et les communautés vivant dans les zones côtières (voir chap. III). Néanmoins, un monde qui aurait réussi à limiter à 2 °C l'augmentation de sa température moyenne se verrait épargner les conséquences les plus graves (et peut-être aussi irréversibles) associées à des taux plus élevés de changement climatique. Le scénario de stabilisation B1 peut être caractérisé comme une transition vers la viabilité qui débouche

sur la convergence économique et la réalisation des objectifs du Millénaire pour le développement dans la plupart des régions du monde, tout en évitant les changements climatiques plus brutaux. Cela correspond tout à fait au scénario présenté au chapitre précédent.

Figure II.6
Évolution historique du système énergétique mondial et avenir qui pourrait être le sien, sous l'angle de la part relative de chacune des sources d'énergie les plus importantes, 1850-2100



Sources : Grubler, Nakicenovic et Riahi (2007), Nakicenovic et Riahi (2007) et Institut international d'analyse des systèmes appliqués (2007).

La nature des mutations technologiques et les profondes incertitudes quant à leur impact sur le problème du climat imposent d'adopter les innovations nécessaires dans les délais les plus brefs possibles afin de garantir les coûts les plus bas et la diffusion la plus large dans les décennies à venir. Plus longtemps on attendra pour mettre en place les technologies avancées, plus les réductions d'émissions devront être importantes. Parallèlement, pour saisir l'occasion d'obtenir une réduction des coûts importants, il faudra déployer des efforts de recherche, développement et déploiement et prévoir des investissements massifs afin d'accélérer la diffusion et l'adoption de technologies énergétiques avancées.

On a indiqué plus haut qu'il existe des possibilités d'atténuation importantes à l'échelle mondiale dont le coût est inférieur à 60 € la tonne de CO₂e. Ce potentiel pourrait être supérieur, en particulier si le prix du carbone augmentait (Fisher *et al.*, 2007). Au milieu de 2008, par exemple, le prix du pétrole a frôlé les 140 dollars le baril; le prix équivalent du carbone n'est pas sans rappeler la récente instabilité des prix de l'énergie. Toutefois, il est clair également que le pic du prix du pétrole en 2008 s'est inscrit dans le contexte d'une crise de développement multidimensionnelle, créant des problèmes de balance des paiements aux pays en développement importateurs d'énergie, des incidences négatives sur leur solvabilité financière et une augmentation du coût de divers services de base, notamment l'alimentation, le transport et l'énergie. Le pic n'a pas duré, mais une escalade prolongée des prix de l'énergie aurait été très préjudiciable sur le plan du développement pour un grand nombre

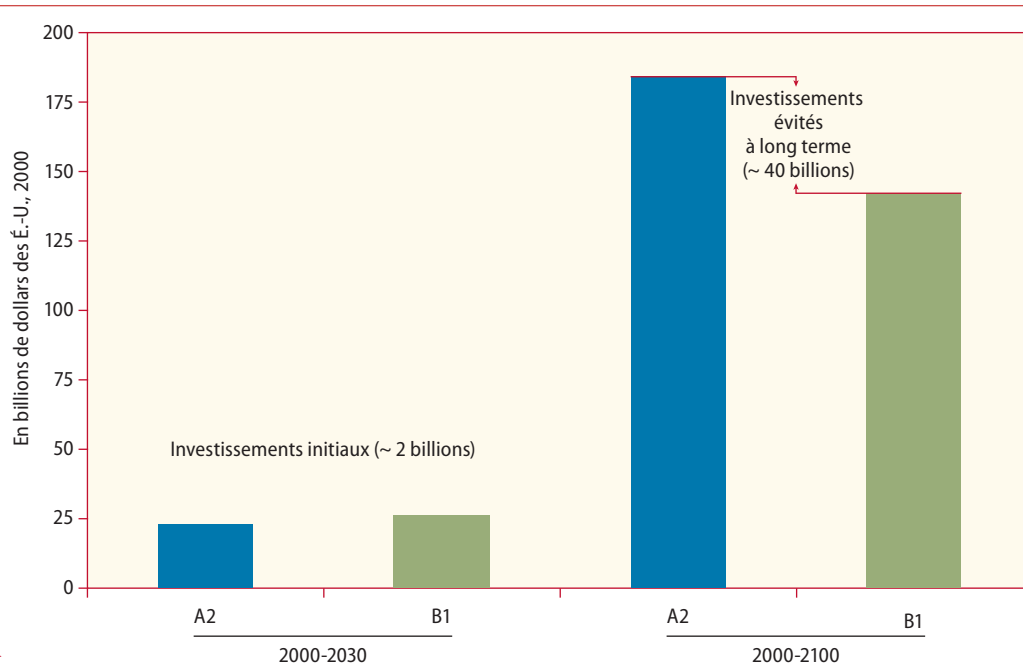
Plus longtemps on attendra pour mettre en place les technologies avancées, plus les réductions d'émissions devront être importantes

L'adoption d'une stratégie de commercialisation fondée uniquement sur le carbone nécessiterait l'octroi de subventions directes aux pays en développement

de pays. À cet égard, l'adoption d'une stratégie de commercialisation fondée uniquement sur le carbone nécessiterait l'octroi de subventions directes aux pays en développement afin de contrebalancer les incidences négatives de l'augmentation des prix de l'énergie. Mais ces subventions ne suffiraient pas : elles devraient être complétées par l'adoption au plan national de mesures adéquates visant à transformer les subventions internationales en subventions ciblées destinées aux groupes pauvres et vulnérables (voir également chap. VI).

La formation technique et le changement qu'elle induit sont indispensables pour réduire les coûts d'atténuation et multiplier les possibilités d'atténuation (chap. V). Il est vrai qu'en augmentant le prix du carbone (et d'autres GES), on pourrait mettre en branle certains changements technologiques, institutionnels et comportementaux qui sont nécessaires pour une réduction effective des émissions. Vu la faiblesse des coûts d'atténuation dans les pays en développement, les activités d'atténuation les moins coûteuses canaliserait les investissements vers ces pays, en supposant que les arrangements institutionnels appropriés aient pu être pris. Toutefois, ces mesures devraient s'accompagner d'une série de mesures compensatoires afin de contrebalancer les coûts sociaux et économiques de l'augmentation des prix.

Figure II.7
Investissement dans les systèmes énergétiques, 2000-2030



Sources : Grübler, Nakicenovic et Riahi (2007).

Il faudrait fournir d'avance des investissements dans les technologies nouvelles et avancées économes en carbone

Pour concrétiser les avantages de la formation technique, il faudrait fournir d'avance des investissements dans les technologies nouvelles et avancées économes en carbone, lesquelles, après augmentation d'échelle et adoption, réduiraient les coûts d'atténuation et augmenteraient les possibilités d'atténuation. La chapitre I indique que ces investissements devront, dans un premier temps, être des investissements publics.

La figure II.7 montre les investissements dans le système énergétique pour deux scénarios, A2 et B1. Le premier est analogue à celui décrit dans les scénarios de statu quo et est caractérisé par une forte augmentation des émissions de GES qui entraîne un changement de

température mondiale d'environ 4,5 °C. Le scénario B1 correspond à un futur plus viable et se caractérise par un investissement plus vigoureux dans les nouvelles technologies et par une évolution des modes de vie qui se traduisent par un changement de température mondiale inférieur à 3 °C. Le montant total des investissements est de l'ordre de 20 billions de dollars d'ici à 2030 et est légèrement supérieur dans le cas de l'avenir plus viable du scénario B1, du fait du développement des systèmes énergétiques à forte intensité de capital. Pour atteindre l'objectif de 2 °C, il faudrait consentir des investissements encore plus élevés, appelés presque certainement à dépasser l'objectif du billion de dollars par an (voir chap. VI). Toutefois, sur le long terme, au-delà de 2030, le coût de l'investissement nécessaire pour garantir l'avenir plus viable est sensiblement inférieur en raison des transformations technologiques et de la formation technique induites. En d'autres termes, des investissements devraient être consentis d'avance pour permettre d'éventuelles réductions de coût pendant la phase d'apprentissage. Cela signifie qu'il faudrait procéder d'avance à de gros investissements dans les pays actuellement en développement. De fait, en supposant, une fois encore, qu'ils présentent les coûts les plus bas et le potentiel d'atténuation le plus élevé, ainsi que les meilleures possibilités de marché, les investissements dans le secteur de l'énergie des pays en développement devraient dominer dans les décennies qui viennent.

Une approche intégrée du problème de l'atténuation

La sécurité énergétique³

Pour nombre de pays avancés, l'offre de pétrole dans les années qui viennent suscite à présent certaines préoccupations et une certaine controverse. Dans son *International Energy Outlook 2008*⁴, le Ministère de l'énergie des États-Unis prévoit que le secteur mondial de l'énergie sera en mesure de fournir 103 millions de barils par jour de pétrole conventionnel en 2030, à quoi il convient d'ajouter 10 millions de barils de fluides non conventionnels (biocarburants, pétrole extralourd, sables pétrolifères, etc.), soit au total 113 millions de barils par jour. De son côté, l'Agence internationale de l'énergie (AIE) indique, dans son rapport à moyen terme sur les marchés pétroliers pour 2009-2012, publié en juillet 2008, que le secteur sera en mesure de produire 96 millions de barils par jour d'ici à 2013, mais dit douter fortement qu'il puisse augmenter sensiblement la production par rapport à ce niveau en raison de la baisse de production des gisements de pétrole existants, des résultats décevants en matière de découverte de nouveaux gisements et des préoccupations suscitées par la suffisance des investissements futurs.

De nombreux spécialistes du secteur espèrent que l'offre des autres combustibles de base — le gaz naturel, le charbon, l'énergie nucléaire, l'énergie hydraulique, etc. — pourra être augmentée même au-delà des taux d'accroissement actuels afin de compenser l'insuffisance prévue de l'offre de pétrole. Pourtant, sans une réorientation radicale de la stratégie énergétique, il sera difficile pour ces sources de combler le déficit créé par la baisse de l'offre de pétrole. Cette réorientation est l'occasion d'atteindre les objectifs de sécurité climatique et de sécurité énergétique dans les pays avancés.

Sans une réorientation radicale de la stratégie énergétique, il sera difficile pour les autres combustibles de base de combler le déficit créé par la baisse de l'offre de pétrole

³ La présente section doit beaucoup à Klare (2008).

⁴ DOE/EIA-0484 (2008), Washington, D.C., Energy Information Administration, Office of Integrated Analysis and Forecasting, Ministère de l'énergie des États-Unis, septembre 2008.

Le gaz naturel est le plus intéressant des combustibles fossiles car il émet le moins de gaz à effet de serre dangereux pour le climat

Le gaz naturel est le plus intéressant des trois combustibles fossiles car il émet le moins de GES dangereux pour le climat. De surcroît, l'exploitation du gaz naturel en tant que combustible commercial ayant commencé plus tard que celle du pétrole, les principaux réservoirs de gaz n'ont pas diminué au même point que dans le cas du pétrole. Néanmoins, le gaz est, comme le pétrole, un produit limité, et un grand nombre des gisements les plus importants et le plus facilement accessibles d'Amérique du Nord, de la mer du Nord et de Sibérie occidentale sont à présent presque épuisés. Beaucoup de nouveaux gisements situés en Sibérie orientale, au large des côtes de la République islamique d'Iran, dans la partie septentrionale de l'Alaska et au Canada, et dans l'océan Arctique n'ont pas encore été exploités, mais les coûts afférents à l'exploitation de ces réservoirs seront largement supérieurs à ceux des réservoirs actuellement exploités, et l'on ignore combien d'entre eux attireront les investissements importants qui seront nécessaires pour les mettre en service. En somme, si l'on peut raisonnablement s'attendre à une certaine augmentation de l'offre de gaz naturel dans les années à venir, il ne semble pas qu'elle puisse compenser la contraction à plus ou moins longue échéance des approvisionnements en pétrole.

Le charbon rejette dans l'atmosphère davantage de dioxyde de carbone par unité d'énergie produite que le pétrole et le gaz

Le charbon est le plus abondant des combustibles de base. La technologie mise en œuvre pour produire de l'électricité à partir du charbon est très au point et son coût relativement faible l'a rendue particulièrement intéressante en tant que source d'électricité pour des pays en développement comme la Chine et l'Inde. Comme on s'attend à ce que la demande de pétrole et de gaz naturel dépasse l'offre au cours des années qui viennent et que leur prix augmente, le charbon est appelé à occuper une place de plus en plus importante dans le panier énergétique mondial en tant que source de combustible pour la production d'électricité. Selon le Ministère de l'énergie des États-Unis, la consommation mondiale de charbon augmentera de 65 % entre 2005 et 2030, soit une augmentation supérieure à celle de n'importe quelle autre principale source d'énergie. Or, lorsqu'il est utilisé d'une manière classique, le charbon rejette dans l'atmosphère davantage de CO₂ par unité d'énergie produite que les deux autres combustibles fossiles, si bien qu'une augmentation de la consommation de charbon de cette importance entraînera un accroissement sensible des émissions mondiales de CO₂, ce qui réduira l'efficacité de l'action entreprise à l'échelle mondiale pour ralentir le rythme du changement climatique. Il s'ensuit que la capacité de la communauté internationale d'aboutir dans les efforts qu'elle déploie pour contenir les émissions de CO₂ exclura de recourir encore davantage aux technologies de combustion du charbon existantes. On voit qu'il est encore plus urgent de mettre au point des technologies basées sur le charbon moins polluantes et, en particulier, les technologies de capture et de piégeage du carbone (Ansola-behere *et al.*, 2007); toutefois, à moins d'y affecter des ressources beaucoup plus importantes, l'utilisation commerciale de ces technologies n'est pas pour demain⁵.

On peut également remplacer le pétrole par l'énergie nucléaire. Cette forme d'énergie ne produisant pas d'émissions de CO₂, certains spécialistes de l'énergie y voient une solution intéressante pour remplacer les combustibles fossiles. Toutefois, l'énergie nucléaire comporte bien des risques, ainsi que des problèmes de stockage des déchets radioactifs qui ont maintenu les coûts à des niveaux extrêmement élevés par rapport à ceux des autres sources d'énergie,

⁵ Au Royaume-Uni, par exemple, le directeur général de Centrica, l'un des plus gros fournisseurs d'énergie du pays, a averti que les centrales au charbon équipées pour le captage et le stockage du carbone ne permettront probablement pas d'opérer des réductions importantes des émissions du pays avant deux décennies (voir « Carbon capture won't work until 2030, says energy boss », *The Guardian*, 26 février 2009).

ce qui dissuade les gouvernements et les services de distribution privés de construire un trop grand nombre de réacteurs. Le rythme de construction des réacteurs pourrait s'accélérer dans les années à venir face à l'augmentation de la demande d'électricité sans émissions de CO₂, mais il est difficile d'imaginer un scénario comportant suffisamment de nouvelles centrales pour que la part de l'énergie nucléaire dans l'énergie totale mondiale puisse dépasser nettement son niveau actuel de 6 %.

Pour autant qu'on puisse le prévoir, le pétrole restera donc la principale source mondiale d'énergie pendant les 25 prochaines années, même si sa part descend un peu au-dessous de son niveau actuel (37 %).

La seule solution pratique au problème de l'insécurité énergétique et des menaces qui pèsent sur le climat est la mise en exploitation rapide d'autres formes d'énergies dérivées de sources d'énergie renouvelables respectueuses du climat : énergie éolienne, énergie solaire, énergie géothermique, biocarburants avancés, etc. C'est l'un des grands défis que les décideurs auront à relever au cours du siècle à venir. Or, bien que l'importance de cette tâche soit très largement admise, on ne consacre pas à l'exploitation des énergies de substitution les ressources qui permettraient aux énergies renouvelables de remplacer les sources d'énergie non renouvelables dans des délais réalistes.

Selon le Ministère de l'énergie des États-Unis, les sources d'énergie renouvelables ne représenteront en 2030 qu'environ 8,5 % de la consommation mondiale d'énergie, soit une augmentation négligeable par rapport à leur part en 2005, c'est-à-dire 7,7 %⁶. Ces projections seront assurément révisées à la hausse à la suite des nouvelles mesures prises par l'Union européenne (UE) et le gouvernement du nouveau Président des États-Unis, Barack Obama, mais il faudra consentir un effort d'investissement majeur pour augmenter la part des énergies renouvelables de plus de quelques points. Après la forte baisse des prix du pétrole entre septembre 2008 et janvier 2009, beaucoup de gouvernements et de services de distribution ont fait savoir qu'ils ne pourraient pas mettre en œuvre des plans ambitieux d'exploitation des énergies nouvelles et renouvelables en raison de l'insuffisance du financement⁷.

Pour que les sources d'énergie renouvelables puissent réaliser leur fort potentiel, il faudra surmonter un certain nombre d'obstacles technologiques. Avant que l'énergie éolienne et l'énergie solaire ne puissent être utilisées plus largement, par exemple, il faudra concevoir des dispositifs de stockage de l'électricité plus efficaces : des dispositifs qui seraient capables de stocker l'énergie lorsque le vent et le soleil sont forts et de la libérer la nuit ou lorsque le temps est nuageux ou qu'il n'y a pas de vent. Il faudra également pouvoir disposer de systèmes de transport plus efficaces pour acheminer l'électricité entre les régions les plus ventées et ensoleillées et les régions de plus forte demande. De même, il convient de mettre au point de nouvelles méthodes de conversion des déchets végétaux en éthanol, de façon à ménager les cultures vivrières et autres espèces végétales précieuses. Les sources d'énergie telles que l'énergie géothermique, l'énergie marémotrice, l'hydrogène, la fusion nucléaire, etc. nécessiteront l'adoption d'approches plus novatrices et même de nouvelles avancées scientifiques et technologiques. Tous ces progrès exigeront des investissements importants que les sources publiques et privées de financement ne sont pas encore en mesure de fournir à l'échelle requise.

La substitution des énergies renouvelables aux sources d'énergie non renouvelables dans des délais réalistes suppose que des ressources bien supérieures y soient consacrées

Pour que les sources d'énergie renouvelables puissent réaliser leur fort potentiel, il faudra surmonter un certain nombre d'obstacles technologiques

⁶ International Energy Outlook for 2008, tableau A2.

⁷ Voir Clifford Kraus, « Alternative energy suddenly faces headwinds », *The New York Times*, 21 octobre 2008; et Stephen Castle, « European nations seek to revise agreement on emission cuts », *The New York Times*, 17 octobre 2008.

Tous ces problèmes expliquent que le monde connaît une insécurité énergétique persistante, qui rendra très difficile de surmonter l'insécurité économique périodique. Ce n'est qu'en garantissant un approvisionnement en énergie fiable et économiquement abordable que l'on pourra organiser la reprise et la croissance économiques sur des bases stables. Les mesures à prendre contre l'insécurité énergétique et pour la transformation du système énergétique mondial doivent donc constituer une priorité urgente pour tout programme de stabilisation économique et climatique à long terme dans les pays avancés.

Sans entrer dans les détails, on peut affirmer que le but ultime d'une telle entreprise doit être de réduire la dépendance du monde à l'égard des combustibles fossiles, en particulier le pétrole et le charbon, et de recourir davantage aux sources d'énergie renouvelables, en particulier l'énergie éolienne, l'énergie solaire et les biocarburants avancés (qui n'utilisent pas les matières premières alimentaires). Cette ligne de conduite permettra en même temps de remédier au problème du climat. Les pays avancés devront alors prendre des mesures dans les domaines suivants :

- *Économies d'énergie* : Il s'agit de réduire la consommation de combustibles fossiles, en particulier le pétrole. Cela implique, entre autres, de moins utiliser des véhicules à moteur, de les conduire moins vite, de recourir plus souvent au covoiturage, de faire reprendre des véhicules consommant beaucoup d'essence pour acheter des véhicules économes en carburant, de développer les transports en commun et d'améliorer le rendement énergétique des maisons, des entreprises et appareils électriques de tous types.
- *Innovation* : Il s'agit de construire des véhicules, des usines, des appareils, des systèmes de chauffage, etc. dont le rendement énergétique soit de plus en plus élevé; de remplacer les voitures à essence par des voitures hybrides essence-électricité, des voitures hybrides branchées et des voitures tout électriques; d'améliorer le rendement et l'utilité de l'énergie éolienne et de l'énergie solaire; et de mettre au point des biocarburants avancés à partir de plantes non comestibles.
- *Investissement* : Nette augmentation des investissements publics et privés dans les énergies de substitution et les transports en commun. Incitations financières novatrices aux fins de la mise au point et de l'exploitation d'énergies de substitution : il s'agit, entre autres, des obligations vertes et d'un système de plafonnement et d'échange des émissions de carbone.

Les mesures à prendre sur tous ces fronts doivent l'être immédiatement si l'on veut vraiment accomplir les progrès nécessaires (voir encadré II.1 pour un exemple de mesures pouvant être prises au niveau régional aux États-Unis).

Accès à l'énergie

L'accès limité aux services énergétiques plus propres fournis par les vecteurs d'énergie modernes contribue pour beaucoup à l'élévation du niveau de pauvreté dans certains pays d'Afrique subsaharienne

Étant donné le faible niveau global de consommation d'énergie dans les pays en développement, la notion de sécurité énergétique est, comme on pouvait s'y attendre, un peu différente dans ces pays de ce qu'elle est dans les pays plus avancés. Les services énergétiques modernes se caractérisent par l'inéquité d'accès, en particulier entre les pauvres et les riches, et entre les zones rurales et les zones urbaines. De fait, 2 milliards de personnes environ, soit un tiers de la population mondiale, sont entièrement privées d'accès à l'énergie moderne; environ 1,6 milliard n'ont pas accès à l'électricité, tandis que 2,4 milliards font la cuisine en utilisant des formes traditionnelles de biomasse. L'accès limité aux services énergétiques plus propres fournis par les vecteurs d'énergie modernes contribue pour beaucoup à l'élévation du niveau

de pauvreté dans certains pays d'Afrique subsaharienne (Programme des Nations Unies pour le développement, 2007a et b). Le montant des investissements dans le système énergétique mondial est estimé à quelque 500 milliards de dollars par an (Nakicenovic, Ajanovic et Kimura, 2005). Selon le scénario viable que décrit la figure II.7, il en faudrait au moins deux fois plus pendant les prochaines décennies. Par rapport à cela, la part requise pour garantir l'accès à l'énergie est relativement faible.

Atténuation des émissions de GES dans le nord-est des États-Unis d'Amérique : la solution des 3 %

Encadré II.1

Pour réaliser les réductions nécessaires pour stabiliser les concentrations à 450 ppm au maximum, il faut fixer un objectif à long terme de réduction des émissions de 80 % avant de formuler une stratégie permettant d'atteindre cet objectif. Si les réductions commencent d'ici à 2010, il sera possible d'atteindre l'objectif de réduction en réduisant les émissions de 3 % par an au cours des 50 prochaines années. Si cet objectif doit être atteint d'ici à 2050 (dans 40 ans), il faudra opérer des réductions de 4 % par an. Dans le cas de la réduction annuelle de 3 %, les émissions baisseront de moitié en 23 ans et de 75 % en 46 ans, et auront été réduites de 80 % au début de la 48^e année. Avec un taux annuel de réduction de 4 %, la réduction de 80 % sera chose faite au cours de la 37^e année; si l'on ne fait rien maintenant, les réductions devront être encore plus importantes par la suite.

En matière de réduction des émissions, l'attention a été jusqu'ici en grande partie focalisée sur l'échelon national. Or, les politiques locales et régionales sont également susceptibles de contribuer d'une façon déterminante à l'obtention du résultat souhaité. Dans le cas des États-Unis d'Amérique, les actions engagées aux niveaux des États et des communautés locales sont appelées à occuper une place déterminante dans le train de mesures locales et nationales destinées à fournir des incitations et à obliger la technologie à progresser grâce à la définition de normes rigoureuses dans tous les domaines, depuis les centrales et le secteur du bâtiment jusqu'aux transports.

Les initiatives prises dans des secteurs spécifiques favoriseront le passage à des infrastructures économes en carbone et réduiront la quantité d'énergie et les émissions qui font partie intégrante de technologies spécifiques associées à notre vie quotidienne. Par exemple, les normes d'efficacité des bâtiments, les normes d'efficacité des appareils et les normes d'émission des véhicules imposent un plafond à l'utilisation inefficace de l'énergie ou aux émissions, et accélèrent l'adoption générale des technologies efficaces existantes. La prise de mesures d'accroissement de l'efficacité et de réduction de la demande plus audacieuses en ce qui concerne les services de distribution de gaz et d'électricité, et le renforcement des normes relatives aux énergies renouvelables de façon que tous les États du Nord-Est exigent qu'au moins 20 % de l'électricité fournie soient tirés de sources d'énergie renouvelables (c'est ce que fait déjà le New Jersey) donneront une impulsion supplémentaire au passage à l'utilisation de sources d'énergie peu génératrices d'émissions. Ces mesures peuvent être mises en œuvre avec ou sans plafond d'émissions de GES, mais elles seront le plus efficaces dans un solide cadre de plafonnement et d'échange.

Les institutions et les clients commerciaux de toutes dimensions disposent d'options multiples en matière de réduction des émissions de GES. En combinant l'achat d'équipements (appareils et éclairage) à haut rendement énergétique, l'utilisation des concepts de l'écoconception pour les bâtiments, l'installation de sources d'énergie renouvelables, l'utilisation combinée de la chaleur et de l'électricité, l'achat de parcs de véhicules économes en carburant et l'achat d'énergie verte, ces entités peuvent réduire sensiblement leurs émissions de GES tout en réalisant des économies importantes et en améliorant la qualité de leur espace de travail.

Les clients industriels peuvent utiliser un éclairage et des équipements à bon rendement énergétique et appliquer les principes de la gestion énergétique, et installer des sources d'énergie renouvelables et des applications reposant sur l'utilisation combinée de la chaleur et de l'électricité. Un grand nombre d'entreprises ont su utiliser un ensemble de technologies efficaces, des technologies fondées sur les énergies renouvelables, la réorganisation des processus

Encadré II.1 (suite)

et les améliorations apportées aux parcs de véhicules pour réaliser des économies sur les coûts de l'énergie, réduire leurs flux de déchets et améliorer leurs produits et leurs services.

Les administrations des États et les administrations locales peuvent, en plus d'utiliser les moyens d'intervention permettant au Nord-Est de s'engager sur la voie d'un développement peu générateur d'émissions, mettre en œuvre un certain nombre d'options, notamment les mesures visant à réduire directement les émissions en élaborant et en exécutant un plan d'action contre le changement climatique, l'achat d'énergie renouvelable, la définition et la réalisation d'objectifs en matière de rendement énergétique, l'achat d'équipements et de véhicules efficaces destinés aux États et aux municipalités, l'adoption de politiques incitant les employés à réduire la distance qu'ils parcourent dans leur véhicule (par exemple en encourageant le télétravail et en subventionnant l'utilisation des transports en commun) et les mesures d'incitation à l'achat de véhicules à émissions faibles.

Il y a également la question de l'énergie incorporée dans les produits. Par exemple, l'énergie incorporée dans la fabrication et la destruction d'un véhicule représente entre 5 et 10 % de l'énergie qu'il consommera pendant sa durée de vie. En principe, les émissions associées à sa fabrication et à sa destruction sont prises en charge à l'usine automobile ou à l'usine de recyclage. En l'absence d'une telle prescription, un particulier peut choisir de compenser ces émissions en prévoyant des réductions plus importantes dans un secteur qu'il contrôle ou d'acheter des crédits certifiés de compensation des émissions de carbone qui garantissent qu'une source d'énergie renouvelable à émissions de carbone nulles sera construite.

On décrit ci-après le type de programme de 50 ans de production d'électricité considéré comme permettant d'atteindre l'objectif requis^a :

a On donne ici des exemples des politiques et mesures à mettre en œuvre pour obtenir les réductions d'émissions considérées. Il faudra appliquer des solutions similaires aux secteurs du bâtiment, de l'industrie et des transports afin d'atteindre les objectifs.

Court terme (1 à 5 ans) :

- Gérer la demande d'électricité des utilisateurs finals. Cela peut réduire les émissions dans des proportions équivalant à 3 % par an sur 5 à 20 ans. Des études ont constaté que la consommation d'énergie de ménages composés d'un même nombre de personnes peut varier du simple au double selon leurs modes de consommation respectifs.
- Remplacer 12 ampoules électriques classiques par des lampes fluorescentes compactes, ce qui permet de réduire de 3 % en moyenne la facture d'électricité d'un ménage.

Du court au moyen terme (1 à 15 ans) :

- Plafonner les émissions des centrales électriques dans le cadre de la Regional Greenhouse Gas Initiative (RGGI) (Initiative régionale de réduction des émissions de GES) ou d'un programme de plafonnement et d'échange à l'échelle du pays, et abaisser les limites d'émissions tous les 10 ans. Noter qu'une réduction de 10 % est équivalente à la capitalisation de la réduction annuelle de 3 % pendant environ quatre ans.
- Acheter de l'électricité tirée de sources d'énergie renouvelables à émissions nulles afin d'abaisser jusqu'à zéro ses émissions dues à l'électricité (voir plus loin).

Moyen terme (5 à 25 ans) :

- Réviser la législation de façon que des centrales de production combinée de chaleur et d'électricité non polluantes distribuées puissent être construites dans des centres de production industrielle et des campus universitaires. Une centrale de production combinée de chaleur et d'électricité réduit de plus de moitié les émissions de CO₂. Cela équivaut à une réduction de 3 % pendant 25 à 30 ans.
- Remplacer une centrale au charbon par une centrale au gaz naturel, ce qui permet de réduire de moitié les émissions. Cela équivaut à une réduction de 3 % par an pendant environ 25 ans.

Encadré II.1 (suite)

- Accroître l'utilisation de l'énergie renouvelable, notamment les centrales éoliennes de taille grande ou petite, les systèmes solaires autonomes et la production combinée de chaleur et d'électricité.
- Commencer à restructurer le réseau électrique afin de le rendre plus compatible avec l'énergie distribuée.

Du moyen au long terme (10 à 50 ans) :

- Remplacer les centrales électriques existantes par des centrales à émissions faibles ou nulles, notamment celles qui utilisent les sources d'énergie éolienne et solaire. Le remplacement de 18 centrales au charbon par an à l'échelon national équivaut à peu près à une réduction de 3 % des émissions. La durée de vie moyenne de ces centrales ne devrait pas dépasser 50 ans de façon que toutes les centrales au charbon puissent être remplacées au cours du demi-siècle à venir si la législation imposait le déclasserement des centrales anciennes, polluantes et à moins bon rendement énergétique.
- Capturer le CO₂ et le stocker dans des mines de charbon épuisées et, ainsi, contribuer à réduire les émissions.
- Mettre en place un solide « réseau intelligent » qui comporte un grand nombre de nœuds et de multiples sources d'énergie distribuée, essentiellement des sources d'énergie renouvelables et la production combinée de chaleur et d'électricité. Structurer la planification des ressources des services de distribution et les politiques de recouvrement des coûts de manière à atteindre cet objectif.

Source : Tiré de Moomaw et Johnston (2008).

Une partie des vastes marchés futurs potentiels de l'énergie sont constitués par les individus qui n'ont pas accès à l'énergie, soit parce que les services correspondants font défaut, soit parce qu'ils sont financièrement inaccessibles. Le chiffre effectif des exclus, qui comprend les personnes en proie à l'« indigence énergétique », varie dans des proportions importantes, puisqu'il oscille entre 1,6 milliard (Agence internationale de l'énergie, 2005 et 2008b) et 2 milliards de personnes (Nakicenovic, *et al.*, 2000; et Goldemberg, *et al.*, 2000 et 2004). La plupart de ces exclus vivent en milieu rural; il y en aurait environ 260 millions dans les villes (Agence internationale de l'énergie, 2005). La fourniture à ces exclus d'un accès à l'énergie au cours des deux décennies qui viennent créerait un énorme marché de l'énergie, ce qui multiplierait les avantages pouvant découler de la formation technique en permettant de réaliser des économies d'échelle beaucoup plus importantes. Au surplus, cela serait équitable et aurait un effet très positif sur la création de nouvelles activités économiques et possibilités de développement.

En se basant sur un coût moyen de raccordement des exclus au réseau de 1 000 dollars par ménage (Nakicenovic, 2009), l'investissement total nécessaire est évalué à quelque 25 milliards de dollars par an au cours des 20 prochaines années. C'est là une somme énorme pour les plus pauvres des pays en développement, mais c'est une somme modeste si on la compare à d'autres flux financiers. Elle est en fait dérisoire par comparaison avec les centaines de milliards annoncés par nombre de gouvernements des pays membres de l'OCDE pour sauver le secteur financier, l'industrie automobile et bien d'autres secteurs de l'économie. Au regard de telles sommes, le coût à prévoir pour faire bénéficier 2 milliards de personnes du système de services énergétiques modernes est vraiment bien peu de chose. Pourtant, la part de l'aide publique au développement (APD) consacrée à l'énergie n'est que d'environ 4 milliards de dollars par an, soit 4 % de l'APD totale, estimée à environ 100 milliards de dollars en 2007 (Tirpak et Adams, 2007). On voit que le coût du raccordement de ces exclus dépasse large-

Compte tenu d'un coût moyen de raccordement au réseau des exclus de l'énergie de 1 000 dollars par ménage, l'investissement total nécessaire est évalué à quelque 25 milliards de dollars par an

ment les montants que les régions développées sont prêtes à investir dans le développement énergétique du reste du monde.

Expansion des capacités

En dépassant les besoins immédiats des indigents énergétiques dans les scénarios du développement énergétique futur, on se base sur une amélioration sensible des services énergétiques. Les pays en développement, qui représentent une part importante de la population mondiale, deviennent alors les plus gros marchés énergétiques du futur. La figure II.8A montre la puissance brute cumulée dans le scénario A2r de toutes les centrales électriques des pays industrialisés (le Nord) et des pays en développement (le Sud) entre 2010 et 2030 (Grübler, Nakicenovic et Riahi, 2007).

Dans le Sud, on s'attend à ce que l'expansion des capacités soit le double de celle du Nord au cours des décennies à venir

Dans le Sud, on s'attend à ce que l'expansion des capacités soit le double de celle du Nord au cours des décennies à venir, ce qui montre à quel point la croissance des marchés énergétiques sera importante dans les régions en développement du monde. Le remplacement des capacités est beaucoup plus important dans le Nord, car celui-ci détient un immense parc de centrales vieillissantes. Dans le cadre des scénarios de statu quo comportant un recours continu aux énergies fossiles, en particulier le charbon aux États-Unis, en Chine, en Inde et dans la Fédération de Russie, entre autres, les capacités nouvelles à installer atteignent presque 50 térawatts électriques (TWe), soit au moins 12 fois la puissance brute mondiale actuelle. Même dans le cadre de ces scénarios, les régions en développement augmenteraient jusqu'en 2030 inclus la capacité de production d'énergie renouvelable dans des proportions équivalentes à la puissance brute de toutes les centrales électriques existant actuellement dans le monde et à la moitié de celle des centrales nucléaires supplémentaires. Les améliorations potentielles de cette capacité installée sont véritablement exponentielles dans les seuls pays en développement, ce qui montre l'existence d'importantes possibilités d'investissement pour le secteur privé. Toutefois, dans le cadre de ce scénario, leurs incidences en matière d'atténuation du climat paraîtraient minuscules à côté de l'expansion des sources de combustibles traditionnels.

La figure II.8B montre que la situation change du tout au tout en ce qui concerne les centrales électriques sans aucune émission dans le monde en stabilisation, même si elles sont basées sur le scénario A2r reposant sur une consommation importante de combustibles fossiles. La stabilisation, même avec l'objectif peu ambitieux de 670 ppm de CO₂e d'ici à 2100, débouche sur une restructuration importante, en particulier pour les nouvelles centrales qui opèrent leur conversion pour dépendre essentiellement des sources d'énergie renouvelables et augmenter sensiblement la part de l'énergie nucléaire. Dans ce cas (comme dans les versions du scénario B1 relatives à la stabilisation), nous nous basons sur un effort d'atténuation mondial universel. Celui-ci pourrait s'appuyer sur les coûts minimaux et le libre-échange de carbone et d'autres produits et services. Comme indiqué au chapitre I, il pourrait également être déployé dans le cadre d'une politique plus dynamique.

Au total, les nouvelles capacités installées sont un peu moins importantes en raison des améliorations de rendement en sus de celles obtenues dans le cadre du scénario de référence A2r. Néanmoins, les capacités nouvelles et remplacées sont énormes, notamment en ce qui concerne les centrales fonctionnant aux énergies renouvelables et les centrales nucléaires. On prévoit une expansion de capacités d'environ 4TWe dans les régions développées, dont la moitié sous la forme d'un remplacement de capacités. Dans les régions en développement, les chiffres sont d'environ 6 TWe pour les expansions de capacités et d'environ 0,5 TWe pour les

remplacements. Globalement, on installerait une capacité de production d'énergie renouvelable supérieure à 12 TWe et une capacité de production d'énergie nucléaire d'environ 10 TWe, soit cinq fois et demie la puissance brute de l'ensemble des centrales électriques du monde. Ce qui est intéressant, c'est que la moitié de ces centrales seraient construites dans les régions actuellement en développement et qu'il s'agirait dans la plupart des cas d'une expansion de capacités, non d'un remplacement de centrales vieillissantes.

Cela nous invite à prendre un certain nombre d'aspects en considération. Premièrement, il y a un risque potentiel de pérennisation des technologies traditionnelles si les nouvelles capacités requises ne sont pas installées à l'aide des meilleures technologies. En d'autres termes, il existe une très forte incitation à affecter les investissements aux technologies les plus récentes et à lever les obstacles à l'accès des régions actuellement en développement à ces technologies (nous y reviendrons au chap. V). Deuxièmement, il existe dans les pays en développement de réelles possibilités d'accéder directement aux technologies les plus avancées, dans la mesure où le marché est énorme et permettrait probablement de réduire les coûts et d'améliorer les résultats dans des proportions importantes (voir également le chap. IV). Troisièmement, il existe un potentiel manifeste de mise en place d'un cercle vertueux de croissance (qui remédie également au problème du climat), dans lequel un gros effort d'investissement public dans les mesures d'atténuation attire l'investissement privé et entraîne la modernisation technologique et l'accroissement de la productivité. Cela supposera une intervention massive des pouvoirs publics.

Les figures II.9 et II.10 montrent le passage à la décarbonisation de la production de l'électricité et de l'énergie primaire en fonction d'objectifs de stabilisation du climat de plus en plus ambitieux. La figure II.9 rend compte de cette tendance dans le cadre des scénarios A2r et B1 pour la production de l'électricité et la figure II.10 fait la même chose pour l'énergie primaire totale. À mesure que les objectifs de stabilisation se font plus ambitieux, on constate un net passage à la décarbonisation et une augmentation des investissements dans les technologies sans carbone et économes en carbone. Comme nous l'avons vu plus haut, le plus gros marché en expansion pour ces technologies se trouve dans les régions actuellement en développement (le Sud). Cela signifie non seulement qu'il faudra mobiliser des moyens de plus en plus importants pour financer ces investissements indispensables, mais aussi que l'essentiel de la formation technique induite et, partant, les réductions de coût interviendra dans ces régions. En d'autres termes, il existe une forte incitation potentielle à investir dans ces régions, dans l'hypothèse de la prise des arrangements institutionnels et financiers appropriés.

En accédant directement aux technologies les plus avancées, les pays en développement pourraient probablement réduire les coûts et améliorer les résultats dans des proportions importantes

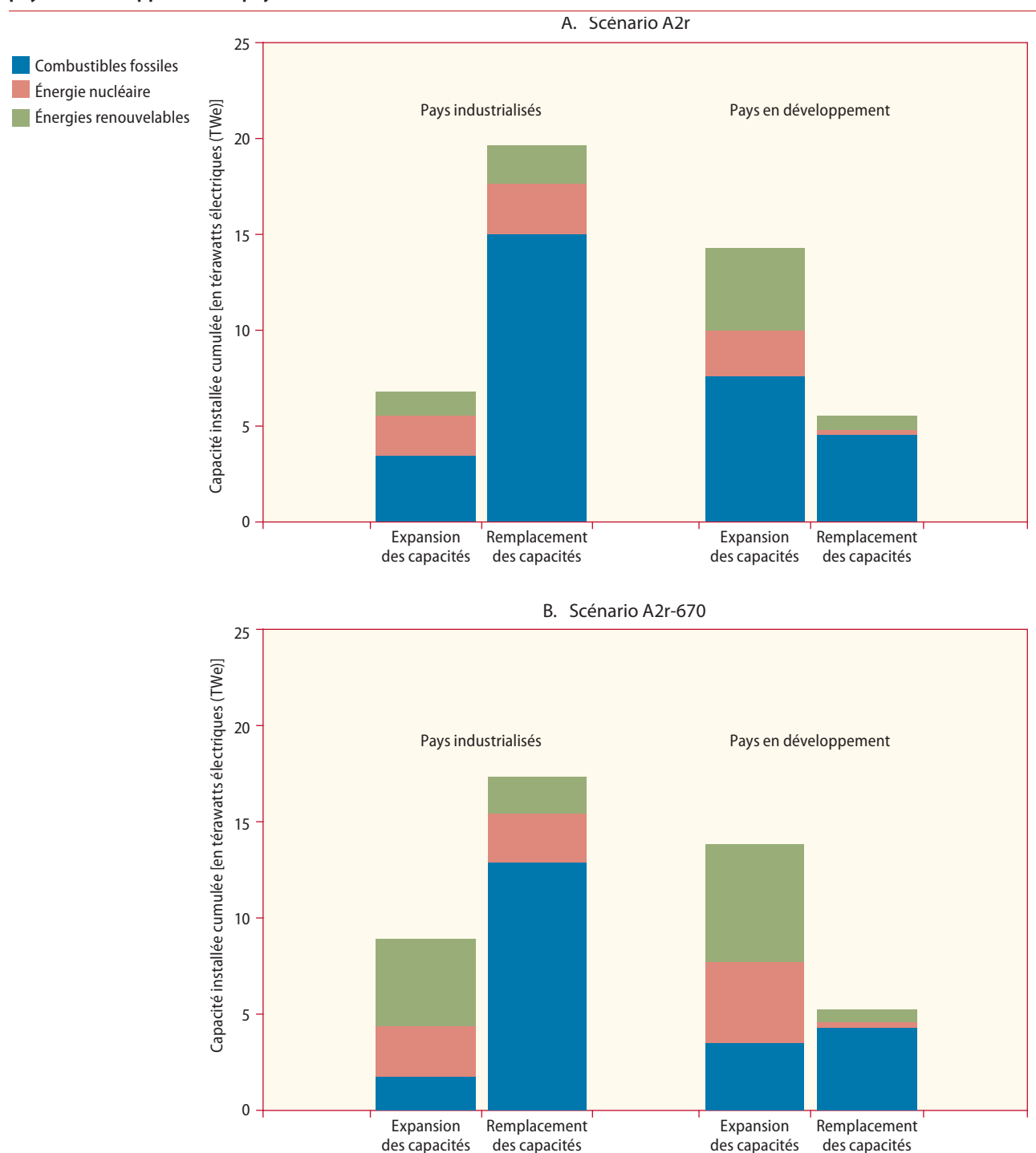
Il existe une forte incitation potentielle à investir dans les pays en développement, dans l'hypothèse de la prise des arrangements institutionnels et financiers appropriés

Tarifs de rachat

Un tarif de rachat (FIT) est une mesure consistant à obliger les services de distribution d'électricité à fournir au réseau connecté l'électricité produite par un particulier ou une organisation à partir de sources d'énergie renouvelables en lui achetant cette électricité à un prix (ou « tarif ») fixé par la loi. Ce tarif s'entend du prix du kilowattheure d'électricité. Les tarifs de rachat sont donc les tarifs payés par kilowattheure d'électricité fournie ou vendue au réseau.

Les FIT sont l'une des options dont disposent les gouvernements pour inciter à investir dans les énergies renouvelables. Les autres options sont les suivantes : a) les normes relatives aux énergies renouvelables, en vertu desquelles un pourcentage prescrit de l'électricité fournie par les services de distribution doit être tiré de sources d'énergie renouvelable; b) les

Figure II.8

Expansion des capacités de production d'électricité et remplacement des capacités d'ici à 2030, pays en développement et pays industrialisés


Source : Gröbler, Nakicenovic et Riahi (2007).

Note : La figure présente l'expansion des capacités de production d'électricité et le remplacement des capacités d'ici à 2030 dans les pays développés et dans les pays en développement dans le cadre du scénario A2r de référence (partie A) et du scénario A2r-670 concernant la stabilisation à 670 ppm d'équivalent CO₂ (partie B). L'expansion des capacités s'entend des nouvelles centrales, tandis que le remplacement des capacités désigne les centrales qui sont construites en vue de remplacer celles qui doivent être déclassées entre aujourd'hui et 2030.

mécanismes fondés sur les prix, qui augmentent le prix de l'énergie tirée de sources à base de carbone, par exemple en mettant en place une taxe carbone ou un système de plafonnement et d'échange; et *c*) les aides directes ou indirectes au secteur des énergies renouvelables, notamment sous la forme de fonds alloués à la recherche-développement, de l'octroi de crédits bonifiés ou de terrains, voire d'une participation directe de l'État aux investissements dans les énergies renouvelables.

Les différentes options se recoupent largement. Par exemple, les FIT s'accompagnent souvent d'autres formes d'aide aux énergies renouvelables. De même, les systèmes de plafonnement et d'échange sont souvent mis en œuvre dans le cadre des normes relatives aux énergies renouvelables. Dans certains cas, comme celui de la Californie, les FIT ont été appliqués pour mettre en œuvre un système de normes relatives aux énergies renouvelables. Dans la pratique, ils se sont avérés beaucoup plus performants s'agissant d'obtenir des résultats vérifiables (Mendonca 2007; et Gipe 2009).

Utilisés depuis plus de 20 ans, les FIT sont en vigueur dans au moins 45 pays ou États du monde. La technique des FIT a évolué au fil du temps. Celui qui a été accueilli le plus favorablement est le tarif avancé de rachat d'électricité renouvelable, adopté initialement en Allemagne et en vigueur actuellement dans plusieurs autres pays et régions.

Au plan historique, les FIT ont été appliqués pour la première fois aux États-Unis d'Amérique sous l'égide de la Public Utility Regulatory Policies Act (PURPA) [Loi sur les politiques de réglementation des services collectifs], qui faisait partie de la National Energy Act (Loi nationale sur l'énergie) de 1978 et qui autorisait les propriétaires d'installations de production d'électricité tirée d'énergies renouvelables à se brancher sur le réseau connecté et spécifiait qu'ils devaient être rémunérés pour le coût de production qu'ils permettaient d'éviter. Différents États des États-Unis ont alors élaboré des arrangements contractuels appelés « contrats-types de garantie », qui ont été offerts aux producteurs d'électricité tirée d'énergies renouvelables. En particulier, en 1984, la California Public Utility Commission (Commission des services collectifs de Californie) a mis en place le contrat-type n° 4 (Standard Offer No. 4), qui fixait le montant de la rémunération à recevoir par kilowattheure pendant une longue période (qui était généralement de 10 ans, sur une période contractuelle de 30 ans). Ce tarif fixé était fondé sur le coût de l'énergie de sources classiques.

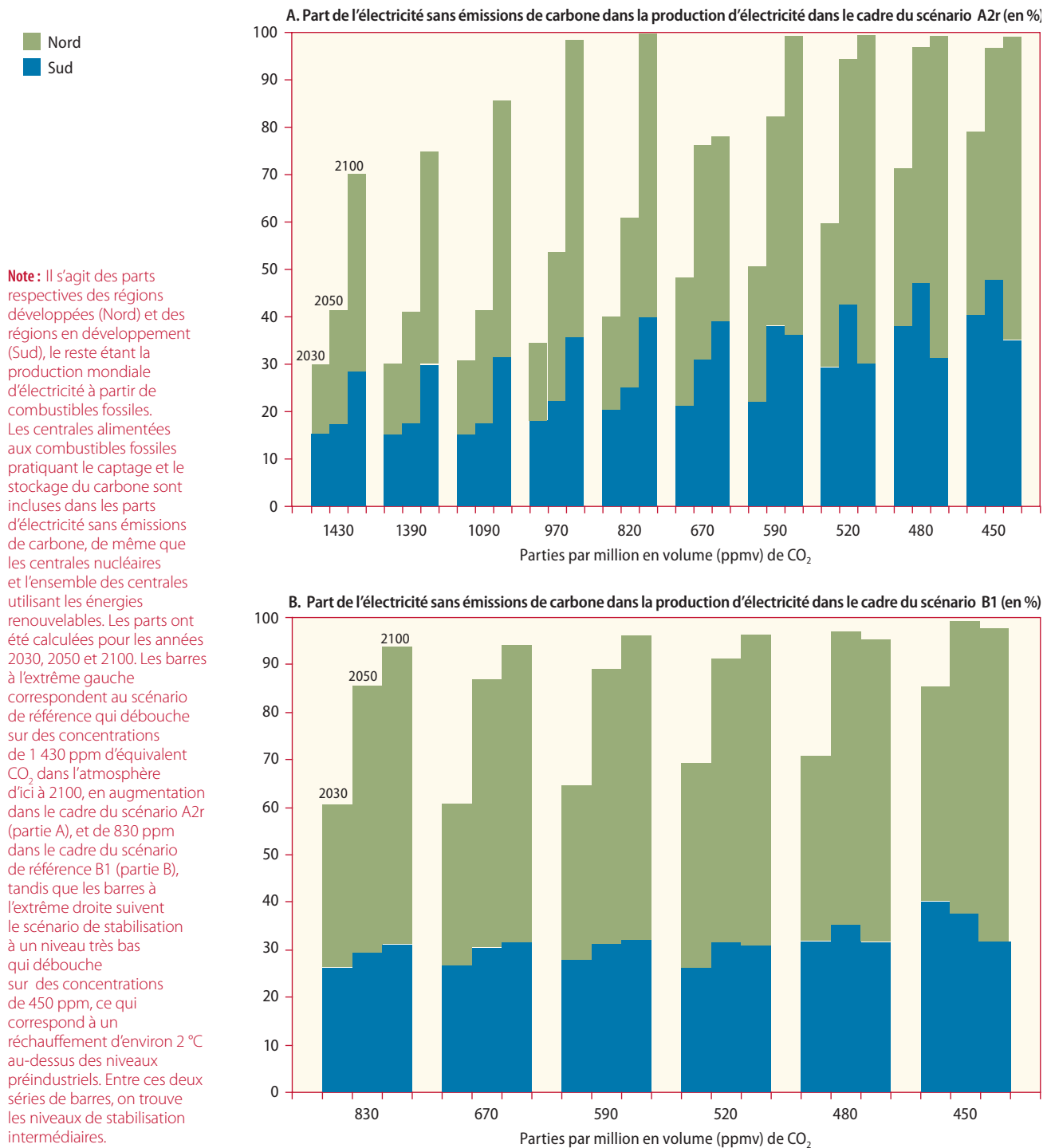
C'est la raison pour laquelle le contrat-type n° 4 est souvent considéré comme le premier exemple de FIT ayant donné satisfaction. Entre le milieu et la fin des années 80, il a permis d'installer de nouvelles centrales éoliennes d'une puissance brute totale de 1 200 mégawatts (MW), dont la production a régulièrement représenté environ 1 % de la consommation d'électricité de la Californie pendant plus de 20 ans. Toutefois, ces contrats n'ont été offerts que jusqu'en 1984, avant l'effondrement des prix du pétrole.

L'Allemagne a mis en application sa *Stromeinspeisungsgesetz* (StrEG), soit, littéralement, la loi sur la fourniture de l'électricité au réseau, en 1991. Elle a basé ses tarifs sur une partie du tarif de détail (c'est-à-dire le prix de vente de l'électricité aux consommateurs), non du tarif de gros (c'est-à-dire le prix auquel les services de distribution achetaient l'électricité aux autres sources). En Allemagne, les taxes à la consommation représentent une part importante du prix de détail final de l'électricité. L'énergie éolienne et l'énergie solaire étaient rémunérées à hauteur de 90 % du prix de détail et les centrales hydroélectriques de 80 % du prix de détail.

Mais ces tarifs n'ont pas non plus été suffisamment stables pour attirer un financement suffisant. L'Allemagne y a remédié en 2000 en stipulant que les sources d'énergie renouvelables bénéficieraient d'un accès prioritaire au réseau pour toute une série de raisons

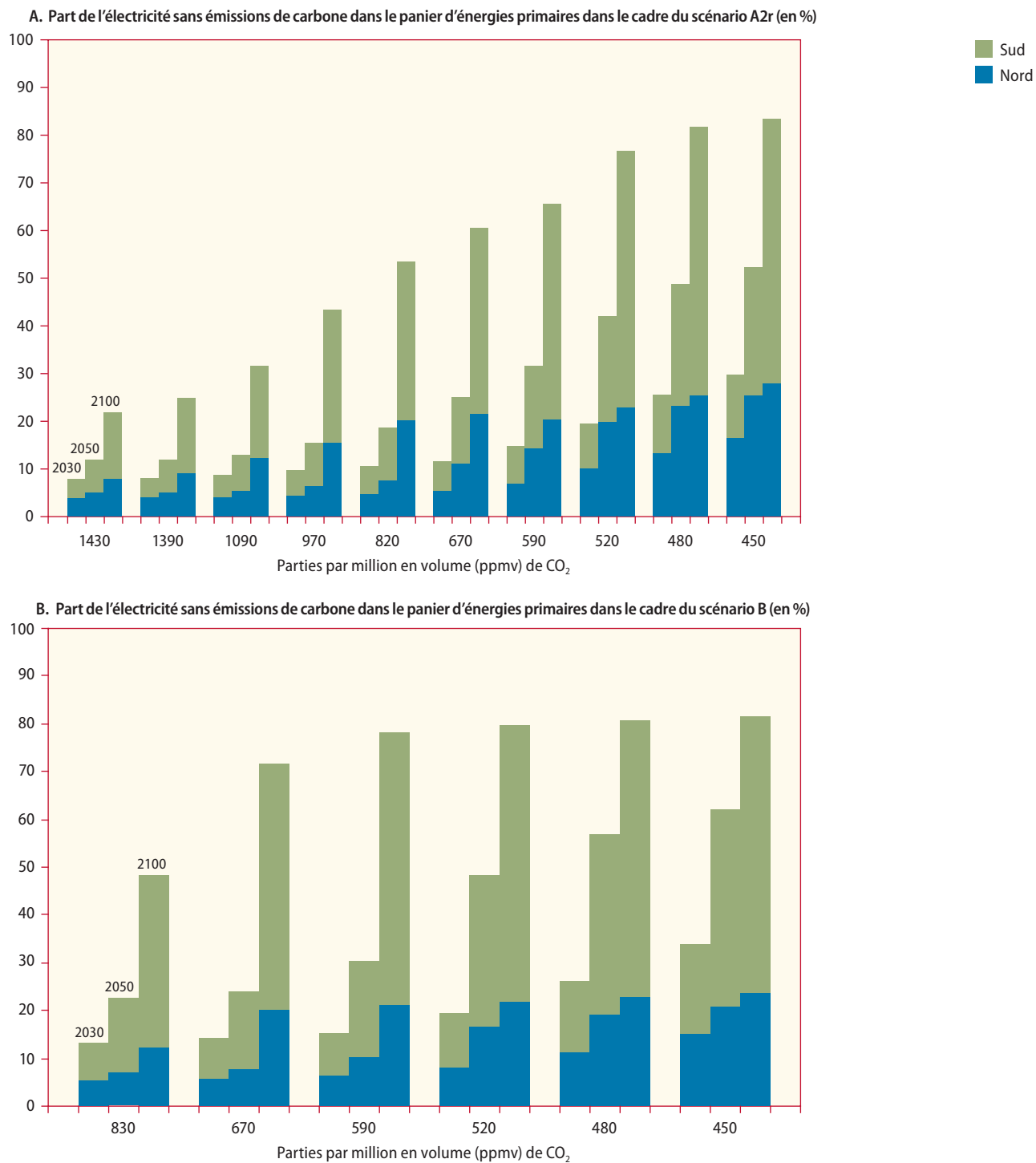
Figure II.9

Part de l'électricité sans émissions de carbone dans la production d'électricité dans le cadre du scénario A2r (A) et du scénario B1 (B)



Source : Basé sur Institut international d'analyse des systèmes appliqués (2007).

Figure II.10
Part de l'électricité sans émissions de carbone dans le panier d'énergies primaires dans le cadre du scénario A2r (A) et du scénario B1 (B)



Source : Basé sur Institut international d'analyse des systèmes appliqués (2007).

Note : Voir figure II.9.

environnementales, sociales et économiques. Par ailleurs, elle a fixé des tarifs différents selon les solutions technologiques (en se basant sur les coûts respectifs de production majorés d'un bénéfice raisonnable) et les a garantis pour 20 ans. Nombre de pays en développement se sont inspirés de ce modèle, et notamment des tarifs avancés de rachat d'électricité renouvelable, car il correspond à la pratique suivie dans le cas des autres centrales électriques.

Dans le cas des systèmes solaires photovoltaïques autonomes, par exemple, la loi allemande de 2004 offre 0,57 €/kWh (soit environ 0,75 dollar É.-U./kWh), chiffre nettement supérieur à celui de l'électricité tirée d'autres sources. La province canadienne de l'Ontario a récemment révisé sa législation afin d'offrir des contrats-types différenciés selon la technologie, les dimensions et l'application, par exemple 0,80 dollar canadien/kWh (0,62 dollar É.-U./kWh) pour des systèmes solaires photovoltaïques autonomes. Dans la plupart des cas, les tarifs sont exprimés en pourcentage du prix de détail, mais ils sont en fait basés sur le coût de production majoré d'un bénéfice.

Pour résumer, les moyens d'intervention moderne que constituent les tarifs avancés de rachat d'électricité renouvelable sont fondés sur l'accès prioritaire au réseau, l'achat prioritaire de l'électricité tirée de sources renouvelables et l'application de tarifs différenciés basés sur le coût de production majoré d'un bénéfice raisonnable.

Dans les pays en développement, on se heurte à un problème majeur : les coûts de la plupart des options utilisant les sources d'énergie renouvelables sont très supérieurs au prix de détail moyen de l'électricité, qui est maintenu à un niveau peu élevé par le fait qu'une partie des groupes à faible revenu ne peuvent payer l'électricité que si elle coûte moins de 0,06 dollar/kWh. Cela décourage les producteurs, qui craignent un changement d'orientations à l'avenir en cas de recours sur une grande échelle à la production d'électricité tirée de sources d'énergie renouvelables. À cet égard, l'option des FIT ne peut donner de bons résultats dans les pays en développement que si elle peut s'appuyer sur une garantie internationale et l'octroi aux consommateurs à faible revenu de subventions financées par des fonds internationaux.

Recherche-développement

L'occasion d'opérer des changements fondamentaux que présente une crise peut être perdue si les sociétés préfèrent subventionner les systèmes anciens et perpétuer les vieux modèles

La recherche, le développement et le déploiement sont essentiels pour améliorer les résultats et faire baisser les coûts au cours des premiers stades du développement technologique

L'occasion d'opérer des changements fondamentaux que présente une crise peut être perdue si les sociétés préfèrent subventionner les systèmes anciens et perpétuer les vieux modèles, en différant encore l'acceptation de la nouveauté et en créant du même coup les conditions d'un approfondissement de la crise et de la récession. Ces risques sont sans doute supérieurs dans les régions en développement du monde en raison de la faiblesse de leurs ressources financières et de leurs capacités institutionnelles s'agissant d'adopter des politiques et des mesures efficaces susceptibles d'ouvrir la voie à une nouvelle phase de croissance marquée par une décarbonisation systématique.

Ensemble, la recherche, le développement et le déploiement (R-D et D) sont essentiels pour améliorer les résultats et faire baisser les coûts au cours des premiers stades du développement technologique. En substance, il en va de même pour le transfert de technologies (chap. V). Par exemple, le coût de l'électricité photovoltaïque produite au Japon a été divisé par deux entre 1973 et 1976, mais cette amélioration n'a eu aucune incidence sur les prix observés car elle est intervenue avant l'installation d'unités de démonstration, ce qui fait que la capacité installée cumulée était nulle. Ces dépenses de R-D et D ne représentent qu'une fraction de la baisse des coûts de technologies qui sont d'ores et déjà parvenues au stade où elles ont trouvé des marchés de niche et se prêtent à une diffusion systématique. Toutefois,

aux stades antérieurs, la R-D et D représente une part plus importante de l'amélioration des résultats et de la baisse des coûts.

Nous soutenons ici que la décarbonisation mondiale et l'universalisation de l'accès aux services énergétiques sont deux importantes occasions créées par la crise financière actuelle et la récession économique qui a suivi. Cette récession est très pernicieuse et particulièrement destructrice pour les pauvres; mais elle porte au moins en elle les germes du renouveau, à condition que le monde soit prêt à réaliser les investissements institutionnels et financiers qui s'imposent.

La recherche et le développement des innovations qui débouchent sur la diffusion de technologies et pratiques nouvelles et de pointe peuvent apporter une solution au double problème consistant à ouvrir des perspectives de développement aux exclus et à permettre aux plus riches de poursuivre le leur. Cette solution doit être apportée sans faire courir le risque de changements irréversibles aux systèmes écologiques, biophysiques et biochimiques. Dans le domaine de l'énergie, cela implique, dans le cas de ceux qui n'y ont pas accès, de remplacer les sources traditionnelles par le recours à des énergies fossiles propres et aux énergies renouvelables, et, dans le cas des régions développées, de remplacer les énergies fossiles par des services énergétiques n'émettant pas de carbone ou sans émissions nettes de carbone. Dans tous les cas, il s'agit d'améliorer considérablement les rendements énergétiques, depuis le stade de l'offre jusqu'à celui de l'utilisation finale, d'augmenter la part des énergies renouvelables, de recourir davantage au gaz naturel et moins au charbon, de déployer sur une grande échelle des systèmes de captage et de stockage du carbone, et — dans certains cas, lorsque cela est socialement acceptable et économiquement viable — de recourir à l'énergie nucléaire. Toutes ces mutations du système énergétique doivent être appuyées par une vigoureuse politique de R-D et D, des investissements massifs, l'élimination des obstacles, la fourniture d'informations et le renforcement des capacités (notamment le savoir-faire, ou « savoir comment », et « savoir pourquoi »).

Malheureusement, la R-D et D dans le domaine de l'énergie s'oriente actuellement dans la direction opposée. Dans les pays membres de l'OCDE, les dépenses publiques sont descendues d'environ 12 milliards de dollars il y a 20 ans à quelque 8 milliards de dollars aujourd'hui, tandis que les dépenses privées ont été ramenées de près de 8 milliards de dollars il y a 10 ans à 4,5 milliards de dollars (Agence internationale de l'énergie, 2008a). Cela signifie que, aujourd'hui, nous investissons à peine 2 dollars par personne dans le monde et par an dans des activités de R-D et D liées à l'énergie. Selon de nombreuses études, ce montant doit être multiplié au moins par deux ou trois afin de permettre la transition vers l'application de technologies nouvelles et avancées aux systèmes énergétiques (Bierbaum *et al.*, 2007). On notera toutefois que la Finlande, le Japon et la Suisse constituent d'importantes exceptions : les activités de R-D et D publiques et privées dans le domaine de l'énergie y occupent une place nettement plus importante.

Au total, il faut tripler les activités de R-D et D liées à l'énergie et au moins doubler les investissements correspondants afin de permettre le remplacement rapide des technologies et infrastructures énergétiques (voir chap. V et VI).

Conclusion

Un avenir plus viable requiert des investissements importants et « fournis d'avance ». Les besoins semblent devoir dépasser le billion de dollars par an entre aujourd'hui et 2030, soit au moins le double du niveau actuel d'investissement, la plupart des besoins devant être

Toutes les mutations du système énergétique doivent être appuyées par une vigoureuse politique de recherche, développement et déploiement, des investissements massifs, l'élimination des obstacles, la fourniture d'informations et le renforcement des capacités

satisfaits dans les régions en développement. La transition vers des voies de développement plus durables nécessitera également des investissements importants et complémentaires dans la R-D et D liée à l'énergie.

Ces investissements supplémentaires dans un avenir caractérisé par des systèmes énergétiques plus économes en carbone et une voie de développement plus viable présentent un grand avantage : à long terme (vers 2050 et au-delà), les investissements seraient nettement moins importants que dans le cas des options consistant à maintenir le statu quo. La raison en est que le caractère cumulatif du changement technologique permet à l'investissement précoce dans un avenir plus économe en carbone de faire baisser les coûts des systèmes énergétiques sur le long terme, en sus des avantages procurés par la stabilisation.

On comprend à quel point il importe de modifier radicalement les politiques énergétiques pour faire en sorte que l'effort d'investissement dans notre avenir commun soit suffisant et promouvoir une accélération du changement technologique au niveau du système énergétique et de l'utilisation finale de l'énergie. La crise financière et économique actuelle offre une occasion exceptionnelle d'investir dans des technologies et pratiques nouvelles créatrices d'emplois et de richesse et porteuses d'un avenir plus viable dans lequel le changement climatique serait ralenti. La crise du monde « ancien » nous offre une chance historique de semer les germes d'un monde « nouveau ».

Chapitre III

Le problème de l'adaptation

Introduction

Les chapitres précédents ont fait valoir que l'élévation du niveau de vie dans les pays en développement n'est pas appelée à hypothéquer les efforts faits pour stabiliser les émissions mondiales, inverser la tendance à un réchauffement climatique dangereux ou éviter une dégradation catastrophique de l'environnement. Il n'en est pas moins évident que la voie de développement suivie aujourd'hui par les pays industrialisés les plus riches ne peut plus servir de modèle pour une croissance de rattrapage. Le développement industriel, l'urbanisation rapide et l'accroissement de la population du monde en développement exigeront plutôt de donner une vigoureuse impulsion à des technologies moins polluantes et plus efficaces, surtout en matière de production et de consommation de l'énergie. Cela implique un programme axé sur des politiques transformatrices et une réorientation complète des investissements, aux niveaux tant national qu'international.

Mais même si les décideurs peuvent amorcer rapidement la transition vers une voie de croissance peu génératrice d'émissions, l'inévitable augmentation des températures mondiales endommagera gravement l'environnement, en multipliant les situations de sécheresse, en élevant le niveau de la mer, en faisant fondre la calotte glaciaire et la couverture de neige, et en provoquant l'apparition d'événements climatiques extrêmes. Dans les décennies qui viennent, ces phénomènes menaceront et détruiront des moyens de subsistance partout dans le monde, en particulier ceux des populations déjà vulnérables, y compris dans les pays développés. La communauté scientifique est de plus en plus préoccupée par l'ampleur que pourrait prendre la dégradation de l'environnement sous l'effet de changements de températures mondiales qu'elle avait d'abord considérés comme gérables (Adam, 2009a). Les menaces aux moyens de subsistance et à la sécurité en seront probablement accrues d'autant.

Pour de nombreux pays en développement, les contraintes et les chocs liés à l'environnement s'inscrivent déjà dans un cercle vicieux de développement qui les force à stagner à un faible niveau de revenu, fragilise leur base de ressources et entrave leur capacité de se préparer aux chocs futurs (Nations Unies, 2008). Le réchauffement climatique va sans nul doute aggraver encore ces contraintes et ces chocs. La mauvaise qualité des systèmes de santé, la pénurie d'infrastructures, des économies peu diversifiées et le manque d'institutions et de structures administratives exposent les pays et les communautés les plus pauvres non seulement à des catastrophes à grande échelle potentiellement désastreuses, mais aussi à un état permanent de stress économique dû à l'élévation moyenne des températures, à la diminution des ressources en eau et à l'augmentation de la fréquence des inondations et de l'intensité des tempêtes. Ces contraintes ne manqueront pas d'accroître les risques d'insécurité alimentaire et financière, mettant de nouveau en évidence l'insuffisance des soins médicaux, de l'assainissement, du logement et des infrastructures sociales.

Dans les décennies qui viennent, l'élévation des températures mondiales menacera et détruira des moyens de subsistance, en particulier ceux des populations déjà vulnérables

En se réchauffant, le monde est appelé à devenir encore plus inégal

L'adaptation au changement climatique devra figurer en bonne place dans tout programme complet sur le changement climatique. Plusieurs fonds ont été créés au niveau international pour financer les mesures d'adaptation dans les pays en développement, mais ils sont déplorablement insuffisants pour faire face à des défis aussi pressants. Le programme d'adaptation doit s'atteler en premier lieu à l'augmentation de ces fonds. On constate également parmi les décideurs nationaux une meilleure prise de conscience des menaces croissantes que fait peser le changement climatique, ainsi qu'un approfondissement de la réflexion sur les stratégies permettant de faire face au problème du changement climatique et sur les programmes d'adaptation à ce changement. Malgré tout, l'adaptation est essentiellement considérée comme un problème d'environnement et l'on observe une tendance à compartimenter les politiques relatives au changement climatique et à les cantonner dans les ministères de l'environnement. C'est là la deuxième priorité du programme d'adaptation (Ahmad, 2009). L'adaptation doit être envisagée non pas seulement comme un problème de développement, mais comme un problème qui ne peut être résolu qu'avec tout le soutien de la communauté internationale.

L'accroissement des investissements, l'amélioration de l'accès au financement et le renforcement des capacités institutionnelles sont essentiels pour faire face au problème de l'adaptation dans la plupart des pays en développement

Mais même lorsque les mesures d'adaptation ont été liées à une stratégie de développement, la tendance a été de se focaliser soit sur la réduction de la pauvreté (en considérant que le problème consistait à promouvoir des systèmes de protection plus solides et des mécanismes d'assurance novateurs pour les groupes et secteurs vulnérables), soit sur les perspectives commerciales (en renforçant les marchés liés au climat). Ces interventions ont un rôle à jouer dans une stratégie plus intégrée, mais elles ne peuvent pas la définir. Au lieu de cela, le présent chapitre soutient que l'accroissement des investissements, l'amélioration de l'accès au financement et le renforcement des réglementations et des capacités institutionnelles sont, comme dans le cas du problème de l'atténuation, essentiels pour faire face au problème de l'adaptation dans la plupart des pays en développement. D'ailleurs, il convient d'étudier d'une manière beaucoup plus approfondie les synergies entre les stratégies d'adaptation et d'atténuation en tant qu'elles font partie intégrante des modalités de développement peu génératrices d'émissions et à forte croissance à mettre en œuvre dans les pays exposés au changement et aux chocs climatiques.

La section qui suit examine les menaces climatiques de plus en plus précises qui risquent d'être associées au réchauffement mondial, la nécessité de parer à ces menaces dans l'optique du développement et les limites des approches actuelles. On étudiera ensuite d'une manière plus détaillée les menaces qui pèsent sur les communautés rurales et urbaines et les risques plus systémiques dans les domaines de la santé et de l'assainissement, le problème principal étant, pour les décideurs, le fait que ces menaces sont souvent interdépendantes et compliquent généralement les vulnérabilités existant dans les pays et communautés les plus pauvres. On énonce ensuite certains éléments d'une approche plus avisée et plus intégrée du problème de l'adaptation. La dernière section souligne que la solution de ce problème requerra le soutien total de la communauté internationale — soutien qui ne s'est pas encore, c'est le moins que l'on puisse dire, concrétisé à une échelle qui puisse être considérée comme adéquate, et a fortiori efficace.

Adaptation et vulnérabilité

L'atténuation vise à ralentir l'augmentation des émissions futures de GES pour finir par en réduire les réserves à un niveau compatible avec des températures gérables et stables. L'adaptation consiste à mobiliser des ressources et à formuler des stratégies pour renforcer

la résilience face aux effets négatifs inévitables de l'élévation des températures et faire face aux conséquences. Ce n'est pas un problème entièrement nouveau. De tout temps, les sociétés humaines ont fait preuve d'une extraordinaire aptitude à s'adapter aux changements climatiques. Toutefois, les menaces que fait peser sur la sécurité et les moyens de subsistance le réchauffement climatique d'origine anthropique semblent devoir, comme les mesures de parade appropriées, être sans précédent¹.

Changement climatique et vulnérabilité

Les estimations scientifiques des effets que le changement climatique pourrait avoir sur la stabilité de l'environnement présentent des variations considérables, mais les risques catastrophiques pour l'écologie de la planète et pour la vie en général suscitent des préoccupations croissantes. Par exemple, Hansen *et al.* (2008) affirment que l'élévation de température découlant d'un doublement du dioxyde de carbone (CO₂) atmosphérique semble devoir atteindre 6 °C, et non les 3 °C sur lesquels se basent la Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (2007b) et Stern (2007). Nombre de scientifiques estiment que la probabilité d'un réchauffement climatique de 4 °C ou davantage est de plus en plus assurée au XXI^e siècle et que les gouvernements doivent se préparer à faire face aux incidences importantes qu'un tel réchauffement aura sur leur économie et leur population (Adam, 2009b).

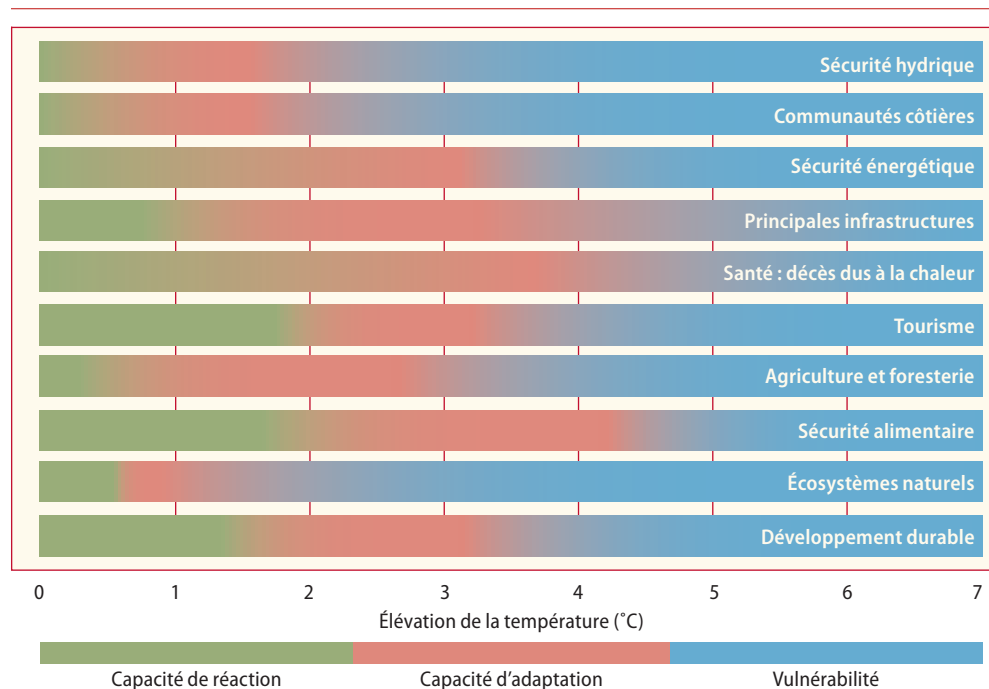
Les dommages causés par le changement climatique n'affecteront pas de la même façon tous les pays et communautés (voir chap. I). Les 600 millions de personnes supplémentaires qui pourraient, selon les estimations du Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) [2007a], devenir des victimes de la malnutrition d'ici à 2080 du fait du changement climatique vivront toutes dans les pays qui sont déjà les plus pauvres et les plus vulnérables. En revanche, le changement climatique pourrait avoir des retombées positives pour certaines régions du monde, par exemple en ce qui concerne les taux de mortalité et les rendements agricoles, à condition que l'élévation de la température mondiale ne dépasse pas de beaucoup les 2 °C. Toutefois, même dans les régions développées, la prolifération des menaces découlant de l'élévation des températures au-dessus de 2 °C pourrait commencer très rapidement à accentuer les vulnérabilités existantes et le faire de façon plus dramatique que prévu. La figure III.1 montre, par exemple, comment différents secteurs et établissements humains de la région de l'Australasie sont touchés par le changement de température. Les vulnérabilités associées à la sécurité des approvisionnements en eau, aux communautés côtières et aux écosystèmes naturels seront mises en évidence pour des augmentations de température inférieures à celles qui feront apparaître les vulnérabilités associées à la sécurité des infrastructures et à la sécurité alimentaire.

La probabilité d'un réchauffement climatique de 4 °C ou davantage étant de plus en plus assurée, les gouvernements doivent se préparer à faire face aux incidences importantes qu'un tel réchauffement aura sur leur économie et leur population

¹ Pour une analyse des incidences socioéconomiques inégales du réchauffement climatique intervenu entre les années 800 et 1300 et des menaces liées à la forte aridité, en particulier, voir Fagan (2008). Se fondant sur les expériences de cette période, Fagan conclut :

La sécheresse et l'eau sont des questions appelées à revêtir une énorme importance pour ce siècle et pour les suivants, lorsque nous devrons nous habituer à prendre des décisions altruistes non nécessairement dans notre propre intérêt, mais dans celui des générations à naître. Cela suppose une réflexion politique et sociale d'un type qui n'existe pour ainsi dire pas aujourd'hui, car nous semblons attacher plus d'importance à notre satisfaction immédiate et aux prochaines élections qu'à la nécessité d'agir pour le long terme. Et la réflexion à long terme devra porter en grande partie sur les investissements massifs à réaliser dans le monde en développement, en faveur des plus vulnérables » (p. 240-241).

Figure III.1
Élévation des températures et renforcement des vulnérabilités
dans la région de l'Australasie



Source : Département des affaires économiques et sociales du Secrétariat de l'ONU, basé sur Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (2007c), chap. 11, figure 11.4.

Les moyens de subsistance de centaines de millions de personnes tributaires de l'eau des glaciers ou habitant les zones côtières de basse altitude sont très gravement menacés

Les nouvelles données relatives à la fonte des glaciers de montagne et des calottes glaciaires de l'Arctique et de l'Antarctique indiquent une probabilité accrue d'une élévation importante du niveau de la mer, qui pourrait menacer sérieusement plusieurs très grandes villes telles que New York, Londres, Tokyo, Dhaka, Shanghai, Mumbai et Rio de Janeiro. De même, dans la cordillère des Andes, la fonte des glaciers menace l'approvisionnement en eau et les moyens de subsistance d'au moins 30 millions de personnes (voir encadré III.1). Les moyens de subsistance de quelque 500 millions de personnes tributaires de l'eau des glaciers et d'environ 600 millions d'habitants des zones côtières de basse altitude sont très gravement menacés². Au pire, l'élévation du niveau de la mer mettra en danger l'existence de pays entiers, en particulier celle des petits États insulaires en développement (voir encadré III.2; et Huq *et al.*, 2007).

Naturellement, les mêmes changements et chocs environnementaux auront des incidences différentes selon le niveau des capacités d'adaptation³ et l'ingéniosité des pays et communautés concernés. En cas de chocs environnementaux, les pays développés peuvent

² On trouvera des informations actualisées sur la fonte des glaces et des glaciers dans Organisation météorologique mondiale, Conseil international des Unions scientifiques (2009), consultable à l'adresse http://216.70.123.96/images/uploads/IPY_State_of_Polar_Research_EN_web.pdf; et à l'adresse <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/7935159.stm>.

³ L'expression « capacités d'adaptation » recouvre une série de pratiques qui relèvent, entre autres, de la volonté de gérer les changements et chocs climatiques, de la résilience face aux chocs, de la réactivité aux dommages effectivement causés et de la réadaptation une fois la crise passée.

mobiliser des ressources financières et mettre en œuvre des capacités institutionnelles qui leur permettent de se remettre et de renforcer leur résilience face aux impacts futurs (Leary *et al.*, 2008a). Il en va autrement dans la plupart des pays en développement. Par exemple, les pertes de terres arides et de terres marécageuses dues à la même élévation du niveau de la mer pourraient représenter dans les pays en développement une superficie 1,5 fois plus importante que dans les pays développés d'ici à 2100, tandis que le nombre de personnes déplacées dans les premiers (4 millions) sera plusieurs fois supérieur à ce qu'il sera dans les seconds, et les coûts de protection seront également supérieurs dans les pays en développement (voir figure III.2).

Beaucoup de pays et de communautés parmi les plus pauvres n'auront pas la capacité de gérer les dommages causés par une élévation des températures même inférieure au seuil de 2 °C. Une faible élévation du niveau de la mer, un faible accroissement du rythme de fonte des calottes glaciaires, un faible allongement de la durée des sécheresses et une faible

Le nombre de personnes déplacées dans les pays en développement sera plusieurs fois supérieur à ce qu'il sera dans les pays développés

Les menaces multiples que le changement climatique fait peser sur les moyens de subsistance : l'exemple des Andes

Les impacts du changement climatique sont cumulatifs et étroitement liés à d'autres vulnérabilités, qu'ils aggravent souvent d'une manière dangereuse, comme le montre bien l'accélération de la fonte des glaciers de montagne, qui sont une source indispensable de revenus pour quelque 500 millions de personnes dans le monde et contribuent d'une manière essentielle à la diversité biologique régionale et mondiale (Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat, 2007c).

La plupart des glaciers tropicaux se situent dans les Andes du Pérou, de l'État pluri-national de Bolivie et de l'Équateur, où la fonte menace l'approvisionnement en eau et les moyens de subsistance d'au moins 30 millions de personnes. Plus d'un cinquième de la superficie de 18 glaciers de montagne du Pérou a déjà fondu au cours des 35 dernières années, et l'on s'attend à ce que la plupart des glaciers andins situés à une latitude inférieure diminuent sensiblement dans les 10 ou 20 années qui viennent.

Cette tendance a des répercussions directes pour les grandes villes de la région, dont l'approvisionnement en eau est tributaire du ruissellement glaciaire. Quito tire 50 % de son approvisionnement en eau du bassin glaciaire et La Paz 30 %. La perte de surface des glaciers péruviens, qui équivaut à 7 milliards de mètres cubes d'eau (environ 10 ans d'approvisionnement en eau pour Lima), a impliqué une réduction de 12 % du ruissellement vers la région côtière du pays, où vivent 60 % de la population péruvienne.

À mesure que les glaciers reculent, la capacité de régularisation de l'approvisionnement en eau par le ruissellement pendant les périodes sèches et plus chaudes et de stockage de l'eau sous forme de glace pendant les périodes humides et plus froides disparaît. En particulier, la diminution croissante de l'approvisionnement en eau représente également un risque pour l'agriculture et la production d'électricité. En l'absence d'eaux de ruissellement suffisamment abondantes, il n'y aura pas assez de pâturages pour l'élevage du bétail et la poursuite de la petite exploitation agricole (comme, par exemple, les élevages d'alpagas et de moutons). La culture des tubercules et autres aliments de base indigènes, tels que les pommes de terre et le quinoa, étant appelée à décliner, les agriculteurs pourraient devoir se résoudre à planter des espèces coûteuses qui ont besoin d'engrais chimiques.

De plus, la plupart des pays andins dépendent des glaciers pour la production d'énergie hydroélectrique, laquelle représente 50 % de l'approvisionnement énergétique de l'État pluri-national de Bolivie et au moins 70 % de celui de la Colombie, de l'Équateur et du Pérou. Avec l'élévation des températures, la production d'énergie diminuera dans les régions où les bassins hydrologiques sont tributaires des glaciers. Il faudra donc investir davantage dans des capacités de production supplémentaires et étudier, comme au Pérou, les possibilités de production d'énergie thermique.

Encadré III.1

Source : « Retracting glacier impacts economic outlook in the tropical Andes », qui donne un aperçu du rapport de la Banque mondiale de 2007 sur les impacts du changement climatique en Amérique latine, consultable à l'adresse <http://go.worldbank.org/PVZHO48WTO> (consulté le 20 avril 2009).

Encadré III.2

Face à la tempête : l'extrême vulnérabilité au changement climatique

a Par exemple, le volume combiné d'émissions annuelles moyennes de CO₂ des petits États insulaires en développement et des pays les moins avancés a représenté, au cours de la période 2000-2004, moins de 1,3 % du total mondial, soit un volume d'émissions inférieur à celui de la France.

Le changement climatique pourrait faire peser la plus grave menace sur les petits États insulaires en développement et un grand nombre des pays les moins avancés du monde. Ce sont les pays qui ont le moins contribué aux émissions mondiales de GES^a. Toutefois, en raison de leurs faibles niveaux de produit national brut par habitant et de valorisation des ressources humaines, de graves déficiences structurelles et de l'étroitesse de leur base de ressources, ce sont également ceux qui sont les plus vulnérables à l'impact du changement climatique et dont la capacité d'adaptation à ce changement est la plus faible.

Le réchauffement climatique contribue à l'élévation régulière du niveau de la mer : d'ici à la fin du XXI^e siècle, le niveau des mers devrait avoir augmenté dans des proportions comprises entre 0,19 et 0,58 mètre (Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat, 2007c), encore qu'un certain nombre de modèles climatiques indiquent qu'il y aura des variations géographiques. Les conséquences de cette élévation pourraient être catastrophiques. De fait, si l'élévation du niveau de la mer constitue une menace véritable pour l'existence d'un grand nombre de villes et de pays entiers, dont une grande partie de la superficie pourrait être inondée et submergée en permanence, la menace est tout à fait réelle pour les petits États insulaires en développement de faible altitude, qui pourraient se trouver complètement submergés. Ce phénomène pourrait être générateur de migrations à grande échelle (voir également l'encadré III.3).

Le changement climatique modifie radicalement les conditions météorologiques dans de nombreuses régions. Selon les données disponibles, le nombre de tempêtes de catégorie 4 ou 5 a augmenté dans le monde depuis 1970. Parmi les petits États insulaires en développement, il y a déjà eu une augmentation sensible du nombre de catastrophes naturelles signalées au cours des dernières décennies (voir figure ci-après). En fait, ces États sont considérés comme le groupe de pays le plus vulnérable aux effets du changement climatique (Heger, Julca et Paddison, 2009).

Un autre problème exige qu'on y prête attention d'urgence, à savoir l'impact du réchauffement climatique sur les ressources en eau douce existantes. Dans nombre de pays à atolls coralliens, l'eau douce est fournie par des verres hydrogéologiques extrêmement fragiles qui sont tributaires des précipitations; déjà, moins de la moitié de la population de Kiribati a accès à l'eau salubre, tandis que moins de 10 % de la population rurale de la Papouasie-Nouvelle-Guinée y a accès (Hoegh-Guldberg *et al.*, 2000). L'augmentation de la force et de la fréquence des tempêtes entraînera la contamination de ces verres par l'eau de mer, ce qui nuira à la qualité de l'eau, tandis que l'augmentation de la fréquence et de la durée des sécheresses réduira les disponibilités en eau.

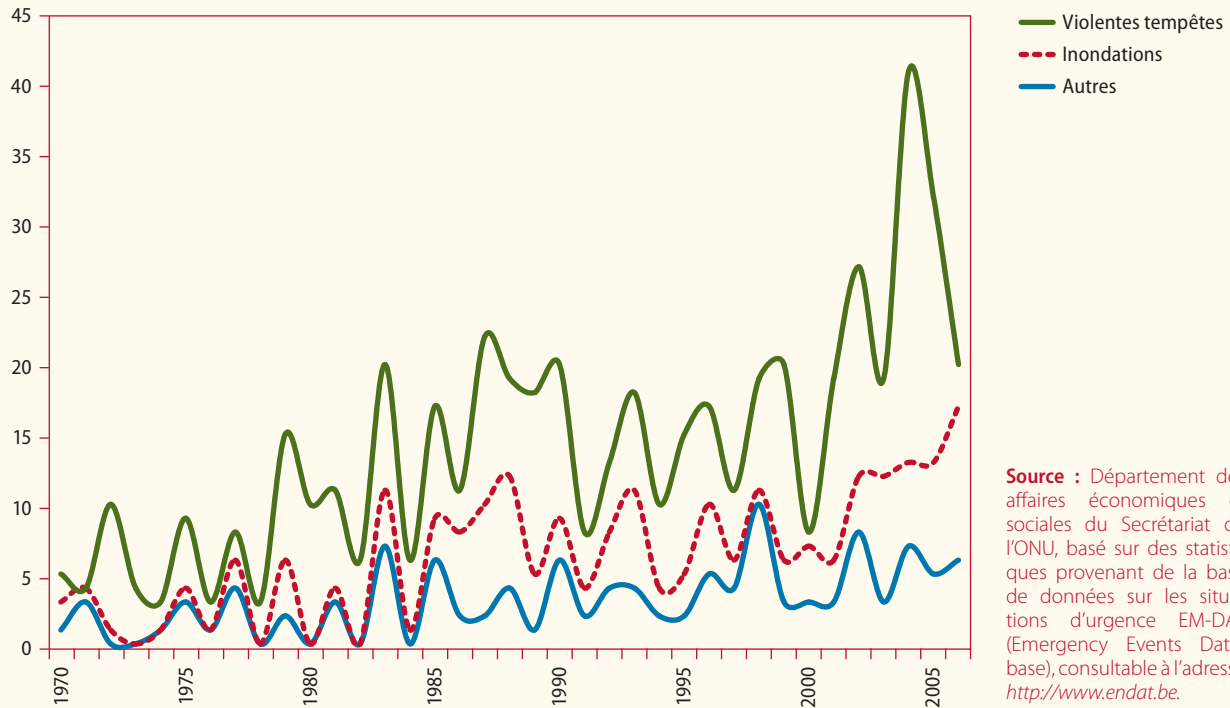
Les pays les moins avancés sont eux aussi extrêmement vulnérables à l'impact du changement climatique. Selon les prévisions, les modifications des régimes des précipitations aggraveront une situation déjà rendue difficile par l'extrême pauvreté et d'autres problèmes de développement majeurs. Le réchauffement climatique affectera principalement les ressources en eau, l'agriculture et la sécurité alimentaire, la gestion des ressources naturelles et la diversité biologique, et la santé humaine. Nombre de pays parmi les moins avancés connaissent déjà un important déficit de production alimentaire; la situation sera aggravée par la baisse des rendements agricoles liée à la diminution de l'humidité du sol et à l'augmentation du risque de stress hydrique et de sécheresse. Ces impacts auront des répercussions importantes sur le commerce agricole, la croissance économique et la réalisation des objectifs de développement.

Certains pays développés investissent déjà dans l'adaptation; toutefois, les pays en développement — en particulier les petits États insulaires en développement et les pays les moins avancés — ne disposent que de ressources techniques et financières limitées et, de ce fait, se heurtent à des difficultés beaucoup plus grandes s'agissant de mettre en œuvre des mesures d'adaptation. Il est pour eux essentiel de surmonter en priorité ces difficultés, vu le niveau de risque qui existe dans le monde en développement et son extrême vulnérabilité face aux effets potentiellement négatifs du changement climatique. Les pays en développement doivent d'urgence renforcer leurs capacités d'évaluation de leurs vulnérabilités et de gestion des risques liés

au changement climatique, et formuler des stratégies d'adaptation qui soient pleinement intégrées dans la planification du développement aux niveaux national, régional et international.

Encadré III.2 (suite)

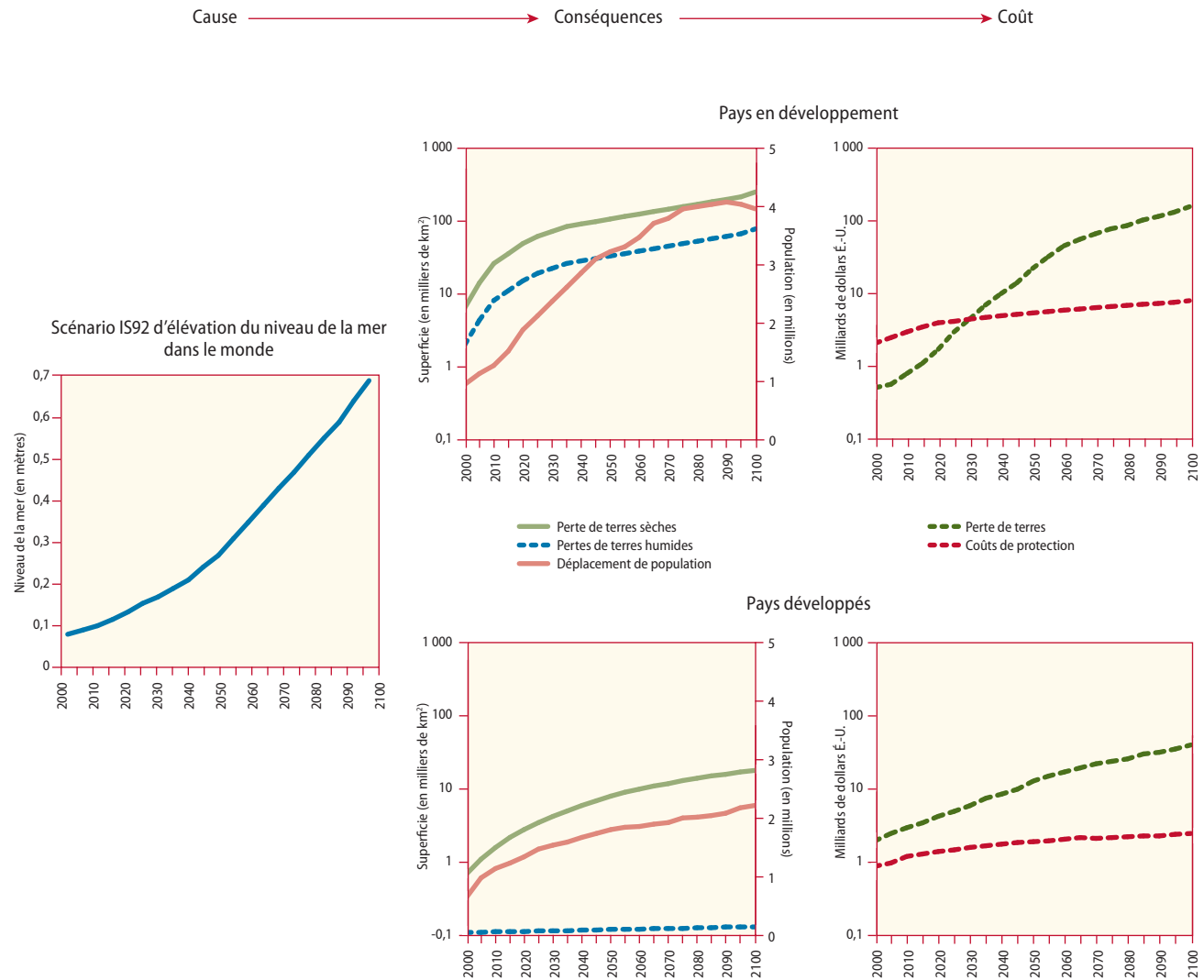
Fréquence des catastrophes naturelles dans les petits États insulaires en développement, 1970-2006



augmentation de l'intensité des tempêtes pourraient tous s'avérer catastrophiques pour certains pays et communautés dont la capacité de réaction est limitée. Les menaces ne pourront que grandir à mesure que la variabilité du climat deviendra la règle et que deviendront plus fréquents les événements climatiques extrêmes difficiles à prévoir. Pour certaines communautés, la menace climatique semble déjà trop proche et trop redoutable pour permettre des réactions mesurées (voir encadré III.3).

On peut s'attendre à ce que le changement climatique non seulement ajoute de nouvelles menaces et aggrave les menaces existantes, mais aussi multiplie les problèmes auxquels font face les communautés vulnérables en exacerbant les menaces interdépendantes (Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat, 2007c). Par exemple, le nombre d'épidémies de maladies tropicales est appelé à augmenter dans les régions connaissant une augmentation de la fréquence des vagues de chaleur, qui étend la superficie des zones sujettes aux sécheresses, tandis que la fréquence des maladies d'origine hydrique est appelée à augmenter dans les régions marquées par une augmentation de celle des inondations. L'accroissement de l'activité des ouragans entraînera de son côté une augmentation des maladies respiratoires (comme la grippe), en particulier lorsqu'il n'y a pas suffisamment de centres d'hébergement d'urgence et dans les régions où les possibilités de traitement médical sont limitées ou inexistantes. Le bien-être des personnes auxquelles ces menaces feront perdre leurs principaux moyens de subsistance, en particulier les personnes appartenant à des groupes

Figure III.2
Écart de capacités d'adaptation à l'élévation du niveau de la mer dans le monde, 2000-2100



Source : Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (2007c).

vulnérables, tels que les enfants, les personnes âgées et les femmes, sera encore fragilisé par l'insécurité alimentaire, l'insuffisance des logements et la dégradation de la santé.

La sécheresse d'hiver qui a frappé récemment le nord de la Chine offre un exemple de la variété des menaces directes et indirectes pour les moyens d'existence et de l'aggravation de ces menaces qui peut être causée par les chocs climatiques. Face à l'absence de pluie et de neige depuis novembre 2008, le Ministère chinois des ressources hydrauliques a signalé au début de février 2009 qu'environ 3,7 millions de personnes et 1,9 million de grands animaux n'avaient qu'un accès limité à l'eau de boisson dans le nord de la Chine, tandis que la baisse d'humidité du sol avait indirectement affecté quelque 9,7 millions d'hectares de cultures, soit

Encadré III.3

Réinstallation : mesures désespérées ?

En décembre 2008, le Secrétaire exécutif de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques a déclaré lors d'une conférence de presse que la réinstallation des populations des petits États insulaires en développement était « déprimante » et montrait qu'elles « baissaient les bras ». Mais la réinstallation est-elle une possibilité seulement pour ceux qui ont perdu espoir ou est-elle une solution réaliste qui aurait déjà dû être envisagée à l'heure qu'il est ?

À la soixantième session de l'Assemblée générale des Nations Unies, en 2005, le Président de Kiribati a évoqué la nécessité pour les pays d'étudier sérieusement la possibilité d'une réinstallation, la « forme ultime de l'adaptation au changement climatique » (Loughry et McAdam, 2008). À la fin de 2008, le président des Maldives a proposé d'acheter des terres à l'étranger pour réinstaller la population. Ces petites îles ont conscience de leur vulnérabilité à l'élévation du niveau de la mer et prennent leur avenir au sérieux. D'autres territoires peuvent ne pas percevoir la menace d'une façon aussi directe, mais peuvent être tout aussi vulnérables.

Serait-il possible, par exemple, de déplacer simplement une ville côtière à l'intérieur des terres ? Quelles seraient les conséquences pour les collectivités environnantes, le paysage périurbain et les écosystèmes ? Si les habitants des îles envisagent d'abandonner leurs terres, l'idée de réinstaller toute une ville n'est pas totalement saugrenue. Toutefois, la recherche sur les processus de réadaptation à la suite de catastrophes montre que, même lorsque de nouveaux établissements sont construits sur de nouveaux sites, la population tend à retourner dans les lieux qu'elle habitait auparavant, même si ce sont des lieux « à haut risque ». Cela s'explique par un certain nombre de facteurs, qui sont généralement liés aux moyens de subsistance, à la mobilité et aux relations sociales.

Quel rapport existe-t-il entre la réinstallation et la migration, et en quoi ces processus pourraient-ils être incompatibles ? La migration suppose la prise de décisions qui impliquent un risque, car les personnes concernées abandonnent leur source de revenus pour tenter leur chance ailleurs. D'après certains spécialistes, le flux de réfugiés environnementaux créé par le changement climatique est appelé à grossir au cours des prochaines décennies, pour atteindre 75 millions de personnes d'ici à 2030 (Global Humanitarian Forum, 2009); ils engagent donc les pays à prendre des mesures préventives et à renforcer la coopération internationale en vue d'une meilleure gestion des flux migratoires. En fait, le Haut Commissariat des Nations Unies pour les réfugiés (HCR) [2008] a noté que l'on n'avait guère réfléchi aux conséquences humanitaires du changement climatique et a mis en garde contre la possibilité d'une réinstallation, en particulier provoquée par :

- Des catastrophes hydrométéorologiques (inondations, violentes tempêtes, éboulements de terrain, etc.);
- Des zones désignées par les gouvernements comme comportant un risque trop élevé pour être habitées;
- La dégradation de l'environnement et les catastrophes à évolution lente (par exemple, réduction des disponibilités en eau, désertification, inondations récurrentes, salinisation des zones côtières, etc.);
- Le cas des petits États insulaires qui « coulent »;
- Les conflits armés provoqués par une diminution des ressources essentielles (par exemple l'eau et les produits alimentaires) due au changement climatique.

Il existe bien des Principes directeurs relatifs aux personnes déplacées dans leur propre pays, qui pourraient faciliter le déplacement, ainsi que d'autres cadres favorisant le traitement équitable des personnes déplacées, mais, comme l'a noté le HCR (2008), le changement climatique pourrait mettre ces cadres à rude épreuve. Il pourrait donc s'imposer de reconsidérer d'une manière plus formelle la manière de traiter les groupes de déplacés, y compris des villes, s'ils entreprenaient de se réinstaller à la faveur d'une stratégie non de réaction, mais de précaution (Schipper, 2009).

43 % des récoltes de blé d'hiver⁴. La rareté des ressources en eau et la diminution des récoltes semblent devoir augmenter l'insécurité alimentaire et aussi amplifier les risques sanitaires, notamment celui que pose l'augmentation de la susceptibilité des oiseaux privés d'eau à la grippe aviaire⁵.

Adaptation et développement

Comme l'indiquait l'*Étude sur la situation économique et sociale dans le monde, 2008* (Nations Unies, 2008), il existe une forte corrélation entre la diminution de la vulnérabilité aux risques naturels et le niveau de revenus, et cette diminution traduit une modification des structures économiques et sociales à mesure que les pays cessent d'être tributaires des activités agricoles, créent des réseaux institutionnels plus solides et commencent à mettre en place des systèmes de protection sociale plus efficaces. L'adaptation au changement et aux variations climatiques effectifs ou escomptés et à leurs incidences amènera inévitablement à effectuer des investissements massifs pour protéger les activités et moyens de subsistance existants et faciliter, à cet égard, les ajustements devant permettre de limiter les dommages potentiels, de faire face aux conséquences et même d'exploiter d'éventuelles possibilités (Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat, 2007c). Ces ajustements peuvent venir des particuliers et des communautés eux-mêmes à mesure qu'ils réagissent aux chocs répétés ou aux changements progressifs qu'ils constatent dans leur environnement immédiat. Toutefois, et en particulier lorsque les dommages sont causés sur une grande échelle, ce sont les décisions et les mesures prises délibérément par les pouvoirs publics, sur la base des recherches effectuées par la communauté scientifique, de l'évaluation des crises précédentes et des consultations tenues avec la population et les groupes locaux menacés par les changements subis par l'environnement, qui constitueront la base de solutions durables.

Les pays qui sont les plus vulnérables aux chocs climatiques se trouvent souvent piégés par un cercle vicieux

Le fardeau de l'ajustement aux menaces grandissantes que fait peser le changement climatique sera particulièrement lourd pour les populations qui se trouvent déjà aux prises avec de multiples vulnérabilités associées à de faibles niveaux de développement économique et humain. Les pays et communautés pauvres, dont les systèmes de santé laissent à désirer et dont l'économie est peu diversifiée, et qui souffrent d'une pénurie d'infrastructures et manquent d'institutions et de structures administratives peuvent être exposés non seulement à des catastrophes à grande échelle potentiellement désastreuses, mais aussi à un état permanent de stress économique dû à l'élévation moyenne des températures, à la diminution des ressources en eau et à l'augmentation de la fréquence des inondations et de l'intensité des tempêtes. Ces contraintes ne manqueront pas d'accroître les risques d'insécurité alimentaire

⁴ Voir <http://pandemicinformationnews.blogspot.com/2009/02/chinas-drought-may-make-birds-more.html>.

⁵ Encore une fois, l'aggravation des menaces ne se limitera pas aux pays pauvres. La concomitance des risques économique et environnemental observée récemment dans la Vallée centrale de Californie a entraîné une forte augmentation des taux de chômage et des prix alimentaires, ainsi que du nombre de vastes étendues de jachères. Selon McKinley (2009) :

L'immense Vallée centrale de Californie, qui est le grenier (des États-Unis d'Amérique), subit de plein fouet la récession, comme la plupart des autres régions agricoles. Mais il a fallu que la nature s'en mêle : cette récession est aggravée par une forte sécheresse qui menace de faire monter le chômage, d'augmenter les prix alimentaires et de paralyser les exploitations agricoles et les villes. Les villes de la Vallée enregistrent déjà les pires taux de chômage du pays : ils atteignent trois ou quatre fois la moyenne nationale... Le nombre de chèques à encaisser diminuant, même les sociétés d'encaissement de chèques font faillite, de même que les magasins d'objets d'occasion, les glaciers et les quincailleries.

et financière, mettant de nouveau en évidence l'insuffisance des soins médicaux, de l'assainissement, du logement et des infrastructures sociales (Oxfam International, 2007). Ainsi, les pays qui sont les plus vulnérables aux chocs climatiques se trouvent-ils souvent piégés par un cercle vicieux combinant insécurité économique, pauvreté persistante, vulnérabilité aux chocs et médiocre capacité de faire face à ces chocs (Nations Unies, 2008).

Pour un grand nombre de pays en développement, le problème de l'adaptation tourne autour de la nécessité de rompre ce cercle vicieux. Les catastrophes climatiques antérieures ont déjà indiqué les dimensions du problème et l'on sait également qu'il est difficile de déterminer la part de leurs incidences qui peut être attribuée à des facteurs économiques « normaux » et celle qui peut l'être à des facteurs climatiques « anormaux » (Datt et Hoogeveen, 2003). Reconnaître cette difficulté est en même temps souligner l'interdépendance des facteurs liés au climat et au développement dans le problème de l'adaptation. En plus, du fait que l'ampleur des dommages peut souvent dépasser de beaucoup les ressources disponibles pour assurer une protection suffisante, il ressort clairement de l'expérience des catastrophes climatiques antérieures que les difficultés de mobilisation des ressources nécessaires continuent de s'imposer aux pays pauvres, les empêchant d'investir dans des mesures d'adaptation efficaces.

Mais même lorsque les pays en développement ont rompu ce cercle vicieux et sont entrés dans une période de croissance plus soutenue, la vulnérabilité aux chocs, tant internes qu'externes, demeure un sujet de préoccupation constant pour les décideurs. Les poches de pauvreté dans les économies en croissance, y compris dans les pays développés, sont plus exposées aux chocs, notamment aux chocs climatiques, car elles disposent de moins de ressources pour y faire face et leurs habitants n'ont pas suffisamment accès aux services quotidiens, qui sont considérés comme allant de soi dans les régions plus riches (Dodman, Ayers et Huq, 2009⁶).

Pour relever le défi de l'adaptation, les décideurs peuvent s'inspirer utilement des expériences d'ajustement aux chocs économiques extérieurs vécues par les pays en développement. La conclusion la plus importante qui ressort d'un examen attentif de ces expériences est que la situation et les capacités locales influencent profondément les résultats et que les mesures à prendre par les pouvoirs publics doivent en tenir compte. Toutefois, il est également possible de tirer des enseignements plus généraux, dont trois en particulier sortent du lot :

- Si les pays sont obligés de procéder eux-mêmes aux ajustements nécessaires, ils seront sans doute contraints de comprimer les revenus, ce qui aboutira à un processus d'ajustement prolongé et déstabilisant, qui élèvera les niveaux de pauvreté, compromettra les perspectives de croissance à long terme et aggravera encore les vulnérabilités;
- Les économies qui sont plus diversifiées (sur le double plan structurel et spatial) font généralement preuve d'une plus grande résilience face aux chocs extérieurs et se redressent plus rapidement, comme le font les économies à forte intégration interne et externe;
- Les sociétés où l'égalité est plus grande sont mieux à même de gérer les chocs en répartissant le fardeau de l'ajustement et en évitant les conflits éventuellement dangereux que l'ajustement peut provoquer.

Les difficultés de mobilisation des ressources nécessaires continuent de s'imposer aux pays pauvres, les empêchant d'investir dans des mesures d'adaptation efficaces

La situation et les capacités locales influencent profondément les résultats et les mesures à prendre par les pouvoirs publics doivent en tenir compte

⁶ Toutefois, la vulnérabilité due aux inégalités n'est pas un problème seulement dans les pays en développement, comme l'a montré l'exemple de l'ouragan Katrina en 2005 (voir Guidry et Margolis, 2005).

Le développement économique est la meilleure garantie contre les incidences négatives du changement climatique

Par ailleurs, l'adaptation au changement climatique est pour une grande part un problème local, qui nécessite la formulation de stratégies et la mise en place de mécanismes qui soient adaptées à des situations différentes et à des capacités d'adaptation initiales différentes (Yohe et Moss, 2000). Il n'existe pas de stratégie de gestion du problème de l'adaptation qui soit adaptée à toutes les situations. Cela étant, d'une façon générale, le développement économique est la meilleure garantie contre les incidences négatives du changement climatique (Nations Unies, 2008). Dans l'ensemble, les populations qui ont accès à une alimentation suffisante, à l'eau salubre, aux soins de santé et à l'éducation sont mieux préparées pour faire face à divers chocs, notamment ceux qui découlent du changement climatique. L'accès à des ressources suffisantes pour investir dans les capacités d'adaptation, notamment dans le capital humain et social, déterminera le degré de résilience dont les pays et les communautés pourront probablement faire preuve face au changement climatique et à la variabilité du climat. De surcroît, l'accès aux technologies et au savoir-faire jouera un rôle important dans le renforcement des capacités d'adaptation. Compte tenu de tous ces facteurs, la capacité des décideurs de mobiliser et de gérer les ressources et de dégager les difficiles compromis concernant leur utilisation sera un élément essentiel de la réponse à apporter au problème de l'adaptation.

La sécurité alimentaire demeure un problème fondamental, en particulier lorsque l'agriculture est surtout l'affaire de petits exploitants, la productivité est faible et les services d'appui sont insuffisamment développés

Il y a encore beaucoup de pays en développement qui, demeurant fortement tributaires d'activités liées aux ressources naturelles, seront sans doute gravement menacés par les changements climatiques prévus (Leary *et al.*, 2008b). Les communautés et les pays qui, pour l'essentiel, produisent et exportent des produits agricoles et des produits de base à faible valeur ajoutée se trouvent généralement au bas de l'échelle du développement et doivent faire face à certains des risques liés au développement les plus graves, notamment l'exiguïté des marchés, la forte dépendance à l'égard des exportations et la faiblesse des capacités technologiques⁷. La sécurité alimentaire demeure un problème fondamental, en particulier lorsque l'agriculture est surtout l'affaire de petits exploitants, la productivité est faible et les services d'appui sont insuffisamment développés. L'impossibilité de procurer des moyens de subsistance plus stables dans ces conditions reste un problème fondamental de politique générale et assurément l'un de ceux qui seront aggravés par les changements climatiques.

Toutefois, nombre de pays en développement ont engagé une transition vers une économie plus urbaine et diversifiée et doivent faire face à de nouveaux risques et à des chocs interdépendants, comme le montre la crise économique actuelle. On estime que, d'ici à 2030, 60 % de la population mondiale habitera dans les zones urbaines, contre 47 % en 2000 [Programme des Nations Unies pour les établissements humains (ONU-Habitat), 2008⁸]. De plus, les villes comptent plus que jamais : même des pays à prédominance rurale tirent généralement plus de la moitié de leur PIB des entreprises industrielles et de services, dont la plupart sont implantées dans les zones urbaines (Satterthwaite, 2007). Par ailleurs, les villes sont des pôles de croissance nationale et régionale et font figure de « nœuds essentiels du processus de mondialisation » (Sanchez-Rodriguez, Fragkias et Solecki, 2008). Les problèmes de politique générale accompagnant cette transition sont souvent aggravés par des niveaux dramatiques d'insécurité et d'inégalité, les nouveaux citoyens étant souvent réduits à renoncer

⁷ Sur les trois milliards de personnes qui vivent dans les zones rurales des seuls pays en développement, 2,5 milliards ont des activités dans le domaine de l'agriculture.

⁸ On associe les pays en développement avec les paysages ruraux, mais nombre d'entre eux affichent en fait des taux d'urbanisation élevés. Par exemple, les deux cinquièmes des habitants du continent africain vivent déjà dans des villes (Nations Unies, 2006).

aux niveaux de protection minimaux offerts dans les communautés rurales sans pour autant bénéficier d'un appui suffisant de la part de l'État (qui n'en fournit souvent aucun).

Au total, en l'absence de stratégies d'adaptation plus efficaces, la vulnérabilité qui différencie les pays riches et les pays pauvres ainsi que les communautés d'un même pays selon leur degré de richesse s'aggravera probablement avec l'élévation des températures mondiales. C'est là un sujet de préoccupation pour la communauté internationale, en soi mais aussi en raison du fait que, dans un monde de plus en plus divisé et inégal, il sera d'autant plus difficile de s'entendre sur un cadre international de mesures contre le changement climatique.

Les limites des cadres politiques existants

À mesure que les sociétés commencent à vouloir mettre au point des méthodes pratiques d'adaptation, il importera d'adopter une position plus nuancée sur les risques que fait courir le changement climatique dans l'optique du développement. Parallèlement, il faudra aussi adopter une position plus nuancée sur le problème de la politique de développement lui-même et, en particulier, sur les liens existant entre l'investissement, la diversification et la croissance. La mesure dans laquelle ces liens seront construits et renforcés déterminera la qualité de l'adaptation de nombre de pays pauvres au réchauffement des températures.

Les programmes de stabilisation économique et d'ajustement structurel mis en œuvre dans nombre de pays en développement au cours des trois dernières décennies n'ont pratiquement rien fait pour réduire la vulnérabilité. Ces programmes avaient été adoptés pour faire face à une série de graves chocs survenus à la fin des années 70 et au début des années 80 et à la crise de la dette qui les avait suivis. Ils visaient à éliminer les obstacles structurels et institutionnels à la croissance et à créer des économies plus stables et plus résilientes. Les politiques mises en place attribuaient généralement un rôle beaucoup plus important aux forces du marché dans le processus d'ajustement et limitaient celui de l'État, notamment les capacités de prestation de services publics. Cette réorientation se caractérisait notamment par la rigueur budgétaire et la baisse concomitante des investissements publics dans la plus grande partie du monde en développement. Il s'en est suivi que, même avec une plus grande stabilité macroéconomique, l'investissement privé n'était pas suffisamment soutenu par une amélioration des services d'infrastructure et des services de base, ce qui limitait la croissance de la productivité et la diversification de l'économie. Dans bien des cas, la capacité de gain n'a pas été améliorée et a même diminué, par le jeu de la désindustrialisation prématurée, de la compression des salaires et de l'informalisation de l'activité économique (Nations Unies, 2006).

Vers la fin des années 90, une seconde génération de programmes d'ajustement a ajouté la bonne gouvernance et la réduction de la pauvreté au programme de réformes, en partie pour corriger ce qui était considéré comme des dérapages, mais aussi pour remédier aux effets pervers des mesures antérieures. Ces initiatives ont fait une place plus importante à la participation et à l'appropriation dans la conception des programmes, ce qui a débouché sur l'établissement des documents de stratégie pour la réduction de la pauvreté (DSRP), lesquels sont devenus le principal instrument de politique pour l'octroi de subventions bilatérales et de prêts assortis de conditions de faveur et pour accélérer l'allègement de la dette. Toutefois, les DSRP ont pratiquement laissé intactes les réformes économiques des programmes d'ajustement de première génération, n'ont pas fait grand-chose pour diligenter une évaluation sérieuse de l'impact des principales mesures macroéconomiques et structurelles sur les pauvres, et n'ont pas permis de définir une approche plus intégrée des problèmes économiques et sociaux. En particulier, ils ont continué de promouvoir des politiques macroéconomiques excessivement

Il faudra adopter une position plus nuancée sur le problème de la politique de développement et les liens existant entre l'investissement, la diversification et la croissance

restrictives au détriment de stratégies de croissance et de diversification par l'investissement, ont refusé de reconnaître la contribution des politiques industrielles et technologiques à l'appui de ces stratégies et ont adopté une approche uniforme de l'intégration à l'économie mondiale (Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement, 2002).

Il est peu probable que les DSRP fournissent le cadre permettant de résoudre les problèmes d'adaptation auxquels font face la plupart des pays en développement dans le contexte du réchauffement mondial. Ces pays doivent se doter de nouvelles politiques qui instaurent des liens solides entre les investissements, la croissance et la diversification, qui leur permettront de procéder à des ajustements progressifs aux changements climatiques et de renforcer la résilience nationale face aux chocs climatiques.

Les incidences du changement climatique

Certains types de dommages causés par le changement climatique seront graduels, tandis que d'autres seront infligés brusquement; la plupart des dommages imminents aux moyens de subsistance et des incidences négatives sur ces moyens devraient être ressentis dans les régions en développement

Les dommages causés par le changement climatique ne seront pas ressentis de la même façon partout. Certains types de dommages dus, par exemple, à l'élévation du niveau de la mer et à la propagation de la sécheresse seront graduels. D'autres seront infligés brusquement, en raison de l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des risques climatiques liés au réchauffement de la planète. Certaines menaces seront limitées à des secteurs spécifiques, tandis que d'autres auront un impact nettement plus systémique. De plus, les incidences auront des ramifications dans tous les pays et régions, mais leur intensité sera souvent très localisée, certaines communautés et certains pays étant beaucoup plus exposés que d'autres. La figure III.3 indique certaines des incidences régionales différentielles, concernant la diversité biologique, les infrastructures et les moyens de subsistance, selon différents degrés de changement des températures mondiales moyennes annuelles (par rapport à la période 1980-1999). D'une façon générale, la plupart des dommages imminents aux moyens de subsistance et des incidences négatives sur ces moyens devraient être ressentis dans les régions en développement, où la sécheresse (Afrique) et les inondations (certaines parties de l'Asie) sont déjà une menace à cet égard, y compris à des températures inférieures à 2 °C, tandis que les vagues de chaleur pourraient menacer la sécurité des approvisionnements en eau dans certaines régions développées, par exemple en Australie et en Nouvelle-Zélande, en particulier à des températures supérieures à 2 °C.

Agriculture et foresterie

Au plan mondial, plus d'un tiers des ménages vivent de l'agriculture; en Afrique subsaharienne, la proportion dépasse 60 %. De plus, dans nombre de pays pauvres, les produits de base sont une source importante de recettes en devises et fournissent des intrants importants à l'industrie de transformation naissante. Le poids économique de l'agriculture est appelé à diminuer encore au cours des prochaines décennies, mais l'amélioration des résultats agricoles est un aspect essentiel d'une croissance économique soutenue, en particulier aux niveaux inférieurs de développement, et une source de gains de bien-être par le biais du renforcement de la sécurité alimentaire.

Les incidences nettes du changement climatique sur la production agricole mondiale demeurent incertaines⁹. Il existe des variations régionales du réchauffement climatique, mais

⁹ Il existe un « degré de confiance faible à moyen » pour dire que la production agricole mondiale augmentera pour des élévations de température pouvant aller jusqu'à un niveau compris entre 1 et 3 °C (Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat, 2007c). En particulier, les précipitations annuel-

les secteurs de l'agriculture et de la foresterie des pays en développement appartenant à toutes les régions sont particulièrement vulnérables aux changements climatiques, car même de légers changements des niveaux de température et de précipitations peuvent, tout aussi bien que les chocs climatiques, perturber les cycles de croissance et les rendements.

Les réductions importantes des rendements moyens des plantes à la base de l'alimentation, des ressources en eau et des sources de protéines, ainsi que l'aggravation des risques d'inondations et les dommages qu'elles causent aux actifs agricoles ne sont que quelques-uns des effets les plus nocifs du changement climatique sur les régions en développement et leurs moyens de subsistance. En revanche, le réchauffement et une augmentation générale des précipitations semblent devoir déboucher sur une augmentation de la productivité agricole en Europe, d'autant que certaines plantes qui sont traditionnellement cultivées dans le sud de l'Europe pourront l'être plus au nord. De plus, les superficies céréalières pourraient s'étendre de 30 à 50 % en Europe d'ici à la fin du XXI^e siècle et les rendements globaux de l'agriculture pluviale pourraient augmenter de 20 % en Amérique du Nord (Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat, 2007c¹⁰). Toutefois, si l'agriculture des pays riches a toutes chances de profiter du changement climatique, il n'est pas évident que les gains effectifs seront importants car leur secteur agricole continue de reculer à mesure que des terres sont utilisées à des fins non agricoles.

Globalement, dans les pays en développement, l'impact sera plus uniformément négatif. En outre, la plus grande dépendance à l'égard de l'agriculture et la vulnérabilité particulière des petits exploitants, qui occupent souvent des terres marginales, limitent la capacité de gérer ne serait-ce que des changements et fluctuations peu importants. Dans bien des régions en développement, les saisons de pousse raccourciront, les superficies agricoles diminueront et la dégradation des terres s'intensifiera. Ce sera en particulier le cas sur les marges des zones semi-arides et arides, ce qui limitera considérablement la production agricole (Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat, 2007c). De surcroît, le stress thermique auquel les plantes seront exposées contribuera à réduire les rendements des plantes cultivées essentielles, telles que le blé, le riz, le maïs et les pommes de terre. On estime que la capacité de pousse des cultures de base aura baissé de 10 à 20 % en 2080 dans les 40 pays les plus pauvres (dont la plupart se trouve en Afrique tropicale) en raison de la seule sécheresse (Kotschi, 2007), tandis que, dans nombre de pays africains, les rendements pourraient avoir baissé dans une proportion allant jusqu'à 50 % en 2020, les petits exploitants étant les plus touchés. De même, les vents et turbulences extrêmes pourraient, par exemple, faire baisser le rendement de la pêche de 50 à 60 % dans des pays comme l'Angola, le Congo, la Côte d'Ivoire, le Mali, la Mauritanie, le Niger, le Sénégal et la Sierra Leone (Alcadi, Mathur et Rémy, 2009).

La sécurité alimentaire et les moyens de subsistance ruraux sont étroitement liés aux disponibilités en eau et à l'usage qui en est fait (Ludi, 2009). La rareté de l'eau douce menace déjà les moyens de subsistance liés à l'agriculture et à la foresterie dans quelque 40 % des

Si l'agriculture des pays riches a toutes chances de profiter du changement climatique...

... dans les pays en développement, l'impact sera plus uniformément négatif et, dans nombre de pays africains, les rendements pourraient baisser dans une proportion allant jusqu'à 50 %

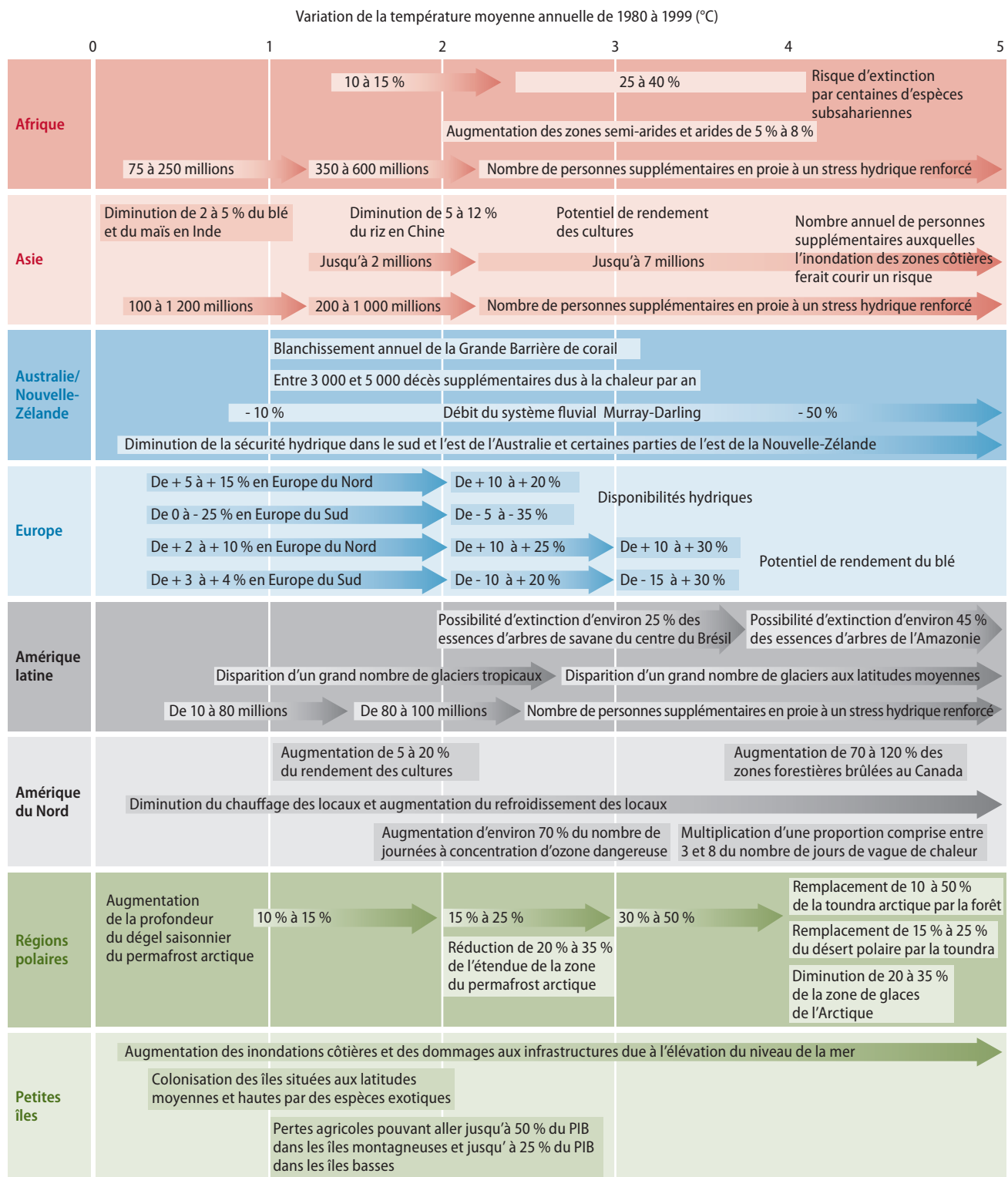
La rareté de l'eau douce menace déjà les moyens de subsistance liés à l'agriculture et à la foresterie dans quelque 40 % des zones rurales dans le monde

les pourront augmenter en Afrique de l'Est, dans la plus grande partie de l'Europe du Nord, au Canada et dans le nord-est des États-Unis d'Amérique, tandis que les précipitations saisonnières augmenteront, par exemple, dans la partie sud-orientale de l'Amérique du Sud, le nord de l'Asie, l'Asie orientale, l'Asie du Sud et la plus grande partie de l'Asie du Sud-Est en été et en Europe centrale en hiver. Les précipitations saisonnières diminueront en Afrique australe et dans le sud-ouest de l'Australie en hiver, tandis qu'elles diminueront toute l'année dans la plus grande partie de la Méditerranée, dans le nord du Sahara et dans la plus grande partie de l'Amérique centrale (pour d'autres informations, voir Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat, 2007c).

10 À condition que les changements de température ne soient pas « trop » élevés (voir note 9 plus haut).

Figure III.3

Différences d'impact selon les régions en fonction du degré d'augmentation de la température mondiale moyenne



Source : Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (2007c).

zones rurales dans le monde, et l'aggravation de la menace que représente le changement climatique fait courir le risque de dommages beaucoup plus importants, augmentant du même coup la probabilité de conflits sociaux et provoquant des migrations à grande échelle. L'élévation du niveau de la mer rend probable la salinisation des fleuves, qui aggrave encore le stress de l'eau douce (voir l'annexe pour une estimation des incidences du changement climatique sur l'Afrique).

De surcroît, là où l'irrigation est largement absente et où la dépendance à l'égard des cultures pluviales est forte, et où la pénurie d'intrants agricoles tels que les engrais, les herbicides et les insecticides contribue à la faiblesse des rendements, comme c'est le cas dans nombre de pays en développement, le changement climatique pourrait avoir des conséquences désastreuses sur le plan de la sécurité alimentaire. Au Mali, par exemple, la proportion de la population risquant de souffrir de la faim pourrait passer de 34 à plus de 70 % dans les années 50 du XXI^e siècle (Butt *et al.*, 2005).

Les forêts couvrent environ 30 % des terres émergées et sont une source de revenus pour 1,6 milliard de personnes (près de 25 % de la population mondiale), en fournissant des aliments, du combustible pour la cuisson de ces aliments et le chauffage, des médicaments, des abris et des vêtements (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 2004). Toutefois, quelque 5 % seulement des superficies forestières, pour l'essentiel des plantations forestières, fournissent plus d'un tiers des bois ronds industriels du monde (Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat, 2007c), bien que cette part semble devoir augmenter au cours des décennies qui viennent. Dans nombre de communautés rurales d'Afrique subsaharienne, les produits forestiers autres que le bois représentent plus de 50 % du revenu en espèces d'un agriculteur et répondent aux besoins sanitaires de plus de 80 % de la population (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 2004).

L'élévation des températures, le changement des régimes de précipitations et l'augmentation des émissions auront vraisemblablement des incidences importantes et largement positives sur la croissance des forêts. Toutefois, les incidences indirectes, telles que l'intensité des grands incendies de forêts, les invasions d'insectes et d'agents pathogènes, et les événements climatiques extrêmes comme les vents violents, pourraient être moins bénéfiques. Dans l'ensemble, le changement climatique devrait à la fois augmenter la production mondiale de bois et déplacer les lieux d'approvisionnement des zones tempérées aux zones tropicales et de l'hémisphère Nord à l'hémisphère Sud. Il en résultera un accroissement du commerce des produits forestiers (Hagler, 1998), mais les avantages seront sans doute inégalement répartis. Quant aux incidences économiques, les changements imposés à la structure des forêts auront probablement un impact particulièrement négatif sur beaucoup de ceux pour qui les forêts sont un moyen de subsistance, d'autant que 90 % d'entre eux vivront dans l'extrême pauvreté (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 2004).

Milieu urbain

Selon une estimation de l'Organisation des Nations Unies, plus de la moitié de la population mondiale vit déjà dans les zones urbaines; et l'on s'attend à ce que les citadins en constituent les trois quarts en 2050, la plus grande partie de cet accroissement intervenant dans le monde en développement. L'urbanisation est un facteur important de changement climatique et celui-ci aura de son côté des incidences marquées sur l'environnement urbain, ajoutant une dangereuse boucle de rétroaction à l'aggravation des nuisances liées à la vie urbaine.

La menace supplémentaire la plus évidente que fait peser le changement climatique sur les villes côtières est l'élévation du niveau de la mer

Pour l'essentiel, l'urbanisation dans les pays en développement n'est pas planifiée et pose d'énormes problèmes, même sans tenir compte des menaces climatiques grandissantes. Ce sont notamment les problèmes de santé liés à la pollution de l'air et à la forte densité de population, les problèmes liés aux transports et à l'insuffisance des infrastructures, les problèmes de sécurité personnelle découlant de taux élevés d'activités criminelles et les problèmes liés à un accès généralement déficient aux services sociaux et à une prestation déficiente de ces services. Le changement climatique est appelé à aggraver tous ces problèmes. Comme indiqué plus haut, la menace supplémentaire la plus évidente que fait peser le changement climatique, en particulier sur les villes côtières, est l'élévation du niveau de la mer (Nicholls *et al.*, 2007). D'ores et déjà, 13 % de la population urbaine mondiale vivent dans des zones côtières de faible altitude (c'est-à-dire les zones situées à une altitude inférieure à 10 mètres au-dessus du niveau de la mer) et les deux tiers des villes de plus de 5 millions d'habitants se trouvent dans ces zones; et 21 des 33 villes qui devraient compter au moins 8 millions d'habitants en 2015 seront situées dans des zones côtières vulnérables [Programme des Nations Unies pour les établissements humains (ONU-Habitat), 2007].

Le problème à long terme de l'élévation du niveau de la mer représente un risque particulier pour certaines régions, mais l'adaptation à des risques naturels de plus en plus fréquents pose un problème plus immédiat. Or, le règlement de ce problème exige de mieux comprendre ce que l'augmentation de la variabilité du climat implique pour les infrastructures existantes et le type de risques nouveaux et supplémentaires qu'elle fera courir aux citoyens. Par exemple, les établissements urbains non planifiés, en particulier les taudis, voient souvent le jour dans des secteurs à haut risque, par exemple en bordure de cours d'eau ou sur des flancs de colline instables. Les habitants de ces taudis peuvent parvenir à faire face à des chocs occasionnels, mais des inondations plus fréquentes et de plus grande ampleur ne manqueraient pas d'avoir un effet déstabilisant qui les forcerait à se réinstaller ailleurs. Étant donné qu'ils vivaient déjà dans un endroit peu enviable, ils risquent fort de devoir descendre encore l'échelle de la pauvreté et de devenir encore plus vulnérables au changement climatique (Schipper, 2009).

On estime qu'un milliard de citoyens sont exposés aux risques hydro-météorologiques et ils seront 1,4 milliard dans cette situation en 2020

En l'absence de toute stratégie de planification, on estime qu'un milliard de personnes sont d'ores et déjà exposées aux risques hydrométéorologiques et, selon les prévisions, il y en aura 1,4 milliard en 2020 [Programme des Nations Unies pour les établissements humains (ONU-Habitat), 2007]. L'augmentation de la fréquence et de l'intensité des précipitations aggraverait, par exemple, le risque de glissements de terrain et la menace d'inondations. En fait, alors que l'insuffisance des systèmes de drainage est déjà un grave problème dans beaucoup de villes, en particulier dans les pays en développement (Satterthwaite, 2007), le changement climatique accentue la probabilité d'inondations et aggrave le risque de maladie.

La rapidité de l'urbanisation est appelée à intensifier les menaces interdépendantes. Cette intensification s'expliquera en partie par l'accroissement de l'exode rural à mesure que les revenus agricoles seront fragilisés par le changement climatique. Les nouveaux migrants exerceront une pression supplémentaire sur les services urbains et les ressources en eau, les infrastructures et les écosystèmes urbains, ce qui aggraverait la vulnérabilité des établissements urbains aux incidences directes du changement climatique. Des niveaux d'inégalité supérieurs caractérisent souvent les sociétés urbaines, dont les réseaux sociaux et les structures d'appui informelles sont souvent moins développés, ce qui les rend plus vulnérables aux chocs que les sociétés rurales (Moser, Gauhurts et Gonhan, 1994; Pelling, 2003). On voit que le changement climatique et l'environnement urbain sont indissolublement liés, ce qui montre

à quel point il importe de faire face au changement climatique dans le cadre d'une stratégie intégrée d'adaptation.

Santé et sécurité hydrique

La nécessité de s'adapter à des conditions environnementales difficiles a toujours été un problème omniprésent pour la société humaine qui faisait face aux menaces interdépendantes de la maladie, de la rareté de l'eau et de l'insécurité alimentaire. À présent que le réchauffement a tendance à s'accélérer, il convient d'accorder une attention particulière aux incidences systémiques du changement climatique sur la *santé* et la *sécurité hydrique*.

L'éventail des risques que le changement climatique fait courir à la santé devrait être très large, toutes les régions du monde étant touchées, comme l'a montré le nombre sans précédent de décès causés récemment par des vagues de chaleur en Europe. Toutefois, la vulnérabilité en matière de santé est très étroitement liée aux autres vulnérabilités, le fardeau des maladies liées au climat étant très majoritairement supporté par les populations les plus pauvres, qui sont aussi celles qui ont le moins accès aux services de santé. En fait, les personnes les plus vulnérables au changement climatique sont celles qui n'ont pas bénéficié dans le passé d'une protection suffisante de la part du secteur de la santé, et la différenciation des incidences du changement climatique selon les régions est déterminée, pour l'essentiel, non par la variation de l'ampleur du changement climatique, mais par celle des problèmes de santé préexistants.

Selon une évaluation récente de l'Organisation mondiale de la Santé (2005a), la charge de morbidité liée au modeste réchauffement enregistré depuis les années 70 entraîne chaque année, dans les pays à faibles revenus, environ 150 000 décès supplémentaires dus à quatre effets du changement climatique sur la santé, à savoir la malnutrition, les maladies diarrhéiques, le paludisme et les inondations. Ces décès supplémentaires frappent des groupes de population déjà vulnérables; par exemple, 90 % des personnes qui contractent le paludisme ou une maladie diarrhéique et la quasi-totalité des victimes de maladies associées à la dénutrition sont des enfants de moins de cinq ans (Campbell-Lendrum, 2009). À long terme, l'élévation des températures augmentera les niveaux d'ozone et d'autres polluants atmosphériques qui provoquent l'apparition de maladies cardiovasculaires et respiratoires, ainsi que des pollens et d'autres aéroallergènes qui provoquent les crises d'asthme, les pauvres et les personnes âgées étant le plus durement touchés (Beggs, 2004).

Étant donné qu'un grand nombre des maladies infectieuses les plus importantes sont très sensibles à la fois à la température et aux précipitations, l'élévation des températures augmentera les taux de survie et de répllication des contaminants bactériens des ressources vivrières et des points d'eau, lesquels sont responsables d'une proportion importante de cas de maladies diarrhéiques, en particulier dans les pays pauvres. Les taux par habitant de la mortalité due aux maladies à transmission vectorielle sont près de 300 fois supérieurs dans les régions en développement à ce qu'ils sont dans les régions développées (Organisation mondiale de la Santé, 2006).

Par ailleurs, l'élévation des températures aura des incidences sur les maladies transmises par des insectes et d'autres vecteurs à mesure que la température modifiera leurs taux de survie et de piqûre et déterminera les taux de reproduction des parasites qui les infesteront. L'élévation des températures augmente d'ores et déjà les risques de transmission des formes les plus graves du paludisme parmi les populations d'altitude, qui ne sont pas immunisées contre ces maladies (Bouma, Dye et van der Kaay, 1996; Pascual *et al.*, 2006).

Il convient d'accorder une attention particulière aux incidences systémiques du changement climatique sur la santé et la sécurité hydrique

On compte chaque année dans les pays à faible revenu 150 000 décès supplémentaires dus à quatre effets du changement climatique sur la santé

L'élévation des températures augmente les risques de transmission du paludisme parmi les populations d'altitude, qui ne sont pas immunisées contre cette maladie

L'effet le plus immédiat du changement climatique sur la santé et le bien-être sera probablement fonction des disponibilités en eau. On estime qu'un quart de la population de l'Afrique (environ 200 millions de personnes) connaît le phénomène du stress hydrique (Ludi, 2009). On s'attend à ce que l'élévation des températures et la plus grande variabilité des précipitations réduisent l'approvisionnement en eau douce, ce qui rendra plus difficile de répondre aux besoins de base (boisson, cuisson des aliments et toilette). Parallèlement, une augmentation de la fréquence des inondations due, entre autres, à l'intensification des précipitations et à l'élévation du niveau de la mer dans les zones côtières de faible altitude aggravera la contamination des ressources en eau douce, rendant ainsi l'eau plus rare, et créera des possibilités de prolifération de moustiques et d'autres vecteurs de maladie, les humains étant par exemple obligés de stocker l'eau pendant des périodes plus longues (Nagao *et al.*, 2003). De fait, la rareté de l'eau représente l'une des plus graves menaces à long terme liées au changement climatique : alors que plus de 2 milliards de personnes vivent déjà dans les régions sèches du monde et souffrent de façon disproportionnée de maladies liées à l'eau contaminée ou la rareté de l'eau (Organisation mondiale de la Santé, 2005b), on estime que jusqu'à 7 milliards de personnes seront exposées à une aggravation du stress hydrique d'ici à 2050 (Alcamo, Flörke et Märker, 2007). De surcroît, les prélèvements d'eau pour l'irrigation représentant près de 70 % des prélèvements d'eau mondiaux (Shiklomanov et Rodda, 2003), l'aggravation du stress hydrique aura de fortes incidences sur la santé par le biais d'une insécurité alimentaire grandissante.

L'élévation des températures et les vagues de chaleur plus extrêmes augmenteront les taux de mortalité

L'élévation des températures et les vagues de chaleur plus extrêmes augmenteront les taux de mortalité; par exemple, les effets d'une augmentation de 1 °C de la température (moyenne) sur les taux d'ozone et de particules pourront entraîner une augmentation du nombre de décès dus à la pollution de l'air dans le monde de plus de 20 000 par an (Jacobson, 2008). Les augmentations de température à court terme pendant l'été et la saison chaude deviendront de leur côté plus fréquentes et intenses. Ces fluctuations à court terme affecteront en particulier les zones urbaines, en raison de l'« effet île de chaleur » résultant de la forte absorption de rayonnement solaire en milieu urbain, par opposition à la réflexion de la chaleur par la végétation. Cet effet, qui peut élever les températures dans une proportion comprise entre 5 °C et 12 °C dans les zones urbaines par rapport aux zones environnantes, aggravera la menace de risques tels que les vagues de chaleur (Aniello *et al.*, 1995; Patz *et al.*, 2005). L'extrême chaleur de l'été 2003 est venue brutalement rappeler les conséquences potentiellement dévastatrices des vagues de chaleur : des températures qui ont été jusqu'à 30 % supérieures à la moyenne saisonnière sur une bonne partie du continent européen auraient causé 70 000 décès supplémentaires (Robine *et al.*, 2008), qui se sont produits pour la plupart en milieu urbain.

Les effets du changement climatique sur la santé des populations les plus pauvres devraient être très largement négatifs

On voit que, dans l'ensemble, le réchauffement et l'augmentation de la variabilité du climat entraîneront une augmentation des niveaux de certains polluants atmosphériques, favoriseront la transmission de maladies dues à la mauvaise qualité de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène, accroîtront le risque d'événements météorologiques extrêmes, feront baisser la production agricole et déboucheront sur un stress hydrique grave. Toutes les incidences du changement climatique ne seront pas néfastes, mais ses conséquences négatives globales sur la santé sont tout à la fois plus importantes et mieux corroborées par les données disponibles que ses éventuels avantages (Organisation mondiale de la Santé, 2002; Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat, 2007a). De plus, on s'attend à ce que les effets du changement climatique sur la santé des populations les plus pauvres soient, à la différence du cas des populations des pays développés, très largement négatifs, et ils devraient se faire sentir

plus fortement et plus rapidement que dans les pays développés. En particulier, étant donné que nombre de pays en développement sont affligés par de fortes densités démographiques et une pollution atmosphérique importante et ont encore du mal à assurer à leur population un drainage adéquat, l'eau courante pour l'assainissement et l'hygiène ainsi que le logement, ils seront probablement de plus en plus vulnérables aux maladies infectieuses liées au climat et autres impacts sanitaires. Surtout, la variabilité du climat aggrave les pièges de la pauvreté existants, tels que ceux qui sont constatés dans les économies fondées sur l'agriculture pluviale des pays d'Afrique subsaharienne, en augmentant la prévalence de la malnutrition et des maladies infectieuses.

Relever le défi de l'adaptation

En dépit de l'existence d'une menace immédiate, l'adaptation au changement climatique dans les pays développés comme dans les pays en développement n'a pas été intégrée dans les processus décisionnels (Adger *et al.*, 2003; Huq et Reid, 2004). Le problème est généralement pris en compte en ajoutant un volet « supplémentaire » aux projets politiques et aux mécanismes d'exécution au lieu d'ajuster les projets initiaux de façon à traiter le problème du changement climatique d'une façon plus intégrée (O'Brien *et al.*, 2008). Le fait d'assimiler les mesures d'adaptation à des secours d'urgence et de formuler le problème en termes de demandes d'appui à présenter aux donateurs, ce qui est l'approche fréquemment retenue, n'a pas fait avancer les choses. Cela a souvent conduit à envisager l'adaptation selon un double angle d'approche, consistant soit à mettre l'accent sur les mesures destinées à faire face aux conséquences du changement climatique (mesures de parade), soit à chercher à réduire la vulnérabilité en rendant les projets et activités en cours d'exécution « imperméables » aux aléas du climat, en particulier dans le contexte de la gestion du risque de catastrophe. Nonobstant le fait que ces deux voies poursuivent le même objectif, le risque existe vraiment de voir les convictions qui président aux mesures de parade et d'« imperméabilisation » prendre des directions différentes et les mesures prises en ordre dispersé finir, au mieux, par apporter des solutions partielles aux problèmes et, au pire, causer de nouveaux problèmes ou aggraver les problèmes existants (Sanchez-Rodriguez, Fragkias et Solecki, 2008). Comme l'a indiqué l'*Étude sur la situation économique et sociale dans le monde, 2008* (Nations Unies, 2008), le risque existe vraiment — c'est déjà le cas dans les mesures prises pour faire face aux catastrophes naturelles — de passer à côté des causes structurelles de la vulnérabilité et du défaut d'adaptation, notamment un certain nombre de menaces à la sécurité économique et sociale étroitement liées entre elles et s'aggravant les unes les autres.

Les actions récentes visant à formuler une stratégie plus cohérente face au problème de l'adaptation soulignent le rôle essentiel des incitations fournies par le marché (Organisation de coopération et de développement économiques, 2008). Ces actions mettent utilement l'accent sur le problème méthodologique que pose l'évaluation des coûts et des avantages de l'adaptation, suggèrent de faire une place aux incitations positives et contribuent à ouvrir la voie à des mesures de parade et de réduction des risques plus efficaces. Toutefois, cette démarche tend à envisager le problème sous l'angle d'une série de menaces indépendantes et sans lien entre elles auxquelles on peut parer en apportant des améliorations progressives aux arrangements existants, et néglige de ce fait les investissements massifs et les interventions intégrées qui seront sans doute nécessaires pour faire face aux menaces liées au climat. Qui plus est, en mettant en balance les coûts et les avantages, on risque de ne pas mesurer à quel point les vulnérabilités sont profondément enracinées dans les situations et les his-

L'adaptation au changement climatique n'a pas été intégrée dans les processus décisionnels

Des investissements massifs et des interventions intégrées seront sans doute nécessaires pour faire face aux menaces liées au climat

toires locales, dont la prise en considération devra être un élément central de toute stratégie d'adaptation efficace.

On peut aussi considérer que l'adaptation consiste à renforcer la résilience à l'égard des chocs et risques climatiques en parvenant à des niveaux de développement socioéconomique supérieurs, qui permettent de fournir aux communautés et pays menacés les garanties sociales et économiques nécessaires. Une telle approche contribuerait à remédier au problème plus général de développement consistant à venir à bout d'une série de vulnérabilités socioéconomiques interdépendantes susceptibles de freiner les perspectives de croissance et d'exposer les communautés à des chocs impossibles à gérer. Il s'agit notamment de l'étranglement de la base économique, de l'accès limité aux ressources financières, de la persistance de l'insécurité alimentaire, et des mauvaises conditions sanitaires, vulnérabilités auxquelles il n'est possible de s'attaquer qu'en mobilisant et en investissant des ressources importantes.

Les mesures d'adaptation visant à parer aux menaces que fait peser le climat doivent simultanément répondre à d'autres besoins et ne doivent pas être incompatibles avec les objectifs du développement

Dans cette optique des mesures d'adaptation bien conçues visant à parer aux menaces que fait peser le climat doivent simultanément répondre à d'autres besoins, ne doivent pas être incompatibles avec les objectifs du développement et ne doivent pas créer des conditions qui augmentent la vulnérabilité au changement climatique (Huq, 2002). Par exemple, l'adaptation au changement climatique dans l'agriculture doit s'inscrire dans le cadre d'une politique agricole destinée à accroître la productivité et à réduire la vulnérabilité du secteur aux chocs extérieurs. De même, les politiques de conservation des forêts et de reboisement doivent s'insérer dans des stratégies de développement et de réduction de la pauvreté, englobant les investissements dans la diversification économique, le capital humain et la création d'emplois, ainsi que l'amélioration de la gestion des terres, des sols et de l'eau. Toutefois, il ne faudrait pas exagérer la marge de manœuvre en matière de solutions « où tout le monde est gagnant » (ou « sans regrets »). Le coût de l'adaptation sera probablement élevé et la plupart des solutions impliqueront des choix et des compromis difficiles en vue desquels il ne suffira pas d'améliorer la gestion des projets ou d'apporter des solutions technocratiques, mais qui imposeront de renforcer les organismes nationaux de réglementation et d'engager des processus de planification stratégique en prévoyant la participation au débat de l'ensemble de la communauté et en acceptant le fait que la négociation fera partie intégrante de la détermination du résultat final (Someshwar, 2008; Burton, 2008).

On a besoin d'États développementistes qui appliquent une démarche intégrée et stratégique

Toutefois, une telle démarche ne sera sans doute guère productive en l'absence d'interventions institutionnelles efficaces et solidaires destinées à faire face au problème de l'adaptation. Cela supposera notamment que les décideurs se mettent davantage à l'écoute des communautés locales, où l'impact se fera sentir avec le plus d'acuité et où il faudra réaliser des investissements efficaces. Cela étant, l'importance des ressources nécessaires pour renforcer la résilience face au changement climatique imposera dans la plupart des cas la mobilisation des ressources nationales et exigera des États développementistes qu'ils appliquent une *démarche intégrée et stratégique*. L'intégration des mesures d'adaptation dans leur planification et budgétisation globales doit commencer par une évaluation des vulnérabilités locales aux menaces que le climat fait actuellement peser, notamment leur variabilité et leurs extrêmes, ainsi que de la mesure dans laquelle la politique et la pratique de développement ont contribué jusqu'ici à réduire ou à augmenter ces vulnérabilités. Dans bien des cas, il faudra tirer les enseignements des échecs antérieurs des gouvernements s'agissant d'adopter une approche plus intégrée du problème du développement, échecs dus à l'insuffisance de la concertation et de la coopération entre les différents ministères, et investir dans de nouvelles capacités de traitement des divers aspects du problème de l'adaptation. Par exemple, les services météorologiques de nombreux pays en développement, en particulier des pays les moins avancés qui

ne disposent pas à proprement parler de services agrométéorologiques (Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat, 2007c), devraient être améliorés pour être en mesure de fournir des prévisions plus fiables aux agriculteurs.

Certains pays ont fait un premier pas en direction d'une approche plus intégrée en adoptant un programme d'action national aux fins de l'adaptation aux changements climatiques conçu comme un moyen devant permettre aux pays les moins avancés d'obtenir l'appui financier nécessaire pour s'adapter aux incidences négatives du changement climatique. Ce concept a été négocié pendant la septième session de la Conférence des Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques¹¹, tenue à Marrakech (Maroc), du 29 octobre au 10 novembre 2001. Ces programmes d'action, qui reposent sur une approche participative, ont une orientation pratique et sont adaptés à la situation de chaque pays; ils sélectionnent des projets d'investissement « urgents et immédiats » susceptibles d'apporter une contribution importante à l'adaptation et à la réduction de la pauvreté (voir encadré III.4). D'une façon générale, la participation des organismes gouvernementaux et de la société civile, la compatibilité avec les plans nationaux de développement et l'accent mis sur l'évaluation des vulnérabilités ont figuré parmi les principaux atouts de ces programmes d'action nationaux aux fins de l'adaptation aux changements climatiques. Pourtant, il faut surmonter les difficultés posées par l'élargissement des projets, régler les problèmes des défaillances au niveau du financement et des carences institutionnelles (Huq et Osman-Elasha, 2009), et effacer l'échec de l'adoption d'une approche plus largement développementiste.

Développement qui tient compte du climat

Comme on l'a vu plus haut, la planification à long terme et l'adoption de mesures qui anticipent l'évolution de la situation sont nécessaires pour prévenir l'aggravation de la vulnérabilité au changement climatique dans le cadre du processus de développement. Si l'on ne s'attaque qu'aux impacts du changement climatique, on ne pourra rien faire contre ses conséquences à long terme : les interventions en ordre dispersé sont au mieux des solutions partielles. De plus, pour bien gérer le changement climatique, il faut éviter d'en envisager les impacts indépendamment des autres processus de changement à l'œuvre, tels que l'urbanisation, le développement économique, les changements d'affectation des terres et l'évolution des besoins en ressources.

La politique de développement doit tenir compte du climat en prenant conscience des divers risques pour le développement qui se manifesteront au cours des décennies à venir. L'affectation de ressources permettant de parer à ces risques devrait être profitable si ces ressources protègent la voie de croissance contre les chocs imprévus et majeurs. Cette affectation pourrait toutefois entraîner un coût dans la mesure où les ressources auraient pu servir à financer directement d'autres investissements productifs. Les décideurs doivent planifier les mesures d'adaptation en conséquence, en tenant compte de la nécessité d'encourager des actions de développement plus générales. Au nombre de ces mesures d'adaptation, il serait utile d'accorder une attention particulière aux aspects suivants :

- *Les populations vulnérables*, dont la « capacité de réaction » aux chocs climatiques est limitée. Considérons, par exemple, les groupes en état de pauvreté alimentaire au Viet Nam. Les groupes exposés à la pauvreté alimentaire sont répartis à travers

Le développement doit tenir compte du climat en prenant conscience des divers risques que celui-ci lui fait courir

¹¹ Nations Unies, *Collection des Traités*, vol. 1771, n° 30822.

Encadré III.4

Programmes d'action nationaux aux fins de l'adaptation : stratégies et mécanismes d'adaptation dans les pays les moins avancés

En 2001, la Conférence des Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques a, à sa septième session, considéré que les pays les moins avancés n'avaient pas les moyens de gérer les problèmes associés à l'adaptation au changement climatique, y compris pour financer l'investissement et le transfert de technologies. La reconnaissance de la nécessité d'accélérer l'adoption de mesures d'adaptation dans ces pays a amené à élaborer un programme de travail sur les pays les moins avancés, qui comportait l'établissement de Programmes d'action nationaux aux fins de l'adaptation visant à recenser les « besoins urgents et immédiats » en matière d'adaptation^a. Chaque pays parmi les moins avancés se voit accorder 200 000 dollars É.-U. pour établir un Programme d'action national aux fins de l'adaptation. Les activités prioritaires sont répertoriées dans des propositions de projets, lesquelles sont ensuite soumises au Fonds pour l'environnement mondial (FEM).

^a Voir le document FCCC/CP/2001/13/Add.1 et Corr.1, sect. II, décision 5/CP.7, par. 11 et 15.

Les projets élaborés au titre du programme d'action national aux fins de l'adaptation ressemblent en général beaucoup aux projets de développement « ordinaires », mais chaque pays propose en fait au moins une ou deux activités qui sont directement liées au changement climatique et à la variabilité du climat; les secteurs concernés sont notamment la sécurité alimentaire, l'infrastructure, les zones côtières et les écosystèmes marins, l'assurance, l'alerte rapide et la gestion des catastrophes, les écosystèmes terrestres, l'éducation et le renforcement des capacités, le tourisme, l'énergie, la santé et les ressources en eau. D'une façon générale, une place importante est accordée à la réduction de la pauvreté et à la sécurité alimentaire.

À l'heure actuelle, 39 programmes d'action nationaux ont été établis et 10 autres sont en préparation. En avril 2009, 28 pays avaient présenté des projets au FEM pour exécution, dont 23 avaient été approuvés. Beaucoup de pays relèvent que les obstacles à la mise en œuvre de leurs programmes d'action nationaux aux fins de l'adaptation sont liés à un grand nombre de problèmes auxquels chacun fait face en général : déficience des institutions, absence de capacités, déficits de politique et insuffisance du financement. En revanche, les exemples ci-après montrent comment les priorités du programme d'action national aux fins de l'adaptation dépendent également des caractéristiques et des problèmes locaux.

Au Cambodge, les priorités du programme d'action national concernent les voies navigables qui sont considérées comme essentielles pour l'atténuation des inondations et la régénération de la fertilité des sols. En particulier, la zone côtière du pays longe, au sud-ouest, le golfe de Thaïlande, tandis que l'intérieur du pays contient un grand lac, le Tonle Sap, qui est relié selon la saison au Mékong et fournit des services extrêmement importants, tels que la production alimentaire et la protection contre les crues. Comme on pouvait s'y attendre, un projet important proposé par le Cambodge est la réhabilitation du cours supérieur du Mékong et des voies navigables provinciales pour remédier au problème de la fréquence des inondations. Outre leur importance pour l'atténuation des inondations, ces voies navigables fournissent l'eau utilisée pour l'irrigation, la consommation domestique et les transports. Le projet vise donc à les désenvaser de façon à réduire le risque d'inondations, à améliorer les ressources aquatiques, à fournir l'eau nécessaire à l'irrigation et à la consommation domestique, et à améliorer le transport fluvial provincial.

En outre, le plus grand projet à réaliser au Cambodge implique la mise en place et l'amélioration de réseaux d'irrigation communautaires visant à réduire le risque de sécheresse, qui est lié à une saison sèche prolongée. Les superficies irriguées étant très réduites au Cambodge, ce projet vise à fournir suffisamment d'eau pour la riziculture, à réduire le risque de mauvaises récoltes qui seraient dues à la pénurie d'eau, et à améliorer la sécurité alimentaire et à réduire la pauvreté dans les zones rurales. Il consiste à remettre en état les 15 réseaux d'irrigation communautaires existants et à en construire 15 autres, y compris des réservoirs, et prévoit la création d'associations d'usagers de l'eau et l'organisation d'une formation au fonctionnement et à l'entretien des réseaux d'irrigation.

En Érythrée, l'élévation du niveau de la mer est considérée comme l'un des principaux problèmes liés au changement climatique, ce pays ayant une longue zone côtière sur la mer

Encadré III.4 (suite)

Rouge. Les crues éclair, la sécheresse récurrente et l'augmentation de la variabilité du climat sont également jugées préoccupantes. Le programme d'action national aux fins de l'adaptation avait dressé une liste de 102 projets possibles, dont cinq se sont vu attribuer un degré de priorité élevé. Le projet proposé le plus important concerne les basses terres du Nord-Ouest, caractérisées par une pluviosité faible et extrêmement variable et une fréquence de sécheresses élevée, dont se ressentent l'élevage et l'agriculture pluviale pratiqués sur des terres dégradées et arides. L'accent est mis sur les personnes qui avaient vécu de l'élevage avant de devoir se tourner vers d'autres moyens de survie après avoir échoué dans cette activité. À présent, ce sont les récoltes qui sont mauvaises. Le projet vise à réduire la vulnérabilité à la variabilité du climat et à la sécheresse, et à faire face au changement climatique à long terme en intensifiant le système agropastoral. La teneur supplémentaire du sol en humidité permettra d'accroître la productivité agricole et de cultiver des plantes fourragères pour le bétail. Le projet se propose donc de mettre en place des systèmes de production de céréales à irriguer par inondation, de développer la production de bétail en améliorant les zones de pâturage, de repeupler le cheptel de petits ruminants, de fournir les machines et les intrants agricoles initiaux et de créer des institutions communautaires efficaces.

Au Samoa, où près des trois quarts de la population vivent dans la zone côtière de faible altitude, l'élévation du niveau de la mer est également un sujet de préoccupation. On s'attend à ce que le changement climatique diminue la pluviosité annuelle globale, mais avec une augmentation de la fréquence des pluies intenses, une augmentation de la température moyenne, une élévation du niveau de la mer et une augmentation de la fréquence et de l'intensité des cyclones tropicaux. Le projet prioritaire le plus important pour le Samoa consiste à concevoir un système d'alerte rapide pour le climat; sur le plan du financement, ce projet représente plus de la moitié du coût budgétisé des neuf projets prioritaires proposés. Il vise à moderniser les systèmes techniques d'alerte rapide et les moyens techniques associés qui permettent de surveiller les événements climatiques et météorologiques extrêmes et de donner l'alerte; et à renforcer les capacités sectorielles et publiques de comprendre et d'utiliser les informations concernant les risques climatiques et les alertes. On attend de ce projet une amélioration de la prévision locale et des capacités en la matière, du relais des alertes aux communautés isolées, de la précision du feedback en temps réel et des prévisions locales correspondantes, des perspectives à trois mois concernant les probabilités de sécheresse et des données saisies dans les systèmes de gestion de ressources (eau, foresterie, agriculture, énergie), ainsi que de la surveillance et de la détection des zones sujettes aux inondations et des alertes les concernant.

tout le pays et leurs membres exercent différentes professions et appartiennent à des ethnies et à des groupes d'âges différents (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 2004). En 2002, 40 % de la population appartenant aux minorités ethniques (habitant pour l'essentiel les zones de montagne isolées du Viet Nam) vivaient au-dessous du seuil de pauvreté alimentaire. Le risque de vivre dans la misère était donc pour ces minorités trois fois supérieur à la moyenne de la population rurale du pays. Dans un autre exemple, quelque 28 % des habitants des deltas du Mékong et du fleuve Rouge (environ 8,7 millions de personnes) appartenant à des familles de petits exploitants agricoles et, notamment, un grand nombre de familles dont le chef est une femme, seraient en état d'insécurité alimentaire ou pourraient s'y trouver. Les membres de ces deux « groupes » seront probablement affectés par les conséquences néfastes d'un changement climatique. Les modifications des régimes de précipitations et l'intensification des événements extrêmes dans les zones de montagne, par exemple, auront un impact sur les sources de revenus agricoles des minorités ethniques. Les moyens d'existence des paysans sans terre ou des petits exploitants déjà vulnérables vivant dans les deltas pourraient être fragilisés encore davantage par un changement climatique, tel que les intrusions salines en été et des inondations potentiellement plus graves que dans le passé pendant la saison

de la mousson. Étant donné les niveaux déjà élevés de pauvreté alimentaire et les faibles niveaux de résilience, les impacts d'un changement climatique sur ces groupes seraient catastrophiques et requerraient une attention prioritaire dans les plans d'adaptation. Une focalisation exclusive sur les « plus pauvres d'entre les pauvres » par le biais de programmes de versements de sommes en liquide et d'assurance et d'autres systèmes de protection sociale (voir Programme des Nations Unies pour le développement, 2007a, chap. 4) peut avoir son utilité à court terme; mais, sur le plan de l'assistance, cette approche ne semble pas pouvoir être pérennisée à moins d'être élargie à des groupes ruraux plus importants qui doivent souvent faire face à des périodes d'insécurité économique et de pauvreté.

- *Les synergies* à mettre en œuvre pour parer aux multiples risques liés au développement. La défaillance des principaux réseaux d'infrastructures tient en général non à un facteur unique, mais à une combinaison de risques. Par exemple, un ensemble de facteurs pourrait comprendre la diminution des activités d'irrigation et le recul des superficies irriguées en raison des manifestations du changement climatique (telles que l'augmentation des niveaux d'évapotranspiration provoquée par l'élévation des températures diurnes) et l'incapacité de la collectivité de garantir à des populations en augmentation rapide l'emploi, la sécurité alimentaire et, en bout de chaîne, un niveau de vie décent. Ces deux processus ne semblent pas être liés entre eux, mais lorsqu'ils conjuguent bel et bien leurs effets (à cause d'un puissant El Niño, par exemple), leurs impacts combinés dévastent les systèmes socioéconomiques et les écosystèmes. L'interdépendance entre l'adaptation et l'atténuation fournit par ailleurs la possibilité de libérer des synergies d'investissement dans les cas, par exemple, où les réseaux d'irrigation étendus pour faire face aux problèmes d'adaptation peuvent servir à créer de nouveaux marchés pour les technologies peu génératrices d'émissions, telles que celles mises au point pour fournir de l'énergie renouvelable.
- *Les économies d'échelle* résultant d'occasions extraordinaires, telles que le développement de tout un bassin fluvial ou d'une zone côtière, et de décisions en matière de développement à long terme, telles que les grands investissements d'infrastructure dans les routes côtières, l'hydroélectricité et les réseaux d'irrigation. À cet égard, la côte maritime du Mozambique, qui est l'une des plus longues d'Afrique, s'étend sur 2 400 kilomètres et concentre environ 60 % de la population. Les activités économiques principales, à savoir la pêche, le tourisme et les ports, ainsi que les industries minière, pétrolière et gazière, ont, pour la population locale comme au plan national, une immense valeur économique aujourd'hui et la garderont à l'avenir. Toutefois, les pressions concurrentes exercées (par l'agriculture et l'industrie) sur des ressources comme l'eau, la terre et les installations d'évacuation des eaux usées entraînent une nette diminution de la qualité de l'eau et de la quantité d'eau disponible dans la zone côtière, et ont des incidences importantes sur le delta et les forêts de mangrove. En outre, la dynamique côtière intense (par exemple, l'action des vagues, la dispersion des sédiments et la force des vents et des marées), conjuguant ses effets avec les cyclones tropicaux et les fortes pluies, aggravent l'érosion des côtes¹². Les niveaux actuels de stress écologique et de stress économique ne

¹² Le développement urbain et portuaire, ainsi que le phénomène récent du développement lié au tourisme ont augmenté les taux d'érosion côtière dans des proportions considérables. Sur la plage de Ponta d'Ouro,

pourront qu'augmenter à l'avenir, en raison de l'accroissement de la population et de l'intensification du développement. On s'attend également à ce que le changement climatique augmente la fréquence des cyclones destructeurs, en particulier dans les phases de La Niña. Le Gouvernement mozambicain a élaboré des plans ambitieux de développement durable de la région côtière, portant notamment sur les infrastructures (transports, drainage et approvisionnement en eau), les changements d'affectation des terres et la protection écologiquement viable des plages contre l'érosion. Ces plans, qui représentent une occasion exceptionnelle d'entreprendre des projets de développement de grande envergure, doivent tenir compte des risques liés au changement climatique d'une manière intégrée, à des intervalles saisonniers, interannuels et pluridécennaux.

- *Les complémentarités*, réalisées par superposition sur des projets en cours d'exécution, tels que l'extension d'un réseau urbain d'adduction d'eau et d'égouts. La nécessité d'étudier et de gérer les risques que le changement climatique pourrait faire courir au projet de centrale hydroélectrique sur le Rio Amoya, en Colombie, a fait prendre en considération un projet d'adaptation concernant le massif Las Hermosas, dans la chaîne centrale des Andes. La conception de la centrale au fil de l'eau de 80 mégawatts à construire sur le Rio Amoya avait été basée (comme cela a été le cas dans bien d'autres régions du monde) sur un climat stationnaire en ce qui concerne le débit d'eau, ce qui continue d'être l'hypothèse la plus couramment retenue sur ce site et ailleurs. Or, une meilleure prise de conscience des impacts négatifs du changement climatique sur le biotope de lande de haute altitude environnant a amené à envisager les risques que les plans du projet pourraient faire courir à la diversité biologique. Le projet d'adaptation de Las Hermosas offre aujourd'hui l'occasion de reconsidérer la question du débit dans les décennies à venir et de formuler des plans permettant de gérer les surprises liées aux aléas climatiques.

Comment appliquer l'approche intégrée

Afin de s'attaquer aux vulnérabilités structurelles qui exposent les collectivités aux menaces liées au réchauffement climatique, les États doivent veiller à intégrer les risques liés au changement climatique dans les plans nationaux et locaux de prévention des catastrophes. Pour être efficaces, les stratégies d'adaptation devront traiter de façon différenciée les diverses dimensions de l'adaptation aux niveaux local, régional, national et international, ainsi que dans le cadre de chaque secteur de l'économie. Le tableau III.1 présente des exemples de mesures potentielles d'adaptation pour différents secteurs, mesures conformes à l'approche intégrée du développement dont il a été question plus haut.

Les stratégies d'adaptation devront traiter de façon différenciée les diverses dimensions de l'adaptation aux niveaux local, régional, national et international, ainsi que dans le cadre de chaque secteur de l'économie

Foresterie et agriculture

Dans le secteur de la foresterie, les pratiques d'adaptation s'appuient d'une façon générale sur les enseignements tirés d'expériences antérieures d'adaptation à la variabilité du climat. Les

dans le sud du Mozambique, par exemple, le taux d'érosion oscille actuellement entre 0,95 et 1,75 mètre par an, tandis que, dans d'autres parties du sud du pays, le taux d'érosion moyen du littoral entre 1971-1975 et 1999-2004 a été de 0,11 et 1,10 mètre par an sur les plages abritées et les plages exposées, respectivement (Gouvernement mozambicain, 2007).

éléments importants à prendre en considération en matière de protection des forêts sont non seulement l'amélioration des systèmes de prévision du climat et de surveillance des maladies, mais aussi les stratégies d'action préventive et de lutte contre les incendies de forêts, notamment l'aménagement de lignes d'arrêt, le brûlage dirigé et l'utilisation d'essences résistant à la sécheresse et au feu, telles que le teck, dans les plantations forestières tropicales. De plus, diverses mesures destinées à aider les forêts à s'adapter au changement climatique s'imposent pour permettre une gestion durable des forêts. Il pourrait s'agir, par exemple, de favoriser la capacité d'adaptation des essences essentiellement en maximisant la variation génétique sylviculturale, mais aussi en adoptant des méthodes de gestion telles que la limitation de la culture sur brûlis, l'atténuation des effets de l'exploitation forestière et l'élargissement des bandes tampons et des coupe-feu. À cet égard, les mesures d'adaptation visant à réduire le déboisement devraient concevoir des activités économiques de substitution durables pour les collectivités concernées (Phillips, 2009). Par exemple, dans la forêt amazonienne brésilienne, les moyens de subsistance d'environ 27 millions de personnes, dont un grand nombre sont pauvres, sont tributaires pour l'essentiel d'activités liées au déboisement, telles que l'abattage des arbres. Ce déboisement permanent représente environ 8 % des émissions mondiales annuelles de carbone. Les mesures à prendre pour favoriser l'adaptation au changement climatique à la fois des forêts naturelles et des forêts plantées doivent renforcer la résilience des forêts et procurer divers avantages connexes qui pourraient être notamment la conservation de la diversité biologique, des avantages concernant le cycle hydrologique, la stabilisation des sols et le maintien de toute une série de sources de revenus.

Tableau III.1
Mesures potentielles d'adaptation au changement climatique pour différents secteurs

<i>Secteur</i>	<i>Mesures d'adaptation</i>
Urbanisme	Construire les maisons plus près du lieu de travail afin de réduire le temps de transport et le coût du transport, dopant ainsi la productivité dans une économie de services
Eau	Extension de la collecte des eaux de pluie Techniques de stockage et de conservation de l'eau Désalinisation Accroissement du rendement de l'irrigation
Agriculture	Ajustement des dates de plantation et diversification des cultures Délocalisation des cultures Amélioration de la gestion des terres; par exemple, lutte contre l'érosion et protection des sols grâce à la plantation d'arbres
Infrastructures	Amélioration des digues de mer et des barrières de protection contre les ondes de tempête Création de zones humides agissant comme un tampon protégeant contre l'élévation du niveau de la mer et les inondations
Établissements humains	Réinstallation
Santé humaine	Amélioration de l'action de surveillance et de lutte contre les maladies liées au climat Amélioration des services d'approvisionnement en eau et d'assainissement
Tourisme	Diversification des attractions et des recettes touristiques

Secteur	Mesures d'adaptation
Transports	Réagencement et relocalisation des filières de transport Amélioration des normes d'infrastructures et de la planification des infrastructures en vue de faire face au réchauffement et aux dommages
Énergie	Renforcement des installations de production et des réseaux contre les inondations, les violentes tempêtes et les précipitations excessives

Source : Adapté du tableau 5-1 de Dodman, Ayers et Huq (2009).

Dans beaucoup de pays pauvres, l'augmentation de la productivité du secteur de l'agriculture et la réduction de sa vulnérabilité aux chocs climatiques sont indispensables à sa viabilité à long terme. Le fait de maximiser les rendements de façon à les stabiliser d'une année sur l'autre, en particulier lorsque l'agriculture de subsistance est pratiquée, constituera, en réduisant le risque de mauvaises récoltes, un important moyen d'adaptation au changement climatique. Il faudra pour cela réduire la vulnérabilité d'un point de vue global plutôt que de maximiser le rendement d'une année optimale (Altieri, 1990). Les stratégies visant à diminuer le nombre de mauvaises récoltes seront notamment la diversification des cultures, qui pourrait être l'une des plus importantes stratégies de réalisation de la sécurité alimentaire à l'époque du changement climatique, et l'utilisation de nouvelles souches végétales, qui résistent mieux aux intempéries et donnent des rendements supérieurs. Par exemple, dans la division de Njoro, au Kenya, les agriculteurs ont essayé de remplacer la culture du blé et des pommes de terre par celle de plantes à maturation rapide telles que les haricots et le maïs, en plantant chaque fois qu'il pleut dans la mesure où il n'y a plus de saison de pousse bien circonscrite (Dodman, Ayers et Huq, 2009). Pourtant, on ne sait pas dans quelle mesure cette stratégie pourrait être viable, en raison, notamment, des multiples vulnérabilités auxquelles les collectivités de ce type font souvent face. Le stress auquel sont soumis les écosystèmes et l'éventuelle diminution de la diversité biologique pourraient encore entamer les sources de revenus et multiplier les problèmes d'adaptation des personnes les plus vulnérables, notamment les femmes, les enfants, les malades et les personnes âgées.

Au Bangladesh, alors que la population avait de tout temps cultivé un riz d'eau profonde à faible rendement pendant la saison de la mousson, elle cultive à présent, dans les zones concernées par les projets de gestion des crues, une variété de riz à haut rendement (aman) qui est plantée pendant la mousson, une autre (boro) plantée pendant la saison sèche (agriculture irriguée) et une troisième (aus) plantée avant la mousson en tant que variété prédominante (Banerjee, 2007). Au nombre des méthodes innovantes de protection de l'agriculture au Bangladesh, qui est particulièrement exposé aux risques naturels et sujet à des inondations fréquentes, on peut également citer les *dap chas* (jardins flottants), dans lesquels les plantes sont cultivées sur des radeaux flottants pour les protéger contre les inondations.

L'interdépendance des risques liés au développement et au climat apparaît d'une façon particulièrement nette pour ce qui est de la sécurité alimentaire. Au Soudan, la sécheresse qui sévit d'une façon persistante et sur une grande échelle risque fort de s'aggraver avec le changement climatique. D'un autre côté, l'adoption d'une approche plus intégrée du risque lié au changement climatique et des moyens de subsistance a renforcé la résilience de certaines collectivités. La collecte de l'eau, les nouvelles plantes cultivées et les nouveaux types de

Dans beaucoup de pays pauvres, l'augmentation de la productivité du secteur de l'agriculture et la réduction de sa vulnérabilité aux chocs climatiques sont indispensables à sa viabilité à long terme

L'interdépendance des risques liés au développement et au climat apparaît d'une façon particulièrement nette pour ce qui est de la sécurité alimentaire

Les politiques économiques de promotion du développement agricole doivent viser à fournir des services d'appui, en particulier aux petits exploitants, et à améliorer les infrastructures

bétail, et la réhabilitation des zones de pâturage, ainsi que l'accès au financement et l'amélioration des techniques agricoles ont tous contribué à renforcer la capacité d'adaptation et à améliorer la sécurité alimentaire (Osman-Elasha *et al.*, 2008).

D'une façon plus générale, les politiques économiques de promotion du développement agricole doivent viser à fournir des services d'appui, en particulier aux petits exploitants, et à améliorer les infrastructures (telles que les routes et les installations de stockage, ainsi que les réseaux d'irrigation). Ces politiques doivent aborder le problème de la réforme agraire et mettre en place des capacités de recherche et de capacités techniques. La constitution de réserves alimentaires stratégiques, y compris au niveau international, permettrait aux gouvernements de réduire l'instabilité des prix en mettant en circulation des denrées alimentaires lors des situations d'urgence et de crise. Ces réserves pourraient profiter aux pays pauvres qui peuvent ne pas avoir les moyens de réagir rapidement à une pénurie soudaine, tout en s'avérant plus efficaces que d'autres approches s'agissant de maîtriser l'instabilité des cours mondiaux. La nécessité de s'adapter au changement climatique pourrait renforcer les stratégies de promotion de la recherche-développement agricole aux fins de l'adaptation, en particulier dans le cas de l'Afrique, où l'on constate un décalage important entre les rendements actuels et le potentiel agricole (Smith, Klein et Huq, 2003). Par exemple, le centre de recherche sur le riz de la Sierra Leone a mis au point avec succès une nouvelle variété de riz et a déjà transféré parmi les agriculteurs la technologie correspondante. Ce nouveau riz a un meilleur rendement et est mieux adapté aux conditions climatiques plus sèches (Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat, 1999).

Milieu urbain

L'adaptation en milieu urbain requiert l'adoption d'une démarche s'inscrivant dans une perspective à long terme et prenant en considération les facteurs à l'origine des vulnérabilités associées à l'urbanisation rapide. Les villes des pays en développement connaissent déjà d'énormes difficultés; il se pourrait que l'entrée en scène du changement climatique remette en cause les conceptions actuelles en urbanisme. Les établissements humains voient souvent le jour dans des secteurs à haut risque, par exemple en bordure de cours d'eau ou sur des flancs de colline instables, en l'absence de toute stratégie de planification ou de tout examen des conséquences futures. Il est indispensable de formuler des politiques nationales capables de peser sur l'urbanisation formelle et informelle dans ces secteurs, et d'identifier d'autres secteurs à urbaniser de façon à définir un projet pour la ville et à élargir durablement l'accès à des logements à un prix accessible. La prévention des établissements humains informels dans les secteurs qui ne doivent pas être urbanisés requiert des structures de gouvernance et une base institutionnelle solide, et les projets et les plans d'urbanismes doivent s'appuyer sur des structures institutionnelles. Dans nombre de pays en développement, ces structures sont déficientes, voire inexistantes.

La prévention des catastrophes est un élément important de l'adaptation au changement climatique dans le secteur urbain

La prévention des catastrophes est un autre élément important de l'adaptation au changement climatique dans le secteur urbain. Les institutions créées pour faire face aux catastrophes sont généralement déficientes et doivent être renforcées, et se focalisent habituellement sur les secours. L'adaptation par anticipation, en revanche, engloberait la planification préalable, notamment les plans de secours et les activités de sensibilisation. Adoptant une perspective différente de l'intervention consécutive à une catastrophe et de son élément d'urgence, intervention qui consiste pour l'essentiel à rechercher les personnes disparues et à fournir des abris provisoires et de la nourriture, l'adaptation par anticipation devra, en

l'occurrence, être focalisée sur les infrastructures, la planification de l'utilisation des sols et les mesures de réglementation. Une attention particulière devra être accordée aux habitations temporaires, telles que les taudis et les îlots insalubres, ainsi qu'aux constructions réalisées dans des endroits vulnérables et secteurs à haut risque, par exemple en bordure de cours d'eau ou sur des flancs de colline instables, tandis que, dans nombre de pays en développement, il faudrait construire des réseaux d'égouts et de drainage pour réduire le risque causé par l'intensification des précipitations. Les solutions consistant, par exemple, à construire des trottoirs surélevés contre les inondations — solution adoptée à Bangkok, par exemple — ne sont que des palliatifs destinés à faciliter la mobilité des piétons dans les endroits très passants : ce ne sont pas des mesures visant à protéger contre l'exposition aux eaux de surface stagnantes.

On devrait s'employer à réduire les vulnérabilités à l'impact que le changement climatique exercera sur les événements météorologiques plus extrêmes et à faire ainsi ressortir l'importance de la réduction de la sensibilité et de l'exposition aux risques. Il est particulièrement urgent de le faire si l'on tient compte du fait que, dans bien des cas, entre 30 et 50 % des habitants des villes vivent dans des établissements qui ont été construits illégalement (Satterthwaite, 2007) et dont un grand nombre se situent dans des secteurs vulnérables.

L'adoption d'une perspective à long terme implique que les mesures à adopter doivent prendre en compte la vulnérabilité au changement climatique dans le contexte d'une urbanisation rapide. Dans cet ordre d'idées, il faudrait, par exemple, s'attaquer au problème de la législation urbaine qui, en ne prévoyant pas de régime d'occupation, entrave le remembrement des parcelles bâties et contribue du même coup à l'extension des îlots insalubres (Sanderson, 2000). Au mieux, les plans et politiques faciliteraient l'urbanisation et un processus d'adaptation. Au pire, elles créeraient des incitations perverses à construire dans des secteurs à haut risque (Satterthwaite, 2007) ou à entreprendre des activités susceptibles d'accentuer la vulnérabilité au changement climatique. En particulier, l'adaptation des zones urbaines au changement climatique nécessite une gouvernance de qualité, à savoir une gouvernance focalisée sur le développement durable et pouvant compter sur des arrangements institutionnels appropriés (voir encadré III.5 pour le cas de Durban, en Afrique du Sud). Dans l'état actuel des choses, la plupart des risques qui pèsent sur les zones urbaines sont en fait liés à l'incapacité des administrations locales à prendre les dispositions voulues en matière d'infrastructures, de prévention des catastrophes et de la planification préalable aux catastrophes.

L'adaptation des zones urbaines au changement climatique nécessite une gouvernance focalisée sur le développement durable et pouvant compter sur des institutions appropriées

Santé et sécurité hydrique

La protection contre les risques liés au changement climatique et l'adaptation à ces risques font partie intégrante d'une approche préventive de la santé publique et ne constituent donc pas une exigence distincte ou concurrente. Toutefois, si la communauté sanitaire mondiale a accumulé une longue expérience de la protection des populations contre les risques liés au climat, les carences en matière de prestation de services de santé de base exposent une grande partie de la population mondiale aux risques que le climat fait peser sur la santé, ce qui ne permet guère aux services de santé de porter leur regard au-delà des besoins à satisfaire d'urgence en la matière. Il s'impose donc à la fois d'investir davantage pour renforcer les fonctions essentielles et de planifier le développement de ces systèmes, de façon à pouvoir prendre en compte l'évolution des problèmes liés au changement climatique.

Cela étant, il convient également de noter que l'adaptation à l'impact potentiel du changement climatique sur la santé requiert aussi une approche intersectorielle plus générale, dans

Encadré III.5

Mettre le climat à l'ordre du jour : l'exemple de Durban

Dans le sillage du changement de stratégie consécutif à la chute du système d'apartheid en Afrique du Sud en 1994, le Gouvernement a dû assumer la tâche gigantesque d'intégrer tous les secteurs de la société dans ses plans de développement. L'administration locale a été considérée comme un acteur essentiel à cet égard, « étant donné les liens directs qu'elle entretenait avec les communautés locales et son rôle crucial en matière de prestation de services » (Roberts, 2008, p. 523).

Du fait des tensions créées par les différences existant entre le programme relatif au développement et le programme relatif à l'environnement, ainsi que par les différences entre les besoins et priorités à court et à long termes, la question du changement climatique s'est retrouvée coincée entre des impératifs contradictoires. La connaissance de la question du changement climatique et son examen au niveau institutionnel n'avaient guère avancé, en partie parce que les municipalités ne connaissaient pas les fondements scientifiques du changement climatique ni l'importance qu'il pouvait avoir sur le plan local; or, « si les fondements scientifiques ne sont pas bien saisis, il est peu probable que l'administration locale puisse se pénétrer de l'importance des enjeux du changement climatique » (ibid., p. 525).

L'exemple de Durban montre que certaines conditions doivent être réunies pour assurer l'appropriation par les institutions et les particuliers du changement climatique en tant qu'enjeu important. À cet égard, les « marqueurs institutionnels » ci-après ont été indiqués :

- Émergence d'un organe politique ou administratif ayant décidé de prendre à bras-le-corps les questions liées au changement climatique;
- Prise en compte du changement climatique en tant qu'enjeu important dans les plans municipaux ordinaires;
- Affectation de ressources (humaines et financières) spéciales aux questions liées au changement climatique;
- Incorporation d'éléments relatifs au changement climatique dans la prise des décisions politiques et administratives.

À en juger par la manière dont ces conditions ont été satisfaites à Durban, on peut conclure que des « progrès raisonnables » ont été accomplis en matière d'intégration des préoccupations liées au changement climatique au niveau de l'administration locale. Le renforcement des capacités du personnel de cette administration a été la « condition ayant permis d'engager ce processus », ce qui permet de penser qu'elle peut également « libérer des ressources endogènes et inciter à se pencher sur le problème du changement climatique, augmentant au même coup la probabilité d'interventions durables en matière de protection du climat » (ibid., p. 536).

Source : Roberts (2008)..

Les liens existant entre la pauvreté et la vulnérabilité au changement climatique ne sont probablement nulle part aussi manifestes que dans le secteur de la santé

la mesure où les risques que le changement climatique fait courir à la santé s'intègrent bel et bien dans l'entreprise plus vaste consistant à réaliser un développement véritablement durable. En particulier, les liens existant entre la pauvreté et la vulnérabilité au changement climatique ne sont probablement nulle part aussi manifestes que dans le secteur de la santé, ce qui montre bien que la stratégie à mettre prioritairement en œuvre pour s'adapter au changement climatique consiste à poursuivre le développement. De fait, le plus important déterminant de la vulnérabilité aux risques que le climat fait peser sur la santé est probablement la pauvreté.

Le secteur de la santé est donc appelé à s'associer de façon plus proactive aux autres secteurs dans le cadre des mesures à prendre pour s'adapter au changement climatique, car la santé est une question intersectorielle. Par exemple, étant donné que la malnutrition est déjà le facteur contribuant le plus à la charge de morbidité (Ezzati *et al.*, 2004) et que l'on s'attend à ce que l'Afrique coure les plus grands risques à cet égard (Parry, Rosenzweig et Livermore, 2005), l'adaptation aux risques que le changement climatique fait peser sur la

Encadré III.6

La gestion de l'eau et des cours d'eau dans le contexte du changement climatique

On prévoit que le changement climatique aura toute une série d'impacts sur les ressources en eau. Ces ressources en eau diminuent, et les risques d'inondation et de sécheresse sont appelés à devenir plus marqués dans de nombreuses régions tempérées et humides. Les infrastructures et la sécurité s'en ressentiront probablement. Quelque 2,3 milliards de personnes vivent dans des bassins hydrographiques en proie au stress hydrique, où les disponibilités en eau annuelles par habitant sont inférieures à 1 700 mètres cubes. Si les modes de consommation actuels se maintiennent, ce sont au moins 3,5 milliards de personnes, soit environ 48 % de l'effectif prévu de la population mondiale, qui vivront dans des bassins hydrographiques en proie au stress hydrique en 2025.

Pour comprendre comment le renforcement des capacités communautaires, la mise en œuvre des technologies disponibles sur place et la prise de mesures à petite échelle peuvent déboucher sur une réelle adaptation à grande échelle en faveur des pauvres, on peut partir de l'exemple fourni par un projet pilote consistant à remettre en état des systèmes villageois de réservoirs d'eau (il s'agit de modestes barrages en terre) vieux de 1 200 ans dans le bassin du Godavari, en Inde. La restauration de 12 réservoirs alimentant 42 000 villageois du bassin de la Maner (la Maner est un affluent du Godavari) pour 103 000 dollars en espèces et en nature a permis, grâce à un accès à l'eau plus sûr, d'augmenter la production agricole et la rentabilité de l'agriculture; d'améliorer les sols grâce au limon fourni par les réservoirs; et de réduire le coût des intrants. En fait, le WWF (2008) a calculé que l'augmentation de la capacité de stockage de l'eau obtenue par le désenvasement de tous les réservoirs villageois du bassin de la Maner, pour un coût de 635 millions de dollars É.-U., serait analogue à celle que permettrait d'obtenir le barrage de Polavaram qu'il est proposé de construire sur le Godavari. Le réservoir du barrage pourrait se remplir plus d'une fois par an, mais il coûterait 4 milliards de dollars, déplacerait 250 000 personnes et inonderait des habitats essentiels, dont 60 000 hectares de forêts.

De même, la restauration de 2 236 kilomètres carrés de plaines inondables en Europe orientale, soit une échelle comparable à la zone submergée par les inondations de 2005 et de 2006, offre la possibilité de retenir et d'évacuer sans danger les eaux de crue sur le cours inférieur du Danube. Les accords internationaux signés entre les gouvernements en vue d'améliorer la gestion de l'eau et des cours d'eau ont constitué un puissant moteur de changement dans le cadre de ce projet. Le coût de la restauration de 37 sites est évalué à 183 millions d'euros, alors que les dommages causés par l'inondation de 2005 ont coûté 396 millions d'euros. Ce projet produira environ 112 millions d'euros de recettes par an au titre des services écosystémiques, ce qui contribuera à diversifier les sources de revenus de la population locale. Ce projet d'adaptation à grande échelle montre l'intérêt que présente la restauration de la résilience naturelle de l'environnement face aux événements climatiques en retenant et en évacuant d'une façon plus sûre les eaux des crues maximales. Il remplacera les monocultures vulnérables par des moyens de subsistance plus diversifiés basés sur les écosystèmes naturels, tels que le tourisme, la pêche, le pacage et la production de fibres, ce qui renforcera l'économie locale.

En République-Unie de Tanzanie, face aux graves conséquences de l'assèchement des voies navigables au niveau du cours supérieur de la Great Ruaha River au début des années 90, le WWF est intervenu pour créer des associations des usagers de l'eau locales et les aider à restaurer la végétation naturelle dans les bassins hydrographiques, à protéger les rives des cours d'eau, à mieux gérer les prélèvements d'eau et à appliquer la réglementation sur l'eau. L'amélioration du calendrier de détournement de l'eau qui s'en est suivie a rétabli l'écoulement des eaux de nombreux cours d'eau et de certains tronçons de la Great Ruaha River elle-même, tandis que l'on procède actuellement à une étude plus rigoureuse des débits environnementaux. Par ailleurs, la création de 20 banques communautaires de conservation de l'eau a réduit la dépendance d'une bonne partie de la population locale vis-à-vis des industries primaires liées à l'eau en favorisant la diversification de l'économie locale et en augmentant les revenus de cette population.

Dans les pays en développement, on estime que 90 % des eaux usées sont déversées directement dans les cours d'eau sans épuration, et l'on s'attend à ce que le changement climatique aggrave l'impact des polluants sur les moyens de subsistance et diminue encore les stocks de

Encadré III.6 (suite)

poissons et d'autres espèces de la faune aquatique. Cela a été le cas des lagons côtiers de la région de São João au Brésil, qui ont été pollués par des eaux usées non épurées, ce qui a provoqué l'effondrement du secteur de la pêche et a nui au tourisme. Toutefois, des institutions multipartites de gestion des bassins hydrographiques — le Consórcio Intermunicipal Lagos São João et son comité — ont progressivement remédié aux problèmes d'environnement de la région, favorisant ainsi une reprise économique. Une démarche reposant sur des institutions multipartites locales et sur la subsidiarité a permis d'associer à l'entreprise un large éventail de parties prenantes au niveau local en leur donnant les moyens de prendre les dispositions voulues pour restaurer leur environnement. Cela a été rendu possible en partie par l'efficacité de la législation sur l'eau édictée au niveau du pays et à celui de l'État considéré, législation qui a fixé des objectifs aux institutions chargées des bassins et leur a permis d'accéder à des sources de financement suffisant. Ces institutions ont appliqué une approche itérative de la gestion adaptative au traitement des problèmes d'environnement et, en obtenant de bonne heure des succès importants, elles ont donné confiance aux communautés et les ont incitées à appuyer de nouvelles interventions. Les rejets d'eaux usées dans les lagons ont baissé de 75 %, ce qui réduit le risque de voir l'élévation des températures aggraver l'impact de la pollution. Parallèlement, les zones humides sont en cours de restauration, ce qui augmente la probabilité de voir les espèces et les écosystèmes survivre à des événements climatiques graves.

En associant les parties prenantes locales, nationales et internationales pour tenter de venir à bout de problèmes de gestion de l'eau spécifiques, les mécanismes d'adaptation utilisés ont renforcé les capacités de la population et des organisations locales pour ce qui est d'améliorer la gouvernance, de diversifier l'économie locale, de solidifier la résilience et d'instaurer des pratiques de gestion adaptative. Comme on l'a vu plus haut, ces projets sont en général relativement peu coûteux, à la différence de certaines infrastructures rigides et massives qui peuvent être onéreuses, déplacent la population, limitent l'autodétermination des villages, entravent le renforcement de l'exécution et causent des dommages à l'environnement.

Source : Basé sur des informations fournies et des projets appuyés par le WWF, consultables à l'adresse <http://www.wwf.org.uk/>.

santé amènera à prendre des mesures pour atténuer les incidences du changement climatique sur les rendements agricoles.

L'amélioration de la gestion de l'eau peut avoir un impact direct sur les possibilités de développement, car ce sont surtout la mauvaise gestion de l'eau et l'absence de droit à l'eau, plutôt que la rareté de l'eau, qui sont responsables des tensions liées à l'eau et de la pauvreté (Castillo *et al.*, 2007). Dans cet esprit, le Bangladesh a lancé un projet pilote destiné à canaliser les tonnes de sédiments que ses fleuves et rivières transportent depuis des points situés très loin en amont pour combler les basses terres sujettes aux inondations ou créer de nouvelles terres afin de protéger sa longue côte exposée contre l'élévation du niveau de la mer. Cette expérience de piégeage des sédiments a donné de bons résultats sur de petites superficies, telles que Beel Bhaina, une basse terre en forme de bol de soupe de 243 hectares sur la rive du Hari, à environ 90 kilomètres de la baie du Bengale. Des scientifiques des États-Unis ont recommandé un programme similaire de détournement de sédiments, consistant à ouvrir les digues sur le Mississippi au sud de la Nouvelle-Orléans afin de permettre à l'eau riche en sédiments d'inonder les marais de la région, qui sont privés de sédiments depuis que la construction de digues a commencé dans la région il y a des centaines d'années. Ce type de projets de gestion de l'eau des fleuves présente l'avantage supplémentaire d'être relativement peu coûteux (Sengupta, 2009). Ces projets montrent la voie à suivre en matière d'amélioration de la gestion de l'eau et des cours d'eau dans les zones sujettes à des inondations. Les zones sujettes à la sécheresse requièrent l'adoption de mesures analogues.

Une menace encore plus grave pèse sur les fragiles systèmes de gestion de l'eau actuels, à savoir la variabilité accrue des disponibilités en eau. Conséquence à la fois de l'accroissement

La variabilité accrue des disponibilités en eau est pour les fragiles systèmes de gestion de l'eau actuels une menace encore plus grave que la mauvaise gestion de l'eau et l'absence de droit à l'eau

de la population et du changement climatique, elle requiert un renforcement de la résilience de ces systèmes. Un certain nombre de pays en développement ont d'ores et déjà entrepris de les renforcer (voir encadré III.6), mais des investissements publics importants seront nécessaires pour obtenir des résultats durables.

Coopération internationale dans le domaine de l'adaptation

La coopération internationale dans le domaine de l'adaptation est indispensable pour un certain nombre de raisons. En premier lieu, le changement climatique d'origine anthropique aura l'impact le plus lourd sur les petits États insulaires en développement et les pays les plus pauvres du monde, notamment un grand nombre de pays d'Afrique. Ce sont les pays qui ont le moins contribué au problème du réchauffement climatique. En deuxième lieu, la vulnérabilité de ces pays et d'autres pays en développement face au changement climatique transparaît dans les difficultés que nombre d'entre eux éprouvent à mobiliser les ressources nécessaires pour réduire leur exposition aux risques liés au changement climatique, renforcer leur résilience et se relever rapidement après une catastrophe. Il s'agit d'un problème de déve-

La coopération internationale et la stratégie nationale d'adaptation au Bangladesh

Encadré III.7

L'efficacité du système d'alerte rapide du Bangladesh a déjà sauvé des dizaines de milliers de vies. Lorsque le cyclone Sidr, l'une des plus violentes tempêtes qui se soient jamais formées dans la baie du Bengale, a frappé le Bangladesh en novembre 2007, la technologie d'alerte rapide améliorée avait déjà signalé sa direction et son intensité 72 heures auparavant. Cela a été rendu possible par un réseau dirigé par l'observatoire cyclonique mondial de l'Organisation météorologique mondiale (OMM), qui a fourni des données cruciales à sa station régionale du Bureau météorologique indien de New Delhi.

Le message avait été communiqué aux autorités de Dhaka, qui l'avaient transmis au bureau du Croissant-Rouge local. Quelque 40 000 bénévoles qualifiés, qui avaient ensuite diffusé l'information aux 15 districts risquant le plus d'être touchés, avaient sillonné le pays à bicyclette en ordonnant à l'aide de mégaphones aux habitants de se rendre dans les 1 800 abris contre les cyclones et les 440 abris contre les inondations existants. Lorsque Sidr a frappé, 2 millions de personnes s'étaient ainsi mises à l'abri.

Un cyclone de force analogue avait tué plus de 190 000 personnes en 1991; Sidr en aurait tué entre 5 000 et 10 000.

Le système fonctionne dans le cadre d'un programme d'action plus vaste appuyé par des donateurs, notamment les États-Unis d'Amérique et l'Union européenne, programme qui appuie depuis 1991 la préparation aux catastrophes, l'amélioration des secours en cas de catastrophe et la reconstruction. Ce programme repose sur l'intégration des systèmes d'alerte et d'évacuation et des infrastructures telles que les ouvrages destinés à protéger le Bangladesh contre les ondes de tempête.

Par ailleurs, le Bangladesh Centre for Advanced Studies a inauguré les évaluations de la vulnérabilité au changement climatique, tandis que la Bangladesh University of Engineering and Technology a analysé les émissions de GES de différents secteurs et élaboré des politiques et des mesures destinées à garantir une meilleure adaptation au changement climatique à l'avenir.

Pourtant, le Bangladesh dispose de très peu de ressources financières pour appuyer la recherche scientifique nécessaire : les universités et instituts de recherche consacrant le plus clair de leur budget aux traitements et aux dépenses de fonctionnement, les rares travaux de recherche doivent être financés par des donateurs internationaux.

Source : Basé sur Huq et Ayers (2008); et Huq (2001).

Il ne peut être correctement remédié à un problème de développement que moyennant des investissements massifs et des politiques stratégiques qui mobilisent l'appui de la communauté internationale

L'aggravation de la déstabilisation et de la violence liées aux conflits induits par le changement climatique pourrait mettre en danger la sécurité nationale et internationale

L'écart entre le montant des ressources nécessaires à l'adaptation et les sommes effectivement mobilisées et disponibles est énorme

loppement, auquel il ne peut être correctement remédié que moyennant des investissements massifs et des politiques stratégiques qui renforcent les capacités économiques et sociales aux niveaux local et national avec l'appui de la communauté internationale, de façon que ces pays puissent faire face à une catastrophe lorsqu'elle se produit et s'en remettre (voir encadré III.7 sur la coopération internationale). En troisième lieu, le fait de trouver la stratégie d'adaptation la plus appropriée peut aider à élaborer des réponses plus intégrées aux autres chocs qui menacent la paix, la sécurité et le bien-être.

Indépendamment de la responsabilité qu'ils encourent pour l'aggravation des menaces liées au changement climatique, les pays développés ont tout à gagner à aider les pays en développement à s'adapter. Les répercussions du changement climatique telles que l'aggravation de la déstabilisation et de la violence liées aux conflits pourraient mettre en danger la sécurité nationale et internationale [German Advisory Council on Global Change (WBGU), 2008; Schwartz et Randall, 2003]. De plus, l'augmentation du niveau de l'inégalité mondiale que pourraient entraîner les chocs climatiques n'est pas dans l'intérêt économique (du fait de la perte de possibilités d'exportation et d'investissement qu'elle entraînerait) ni dans l'intérêt politique (en raison de la menace pesant sur la coopération internationale) des pays riches qui s'emploient à créer un cadre mondial pour mieux gérer le changement climatique. Les pays en développement, de leur côté, devraient formuler en priorité des plans d'adaptation et mettre à profit le savoir-faire mis à leur disposition grâce aux fonds fournis pour l'adaptation afin de mettre en place des stratégies plus intégrées et transparentes, qui porteraient notamment sur la consultation étroite et la participation des personnes le plus immédiatement touchées par l'élévation des températures et les chocs climatiques.

Les scientifiques confirment que nous ne disposons pas plus de quelques décennies ou peut-être de quelques années pour contenir les émissions mondiales de GES et réduire la probabilité d'événements catastrophiques (Pachauri, 2008). Les estimations du coût de l'adaptation sont encore provisoires et incomplètes. Le risque serait toutefois de sous-estimer l'ampleur du problème, qui ne fait que grandir étant donné la lenteur des actions entreprises jusqu'ici pour atténuer le réchauffement climatique.

À l'heure actuelle, il existe trois principaux flux de fonds fournis pour l'adaptation (voir encadré III.8): les flux Nord-Sud, acheminés par les fonds multilatéraux pour l'adaptation et l'aide publique au développement (APD); les flux intérieurs, grâce auxquels les pays en développement génèrent et utilisent des fonds pour l'adaptation; et les flux Sud-Sud. Le Fonds pour l'environnement mondial (FEM), organisation intergouvernementale créée en 1991, a été chargé de gérer les fonds multilatéraux pour l'adaptation créés sous les auspices de la Conférence-cadre des Nations Unies pour les changements climatiques (voir également le chap. VI). De son côté, la Banque mondiale a mis en place des Fonds d'investissements climatiques, qui ont été créés pour promouvoir des approches de l'atténuation et de l'adaptation innovantes, notamment le renforcement de la résilience parmi les collectivités les plus vulnérables. Quoi qu'il en soit, l'écart entre le montant des ressources nécessaires à l'adaptation, de l'ordre de 50 à 100 milliards de dollars par an, et les sommes effectivement mobilisées et disponibles (environ 154 millions de dollars) est énorme.

Le financement de l'adaptation soulève une question essentielle, qui est celle de son rapport avec l'APD. La difficulté à augmenter l'aide est véritablement préoccupante, vu l'urgence de prendre en considération le problème de l'adaptation dans beaucoup de pays. Il est peu probable que les instruments bilatéraux actuels puissent relever le défi de l'adaptation: il faudra trouver des sources de financement plus innovantes (et prévisibles) [Müller, 2008]. Les principes énoncés dans la Convention-cadre, qui établissent une distinction entre le fi-

Encadré III.8

Fonds d'adaptation

Un certain nombre de fonds ont été créés pour aider à relever le défi de l'adaptation. Ils sont directement décrits ci-après :

- Le Fonds pour l'environnement mondial (FEM) gère plusieurs fonds : la Priorité stratégique relative à l'adaptation (SPA) de la Caisse du FEM, le Fonds pour les pays les moins avancés de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques et le Fonds spécial pour les changements climatiques de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, le montant total des contributions annoncées s'élevant à environ 320 millions de dollars, dont 249 millions au stade des décaissements.
- Récemment, le Groupe de la Banque mondiale a, en partenariat avec les trois banques régionales de développement (la Banque asiatique de développement, la Banque africaine de développement et la Banque interaméricaine de développement), reçu des annonces de contributions à hauteur d'environ 6,1 milliards de dollars au titre des Fonds d'investissements climatiques. Sur ce montant, moins de 1 milliard de dollars est affecté à l'adaptation.
- Le Partenariat planète fraîche du Gouvernement japonais a affecté quelque 10 milliards de dollars sur les cinq prochaines années à la lutte contre le changement climatique. L'essentiel de cette assistance (8 milliards de dollars) est affecté à l'atténuation, mais l'adaptation et l'amélioration de l'accès aux énergies propres se sont vu allouer 2 milliards de dollars.
- L'Environ mental Transformation Fund-International Window (ETF-IW) du Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, qui représentera environ 800 millions de livres sterling pour la période 2008-2011, a été créé pour aider les pays en développement à faire face au changement climatique. Une partie importante des fonds proposés pour l'ETF-IW a été affectée aux Fonds d'investissements climatiques administrés par la Banque mondiale.
- La Global Initiative on Forests and Climate of Australia est une initiative d'une durée de cinq ans de 200 millions de dollars qui vise à faciliter l'obtention de réductions importantes et rentables des émissions de GES dans les pays en développement.
- Les objectifs de l'Alliance mondiale contre le changement climatique de l'Union européenne consistent à aider les pays en développement à mettre les stratégies de développement en cohérence avec le changement climatique et à participer aux activités mondiales de lutte contre le changement climatique qui contribuent à la réduction de la pauvreté, et à leur fournir un appui technique et financier qui cible cinq domaines prioritaires et séries d'actions connexes : a) adaptation au changement climatique; b) réduction des émissions dues au déboisement; c) renforcement de la participation des pays pauvres au Mécanisme pour un développement propre; d) promotion de la prévention des catastrophes; et e) intégration du changement climatique dans les activités de réduction de la pauvreté. Les contributions annoncées comprennent 60 millions d'euros (provenant de la Commission européenne) pour la période 2008-2010, 40 millions d'euros en provenance du Fonds européen de développement (dixième reconstitution des ressources), affectés au pays ACP (Groupe des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique) au titre de mesures régionales, ainsi que 180 millions d'euros supplémentaires au titre de la prévention des catastrophes. Le Suède a annoncé une contribution supplémentaire de 5,5 millions d'euros en 2008.
- Le Fonds du PNUD pour la réalisation des OMD, volet thématique « Environnement et changements climatiques » (2007c), se propose de contribuer à réduire la pauvreté et la vulnérabilité dans les pays remplissant les critères d'admissibilité en finançant des interventions qui améliorent la gestion de l'environnement et la prestation de services aux niveaux national et local, à améliorer l'accès aux nouveaux mécanismes de financement et à renforcer la capacité d'adaptation au changement climatique. L'Espagne a annoncé une contribution de 90 millions de dollars. Près de 86 millions de dollars ont déjà été engagés à ce jour dans 17 programmes d'une durée de trois ans.

Encadré III.8 (suite)

a Nations Unies, *Collection des Traités*, vol. 1771, n° 30822.

b *Ibid.*, vol. 2303, n° 30822.

c Voir *FCCC/KP/CMP/2007/9/Add.1*, décision 1/CMP.3, par. 3, 6 et 7.

d *Ibid.*, par. 23.

- Créé en vertu du Protocole de Kyoto^a à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques^b, le Fonds pour l'adaptation devait être financé pour l'essentiel à l'aide d'une partie des recettes des activités de projet réalisées au titre du Mécanisme pour un développement propre. Selon les estimations de la Convention, le montant des crédits éventuellement disponibles pour la période 2008-2012 oscille entre 80 et 300 millions de dollars par an. À sa troisième session, tenue du 3 au 15 décembre 2007 à Bali (Indonésie), la Conférence des Parties agissant comme réunion des Parties au Protocole de Kyoto a décidé que l'entité chargée d'assurer le fonctionnement du Fonds était le Conseil du Fonds pour l'adaptation, composé de 16 membres et de 16 membres suppléants et appuyé par un secrétariat et un administrateur^c, et a invité la Banque mondiale à remplir provisoirement les fonctions d'administrateur du Fonds pour l'adaptation^d.

nancement du développement et le financement de l'adaptation, insistent sur la nécessité de mobiliser des fonds venant en sus des engagements pris au titre du règlement des problèmes de développement classiques. Cela souligne à juste titre la responsabilité des pays riches pour ce qui est de financer le règlement des problèmes d'adaptation, mais c'est également courir le risque de faire abstraction du caractère interdépendant de ces deux séries de problèmes, d'esquiver le débat déjà ancien sur l'impact négatif sur l'efficacité de l'aide de l'imposition de conditionnalités excessives et contradictoires, et d'entraîner une prolifération de mécanismes et facilités de financement qui, s'il faut en croire les leçons du passé, réduirait sans doute l'efficacité de l'appui international (nous y reviendrons au chap. VI).

Conclusion

Le problème de l'adaptation au réchauffement des températures est un problème auquel tous les pays feront face au cours des décennies qui viennent, même si des progrès rapides sont accomplis sur la voie d'une économie mondiale peu génératrice d'émissions. Toutefois, pour certains d'entre eux, la menace qui pèse sur les moyens de subsistance est d'ores et déjà très réelle et, dans certains cas extrêmes, elle n'est pas loin d'avoir atteint des proportions catastrophiques.

Les ajustements à effectuer pour s'adapter au changement climatique ne peuvent pas être évalués isolément ni réalisés par étapes. En fait, ils sont étroitement liés à d'autres risques et vulnérabilités qui accompagnent le processus de développement, et les conditions institutionnelles et technologiques locales pèseront fortement sur ces ajustements. Le succès de l'adaptation dépend pour l'essentiel de l'accélération de la croissance et de la réalisation d'une croissance plus équitable, même si l'impuissance à s'adapter menace ces objectifs.

Le présent chapitre a fait valoir que, dans bien des cas, l'intervention impliquera un investissement important de ressources pour améliorer la résilience des pays et des communautés et pour remédier à des vulnérabilités qui peuvent rendre des chocs climatiques de faible envergure catastrophiques pour le développement à long terme. Aucune solution adaptée à toutes les situations ne saurait donc convenir. La réponse à apporter doit prendre la forme d'une stratégie nationale intégrée qui exigera la mobilisation de ressources intérieures et l'assistance d'un État développementaliste efficace.

Pour relever ces défis, il faudra rompre avec les approches récentes qui ont fait la part belle aux forces du marché et à la concurrence. Comme l'atténuation, l'adaptation est

un problème de politique publique, dont la complexité imposera la mise en œuvre d'un large éventail de stratégies pour renforcer la résilience.

Le présent chapitre a montré qu'il serait plus avisé d'intégrer les mesures d'adaptation dans les problèmes de développement actuels en accordant une attention particulière aux populations vulnérables, en entreprenant de grands travaux publics et en tirant parti des économies d'échelle, en prenant en compte la question des seuils au-dessous desquels les systèmes actuels cessent invariablement de fonctionner et en exploitant les complémentarités en matière d'investissement.

Cela étant, on ne peut pas escompter que nombre de pays pour lequel le défi est simplement trop important pourront le relever par eux-mêmes. Il a donc été décidé à Bali que des moyens financiers et une assistance technique seraient mis à la disposition des pays en développement pour les aider à relever le défi de l'adaptation. Jusqu'à présent, cette assistance a été déplorablement insuffisante et mal organisée. Il faudra sans doute améliorer les choses dans ce domaine avant de pouvoir mettre réellement ces pays sur la voie d'un développement plus durable.

Impacts sectoriels du changement climatique en Afrique

<i>Agriculture, pêche, élevage et aquaculture</i>	<i>Écosystèmes</i>	<i>Ressources en eau</i>	<i>Santé humaine</i>	<i>Établissements humains infrastructures, industrie</i>
<p>D'ici à 2100, les pertes de l'agriculture d'Afrique du Nord pourraient représenter entre 0,4 et 1,3 % du PIB.</p> <p>En Égypte, le changement climatique pourrait faire baisser la production de nombreuses plantes cultivées (baisse allant de – 11 % pour le riz à – 28 % pour le soja) d'ici à 2050, par rapport à leur production dans les conditions climatiques actuelles.</p> <p>Dans le golfe de Guinée, l'élévation du niveau de la mer pourrait faire des brèches dans les plages basses qui délimitent les lagons côtiers et détruire ces plages, tandis que le changement du régime des précipitations pourrait modifier le débit des cours d'eau qui alimentent ces lagons (affectant la pêche et l'aquaculture qui y sont pratiquées).</p> <p>L'agriculture côtière (huile de palme et noix de coco au Bénin et en Côte d'Ivoire; échalote au Ghana) est exposée aux inondations et à la salinisation du sol.</p> <p>En Guinée, entre 130 et 235 kilomètres carrés (km²) de rizières (17 % et 30 % de la superficie de rizières existante) pourraient être perdus en raison</p>	<p>Les espèces menacées d'extinction, notamment les lamantins et les tortues marines, pourraient être en danger, de même que les oiseaux migrants (République démocratique du Congo, Ghana et Seychelles).</p> <p>En Afrique du Centre, les mangroves pourraient coloniser les lagons côtiers en raison de l'élévation du niveau de la mer.</p> <p>D'ici à 2099, renforcement de l'activité et de la mobilisation des dunes (Angola).</p> <p>Lac Tanganyika : pertes aquatiques de l'ordre de 20 %, avec une réduction de 30 % du stock de poissons. Le changement climatique pourrait réduire encore la productivité du lac (République démocratique du Congo).</p> <p>Selon les données disponibles, la calotte glaciaire du mont Kilimandjaro (République-Unie de Tanzanie) pourrait disparaître d'ici à 2020, pour la première fois en 11 000 ans.</p> <p>On s'attend à la disparition des coraux de basse altitude et à des pertes de diversité biologique (Djibouti).</p> <p>En Afrique de l'Est, la prolifération des algues et des dinoflagellés</p>	<p>En Afrique du Nord, six modèles climatiques montrent une augmentation probable du nombre de personnes qui pourraient connaître le stress hydrique d'ici à 2055.</p> <p>Dans le bassin hydrologique de l'Ouergha, au Maroc, et au cours de la période 2000-2020, une élévation de 1 °C de la température pourrait réduire le ruissellement de 10 %, en supposant que les niveaux de précipitations demeurent constants.</p> <p>En Égypte, la consommation d'eau en 2000 a été estimée à environ 70 km³, soit nettement plus que les ressources disponibles. Plus de 70 % des superficies cultivées sont tributaires de réseaux d'irrigation de surface à faible rendement, qui entraînent des pertes d'eau importantes, la baisse de la productivité des terres et des problèmes d'engorgement et de salinisation. La qualité des ressources en eau du pays se ressent du caractère non viable des pratiques agricoles et de la mauvaise gestion de l'irrigation. La baisse de la qualité de l'eau d'irrigation nuit, quant à elle, aux sols et aux cultures irrigués.</p>	<p>D'ici à 2050 et jusqu'en 2080, une grande partie du Sahel occidental ne se prêtera sans doute plus à la transmission du paludisme^a.</p> <p>D'ici aux années 2080, certaines zones des plateaux de l'Angola qui enregistrent actuellement des taux de transmission du paludisme faibles pourraient de leur côté devenir des zones se prêtant tout à fait à la transmission du paludisme. D'une façon générale, les plateaux de l'Afrique de l'Est deviendront sans doute des zones se prêtant mieux à la transmission du paludisme.</p> <p>En Afrique du Centre (par exemple dans la région du Congo), les lieux dignes d'intérêt, notamment les zones de protection de la faune et de la flore sauvages et les parcs naturels, attireront peut-être moins de touristes du fait de changements climatiques marqués.</p> <p>Sur la base de données d'enquêtes sur les parasites, on prévoit que les zones de hautes terres d'Éthiopie, du Kenya, du Rwanda et du Burundi, qui étaient jusqu'à présent des zones sans paludisme, pourraient connaître des incursions</p>	<p>En Afrique du Nord, divers scénarios du Special Report on Emissions Scenarios (SRES) du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (2000)^b et projections en matière de changements climatiques font état de risques d'inondation potentiels d'ici à 2080.</p> <p>En Afrique de l'Ouest, l'élévation du niveau de la mer aura des répercussions importantes sur les mégapoles côtières dans la mesure où les pauvres sont concentrés dans des zones potentiellement dangereuses.</p> <p>En Afrique de l'Ouest, divers scénarios du SRES^b et projections en matière de changements climatiques font état de risques d'inondation potentiels d'ici à 2080.</p> <p>En Afrique de l'Ouest, les risques d'inondations et les maladies liées à la pollution de l'eau dans les régions de faible altitude (zones côtières), ainsi que le blanchissement des récifs coralliens pourraient nuire au tourisme.</p> <p>Les îles de l'océan Indien pourraient être menacées par le changement du lieu de formation, de la fréquence et de l'intensité des cyclones.</p>

<i>Agriculture, pêche, élevage et aquaculture</i>	<i>Écosystèmes</i>	<i>Ressources en eau</i>	<i>Santé humaine</i>	<i>Établissements humains infrastructures, industrie</i>
<p>d'inondations permanentes d'ici à 2050.</p> <p>D'ici à 2100, les pertes agricoles de l'Afrique de l'Ouest pourraient représenter entre 2 et 4 % du PIB</p> <p>Une élévation de la température mondiale annuelle (par exemple, comprise entre 1,5° C et 2,0 °C) aura des conséquences néfastes sur les pêcheries de l'Afrique du Nord-Ouest</p> <p>Au Cameroun, une augmentation de 15 % de la pluviosité d'ici à 2100 ferait sans doute diminuer la pénétration de l'eau de mer dans l'estuaire du Wouri, tandis qu'une diminution de 11 % de la pluviosité ferait pénétrer l'eau de mer jusqu'à 70 km en amont (ce qui nuirait à la pêche et à l'aquaculture en lagon)</p> <p>Au Kenya, les pertes de mangues, de noix de cajou et de noix de coco pourraient s'élever à près de 500 millions de dollars É.-U. en cas d'élévation d'un mètre du niveau de la mer</p> <p>Dans certaines parties des hauts plateaux d'Éthiopie, le changement climatique pourrait faire augmenter la longueur des saisons de pousse des plantes cultivées, sous l'effet conjugué de l'élévation de la température et du changement du régime des précipitations</p> <p>L'Afrique australe connaîtra probablement une baisse sensible de la production de maïs dans l'éventualité d'une</p>	<p>pourrait augmenter le nombre de personnes affectées par des toxines (telles que la ciguatera) après avoir consommé des produits alimentaires d'origine marine (Comores).</p> <p>Diminution du nombre des nyalas et des zèbres (Malawi).</p> <p>D'ici à 2099, renforcement de l'activité et de la mobilisation des dunes (Zambie et nord de l'Afrique du Sud).</p> <p>En Afrique de l'Est, pertes aquatiques de l'ordre de 20 %, avec une réduction de 30 % du stock de poissons dans le lac Tanganyika. Le changement climatique pourrait réduire encore la productivité du lac (Burundi, République-Unie de Tanzanie, Zambie).</p> <p>En Afrique du Sud, on s'attend à ce que le déficit d'écoulement des cours d'eau modifie les estuaires et à ce que l'élévation du niveau de la mer aboutisse à l'inondation des marais salants.</p> <p>En Afrique du Sud, pertes comprises entre 51 et 61 % des biomes fynbos et succulent karoo d'ici à 2050.</p> <p>Selon l'étude sur le parc Kruger, 66 % des nyalas et des zèbres pourraient être perdus (Afrique du Sud).</p> <p>En Afrique australe, on prévoit des pertes de plus de 50 % pour certaines espèces d'oiseaux d'ici à 2050. Par ailleurs, six espèces d'oiseaux devraient perdre une</p>	<p>En Égypte, l'élévation du niveau de la mer pourrait avoir des répercussions sur le delta du Nil et la population vivant dans le delta et les autres zones côtières. Il est probable que l'élévation de la température réduira la productivité des principales cultures et augmentera les besoins en eau, réduisant ainsi l'efficacité de l'utilisation de l'eau dans l'agriculture. On s'attend à une augmentation générale des besoins d'irrigation.</p> <p>Une diminution prévue des précipitations et une population dont l'effectif devrait se situer entre 115 millions et 179 millions d'ici à 2050 augmentent le stress hydrique dans tous les secteurs, tandis que l'on s'attend à un degré élevé d'incertitude en ce qui concerne l'écoulement du Nil.</p> <p>En Afrique de l'Est et de l'Ouest, la plus grande partie de la population connaîtra probablement non une augmentation, mais une réduction du stress hydrique^a.</p> <p>La pluviosité augmentera sans doute dans certaines parties de l'Afrique de l'Est, ce qui produira des résultats divers sur le plan hydrologique.</p> <p>En Afrique australe, six modèles climatiques montrent une augmentation probable du nombre des personnes qui pourraient connaître le stress hydrique d'ici à 2055.</p>	<p>de cette maladie sur une échelle modeste d'ici aux années 2050, et devenir d'ici aux années 2080 des zones se prêtant tout à fait à sa transmission. À cette époque, cela pourrait également être le cas de zones du centre de la Somalie où les taux de transmission de cette maladie sont actuellement faibles.</p> <p>En Afrique de l'Est, la probabilité de voir l'élévation du niveau de la mer aggraver les inondations, en particulier sur les côtes, pourrait avoir des répercussions sur la santé.</p> <p>L'augmentation de la fréquence des épisodes El Niño pourrait accentuer la survenance d'épidémies de fièvre de la vallée du Rift, comme celle qui a éclaté lors de l'épisode El Niño survenu en 1997-1998 en Afrique de l'Est, épidémie associée à des inondations.</p> <p>D'une façon générale, on peut s'attendre à ce que certaines régions de l'Afrique australe se prêtent davantage à la transmission du paludisme.</p>	<p>Les côtes de l'Afrique de l'Est pourraient se ressentir d'éventuels changements de la fréquence et de l'intensité des épisodes El Niño/oscillation australe et du blanchissement des coraux.</p> <p>En Érythrée, une élévation d'un mètre du niveau de la mer pourrait causer des dommages s'élevant à plus de 250 millions de dollars É.-U. en submergeant les infrastructures et installations économiques de Massawa, l'une des deux villes portuaires du pays.</p> <p>En Afrique de l'Est, les risques d'inondations et les maladies liées à la pollution de l'eau dans les régions de faible altitude (zones côtières), ainsi que le blanchissement des récifs coralliens pourraient nuire au tourisme.</p> <p>Divers scénarios du SRES^b et projections en matière de changements climatiques font état de risques d'inondation potentiels d'ici à 2080.</p>

<i>Agriculture, pêche, élevage et aquaculture</i>	<i>Écosystèmes</i>	<i>Ressources en eau</i>	<i>Santé humaine</i>	<i>Établissements humains infrastructures, industrie</i>
<p>accentuation du phénomène d'oscillation australe (El Niño).</p> <p>En Afrique du Sud, les revenus agricoles nets baisseront probablement dans une proportion pouvant aller jusqu'à 90 % d'ici à 2100, les petits exploitants étant le plus gravement touchés.</p> <p>Dans certaines parties de l'Afrique australe, par exemple au Mozambique, le changement climatique pourrait faire augmenter la longueur des saisons de pousse des plantes cultivées, sous l'effet conjugué de l'élévation de la température et du changement du régime des précipitations^a.</p>	<p>partie importante de leur aire de distribution.</p> <p>En Afrique australe, les herbages subiraient des impacts complexes, notamment celui des incendies.</p>	<p>En Afrique australe, la quasi-totalité des pays, à l'exception de l'Afrique du Sud, connaîtront probablement une baisse importante du débit d'eau. Pour l'Afrique du Sud, l'accroissement du débit d'eau prévu par les scénarios à niveaux d'émissions élevés est modeste (moins de 10 %).</p> <p>S'agissant des précipitations, six modèles généraux de circulation et un ensemble composite de modèles africains de précipitations pour la période 2070-2099 déterminent, par exemple, que certaines parties de l'Afrique australe connaîtraient un important déficit d'écoulement, certaines zones étant particulièrement touchées (par exemple, certaines parties de l'Afrique du Sud).</p>		

Source : Synthèse basée sur des informations fournies par le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (2007c).

a Avantages escomptés.

b Le scénario A1 se base sur une croissance économique mondiale très rapide, un plafonnement de la population mondiale au milieu du siècle et l'adoption rapide de technologies nouvelles et plus efficaces; le scénario B1 décrit un monde convergent, dans lequel l'effectif de la population mondiale est au même niveau que dans le cadre du scénario A1, mais avec une évolution plus rapide des structures économiques vers une économie des services et de l'information.

Chapitre IV

Une situation évolutive : la politique de développement et le problème du climat

Les chapitres précédents ont montré qu'il existe d'autres voies de développement respectueuses du climat qui évitent les technologies à forte intensité de carbone ayant alimenté le processus de croissance moderne. Le présent chapitre examine les politiques qu'il pourrait être nécessaire d'adopter au niveau national pour promouvoir une nouvelle révolution industrielle dans les pays en développement.

Les révolutions économiques et technologiques qui se sont produites au cours des deux derniers siècles ont ouvert aux pays « retardataires » des perspectives s'agissant d'engager un processus de croissance et de développement rapides. Toutefois, nombre de pays et communautés n'ont pas pu saisir cette chance, quand on ne les a pas empêchés de la saisir. Parallèlement, les progrès économiques des pays « pionniers » ont souvent été cumulatifs, ce qui a donné lieu à un schéma fortement divergent de développement économique mondial, caractérisé par un creusement des écarts de revenus, de capacités technologiques et d'utilisation de l'énergie.

Ces précédents inquiètent les pays en développement, qui craignent de ne pas pouvoir profiter de la dernière étape en date du développement économique, alors qu'on leur demande de renoncer aux solutions technologiques moins onéreuses qui leur sont actuellement accessibles. Au demeurant, la dernière révolution technologique intervient à un moment où l'économie mondiale traverse une grave crise économique et financière, dont on peut être sûr qu'elle frappera le plus durement les pays et communautés les plus pauvres et les plus vulnérables, qui auront d'autant plus de mal à s'adapter à un nouveau paradigme économique et technologique.

Récemment, la Commission de la croissance et du développement (Banque mondiale, 2008a) a fait valoir que le débat centré sur la question « Comment ramener les émissions de carbone à des niveaux non dangereux d'ici à 2050 tout en faisant sa place à la croissance des pays en développement ? » avait abouti à une impasse théorique. Il est fondamental et urgent de sortir de cette impasse. Le présent chapitre montre que l'application d'une forte poussée, qui s'appuierait sur un ensemble de politiques macroéconomiques favorables à l'investissement et de politiques industrielles mises au service d'une nouvelle voie de croissance peu génératrice d'émissions, pourrait être le moyen d'établir un lien entre le développement économique et la réduction des émissions. Toutefois, la gestion de la stratégie de développement intégrée nécessaire pour y parvenir requiert la présence d'un État développementaliste fort et dynamique et l'existence d'une marge de manœuvre suffisante dont cet État puisse

Les pays en développement craignent de ne pas pouvoir profiter de la dernière étape en date du développement économique, alors qu'on leur demande de renoncer aux solutions technologiques moins onéreuses qui leur sont actuellement accessibles

L'application d'une forte poussée pourrait être le moyen d'établir un lien entre le développement économique et la réduction des émissions, mais elle nécessiterait la présence d'un État développementaliste fort et dynamique disposant d'une marge de manœuvre suffisante

se prévaloir pour adapter les mesures conçues pour faire face au changement climatique aux besoins et aux conceptions du pays dont il a la charge.

La section suivante passe en revue certaines des fonctions traditionnelles de l'État développementiste et examine leur lien avec le problème du climat. On se penche ensuite sur la politique industrielle et sur le rôle qu'elle peut jouer dans le cadre d'une stratégie fondée sur l'investissement pour relever les défis du climat et du développement. La dernière section porte sur certaines mesures spécifiques concernant le rendement énergétique, les modes d'exploitation du charbon moins polluants et les énergies renouvelables, mesures dont l'application pourrait permettre aux décideurs des pays en développement de s'engager sur la voie de la transition vers une stratégie peu génératrice d'émissions et à forte croissance.

Le rôle des États développementistes à l'époque du réchauffement mondial

Une stratégie fondée sur l'investissement

Tous les pays ayant connu la réussite économique ont enregistré une croissance soutenue qui leur a permis d'élever le niveau de vie et de combler l'écart de revenus existant entre eux et les pays plus développés. Par ailleurs, cette croissance est souvent (mais pas toujours) corrélée à toute une série d'indicateurs sociaux, notamment la réduction de la pauvreté, qui définissent une voie de développement plus universelle. Toutefois, cette voie ne se présente pas spontanément, et même après une période de croissance rapide, les pays peuvent se trouver bloqués, voire rétrograder.

Un rythme rapide d'accumulation de capital, accompagné par une restructuration de l'activité économique au profit des secteurs de forte productivité, est généralement indispensable à une accélération soutenue de la croissance (Nations Unies, 2006). Très tôt, le débat sur le développement a notamment porté sur la manière d'augmenter rapidement la part du revenu national consacrée à l'investissement pour lui faire atteindre un niveau pouvant se concrétiser par un cercle vertueux d'accroissements de productivité, de hausse des salaires, de modernisation technologique et d'améliorations sociales. Les investissements nécessaires sont souvent étroitement liés entre eux, doivent atteindre un volume minimal pour être efficaces et ne peuvent devenir rentables qu'au bout d'une longue période. L'existence d'économies d'échelle, de complémentarités, d'effets de seuil et d'autres « externalités », ainsi que l'accentuation des incertitudes qu'ils introduisent dans toute décision d'investissement, limitent la contribution que les forces du marché peuvent apporter par elles-mêmes à la concrétisation de la démarche d'investissement (DeLong, 2005). La mise en place d'infrastructures, en général, et l'approvisionnement énergétique, en particulier, ont toujours été des éléments essentiels dans ce domaine (voir chap. II) et, comme l'ont montré les chapitres précédents, ce dernier élément a pris une importance de plus en plus grande s'agissant de relever le défi du climat.

Les versions de cette « forte poussée » qui se sont révélées performantes se sont concentrées sur certains secteurs de pointe dont le développement attirerait une nouvelle série d'investissements par le jeu de l'effet cumulatif dynamique de la baisse des coûts et de l'extension de solides liens en amont et en aval (Hirschman, 1958). À cet égard, la stratégie de développement ne concernait pas tant la planification détaillée que l'appui et la coordination stratégiques, notamment en conférant un rôle important à l'investissement public s'agissant de donner une impulsion à la croissance et d'attirer les investissements privés vers une nou-

Les stratégies de développement fécondes ont dû leur succès moins à une planification poussée qu'à un appui et à une coordination stratégiques, notamment à la place importante faite à l'investissement public s'agissant de favoriser la croissance et d'attirer l'investissement privé

velle voie de développement. Certes, un taux donné d'accumulation de capital peut, selon sa nature et sa composition, et selon l'efficacité de l'utilisation des capacités de production, générer des taux différents de croissance de la production. Les politiques suivies sont appelées à avoir une influence importante sur le résultat. L'augmentation régulière du niveau minimal d'investissements nécessaire pour lancer et maintenir un programme d'industrialisation a rendu cette tâche de plus en plus ardue au fil des ans.

La Tennessee Valley Authority : une forte poussée positive

Encadré IV.1

Le rebond économique du sud des États-Unis au lendemain de la Seconde Guerre mondiale, rendu possible par les investissements publics massifs réalisés à l'époque du New Deal et pendant la guerre, est un exemple positif de forte poussée. En augmentant les taux de rendement de l'investissement privé, l'injection de fonds publics par l'intermédiaire de la Tennessee Valley Authority (TVA) a fourni l'impulsion qui a rendu possible la rapide industrialisation de l'économie du Sud après la guerre. L'analyse économétrique et les données des enquêtes réalisées auprès des entreprises qui se sont installées dans le Sud dans les années immédiatement postérieures à la guerre confirment l'idée selon laquelle la dynamique de la forte poussée était à l'œuvre (Bateman, Ros et Taylor, 2008).

Créée le 18 mai 1933 par une loi du Congrès des États-Unis s'inscrivant dans le cadre du New Deal, la TVA devait, dans l'esprit du Président des États-Unis d'Amérique, Franklin D. Roosevelt, faire sortir les États-Unis de la Grande Dépression. Elle avait été conçue à la fois comme une agence de développement, chargée de relever le niveau de vie dans la vallée de la rivière Tennessee, et comme une agence de construction et de gestion dont la mission consistait à construire et à exploiter des barrages et d'autres ouvrages le long de la Tennessee, dont sept États se partagent le bassin versant qui s'étend sur 105 930 kilomètres carrés. Elle devait, pour citer Roosevelt, fonctionner comme « une société investie du pouvoir de l'État mais possédant la souplesse et l'initiative d'une entreprise privée ».

Pendant les 12 années écoulées entre sa création en 1933 et la fin de la Seconde Guerre mondiale en 1945, la TVA a établi son cadre institutionnel, créé les conditions d'un large soutien local à ses programmes et mis en place une infrastructure matérielle qui constituerait l'ossature de ses réalisations. Cette infrastructure comprenait un vaste système de barrages polyvalents et bassins de retenue destinés à exploiter le potentiel de la Tennessee, ainsi qu'un réseau de transport étendu pour l'acheminement d'une électricité bon marché dans toute la région. Une activité précoce et intense d'amélioration des pratiques dans les domaines de l'agriculture, de l'utilisation des terres et de la foresterie a contribué à restaurer et à maintenir une base environnementale saine, tandis que l'accès au microcrédit et à des programmes d'assistance technique a donné aux habitants de la vallée les outils dont ils avaient besoin pour améliorer leur existence. C'est pendant ces premières années que la TVA a mis en place ce qui a sans doute contribué le plus à sa renommée : l'intégration d'une base de ressources naturelles saine, d'une infrastructure solide et de la capacité des habitants d'une région de favoriser son développement social et économique.

C'est la terrible situation sociale et économique de la vallée de la Tennessee pendant les années 30 qui avait rendu nécessaire la TVA. Tout en étant riche en ressources naturelles, cette région était essentiellement rurale et peu développée, pauvre et en proie à la dégradation de l'environnement. Le revenu par habitant était l'un des plus faibles des États-Unis; peu de gens avaient l'eau courante ou l'électricité et l'insalubrité était responsable de certains des taux de morbidité et de mortalité infantile les plus élevés du pays. Dans certaines zones proches de la Tennessee, une personne sur trois avait le paludisme. Les taux d'analphabétisme étaient élevés et la qualité de l'éducation laissait à désirer. La gravité des problèmes d'érosion et de déboisement et l'épuisement des mines mettaient en évidence la dégradation de l'environnement. Qui plus est, le potentiel de navigation de la Tennessee demeurait inexploité en raison de la présence de hauts fonds dangereux, tandis que la violence des pluies et les fortes pentes exposaient de nombreuses zones de la région à de graves inondations à répétition. La population de la vallée de la Tennessee

Encadré IV.1 (suite)

était prisonnière d'un cycle de pauvreté. La base de ressources naturelles de l'économie s'était détériorée, ce qui avait débouché sur une généralisation de la pauvreté et contribué encore davantage à l'utilisation excessive des ressources de la région. Les problèmes sociaux de la vallée ne pouvaient être réglés que par une amélioration de l'économie, qui dépendrait d'une base de ressources saine, s'agissant notamment des terres, de l'eau et des forêts.

Alors que la Grande Dépression des années 30 s'aggravait et que la situation était de plus en plus mauvaise dans la vallée de la Tennessee, Roosevelt a voulu élaborer un programme novateur qui revitaliserait l'économie et redonnerait bon moral à la population. La création de la TVA a représenté une « expérience courageuse » destinée à réaliser le développement unifié d'un bassin hydrographique. La maîtrise des crues, la navigation et la production d'électricité n'étaient pas des fins en elles-mêmes, mais des moyens de dynamiser le développement social et économique.

La vitalité de la TVA en tant qu'institution a été renforcée par l'impact tangible et pour l'essentiel positif qu'elle a exercé de bonne heure sur la vie de la population de la vallée de la Tennessee. Pendant sa première année d'existence, l'agence a lancé deux grands projets de construction de barrages. Au cours des 12 années suivantes, stimulés par la nécessité de soutenir l'effort de guerre, les progrès accomplis ont été remarquables : le chenal navigable sur la Tennessee a été achevé; 26 barrages ont été incorporés dans le système de maîtrise des eaux de la TVA; et cette dernière est devenue le plus important producteur d'électricité des États-Unis. De plus, les niveaux de production agricole ont triplé grâce à la réduction de l'érosion des sols, à l'amélioration des méthodes de culture et à l'adoption des engrais. La réinstallation de la population concernée par la construction des barrages a bien suscité quelques controverses, mais les habitants de la vallée ont pu se remettre au travail et le niveau de vie général s'est amélioré. La TVA a obtenu l'appui de la population et des administrations locales et s'est taillé une réputation à l'échelle du pays tout entier pour ce qu'elle a accompli dans les domaines des ressources en eau, de la gestion des terres, de la foresterie, de l'agriculture et de la production d'énergie.

Sources : Bateman, Ros et Taylor (2008), et Miller et Reindinger (1998).

Un État développementaliste peut promouvoir les objectifs d'une croissance à long terme et d'une évolution structurelle en augmentant l'apport de ressources à investir et en socialisant le risque à long terme

Dans la plupart des cas, un État développementaliste a contribué à promouvoir les objectifs d'une croissance à long terme et d'une évolution structurelle en augmentant l'apport de ressources à investir et en socialisant le risque lié à l'investissement à long terme. L'accumulation parrainée par l'État impliquait, tout à la fois, un effort coordonné de transfert de ressources vers les activités de forte productivité, la mise à disposition de moyens de crédit prévisibles et économiquement abordables dans le cadre d'un système financier administré, et des politiques macroéconomiques propices à l'investissement, ainsi que des investissements publics directs dans certains secteurs clés (Kohli, 2004). Les pays de l'Asie de l'Est ont souvent été présentés comme des incarnations de l'État développementaliste (bien qu'ils l'aient incarné de bien des façons différentes), mais il en existe beaucoup d'autres exemples (voir encadré IV.1¹).

Une approche du problème du climat fondée sur l'investissement prend forme dans un certain nombre de pays développés et de pays en développement, des investissements verts étant incorporés dans les programmes de relance visant à créer des emplois pour faire face à une grave récession économique et à réorienter les ressources vers les « emplois verts » (voir encadré I.4).

¹ Il n'existe pas de définition simple de l'État développementaliste. Pour une analyse utile des rôles différents de l'État dans le processus de développement, voir Cypher et Dietz (2004), chap. 7. Ils relèvent (ibid., p. 228) que les « États développementalistes... endossent à leur guise plusieurs rôles, en fonction des besoins et des exigences de la société en général et des besoins particuliers des différents secteurs de l'économie. L'autonomie permet à l'État développementaliste de changer de rôle dans des secteurs spécifiques, en fonction des circonstances ». (Voir également Chang et Rowthorn, 1995; Kozul-Wright et Rayment, 2007, pp. 243-252; et Banque mondiale, 1993.)

Toutefois, dans le monde en développement, les ajustements associés à la transition vers une voie de développement peu génératrice d'émissions sont appelés à être beaucoup plus importants et à constituer, en fait, une nouvelle révolution industrielle. Ce par quoi cette révolution du XXI^e siècle peut et doit être foncièrement différente de celles qui l'ont précédée et le sera presque à coup sûr sera son utilisation hautement efficace de sources d'énergie peu génératrices d'émissions et, le moment venu, n'émettant pas de carbone. Il importe de considérer ces investissements dans l'atténuation dans le cadre plus général d'une transition vers une nouvelle démarche d'investissement mettant en jeu un grand nombre de secteurs et de régions et visant à alléger le carcan que le climat impose à la croissance mondiale. Des investissements connexes seront nécessaires pour accroître la productivité agricole, améliorer la gestion des forêts, fiabiliser les approvisionnements en eau, améliorer l'efficacité du système de transports et développer les emplois verts.

Dans le monde en développement, les ajustements associés à la transition vers une voie de développement peu génératrice d'émissions sont appelés à constituer une nouvelle révolution industrielle

De l'apprentissage technologique au bond technologique

La croissance économique dépend de la rapidité du rythme de l'accumulation d'investissements, mais elle est pérennisée par des changements structurels et technologiques permanents qui soutiennent la productivité et la croissance du revenu. En l'absence d'innovation et d'apprentissage, l'économie devient tributaire de méthodes de production qui mettent en œuvre des techniques moins avancées et elle n'opère pas sa diversification vers des activités plus dynamiques. Étant donné que l'amélioration des connaissances technologiques se matérialise souvent sous la forme de biens d'équipement, la rapidité du rythme de formation du capital et le progrès technologique sont souvent fortement complémentaires (Salter, 1969²). Une politique macroéconomique favorable à l'investissement est donc nécessaire pour renforcer le développement technologique (Nations Unies, 2006). Cela étant, la tendance des entreprises privées à ne pas investir suffisamment dans la connaissance et l'innovation technologiques est un fait bien établi, ce qui fait courir aux pays le risque de pérenniser une voie de croissance plus faible. S'agissant des pays qui ne se situent pas encore aux avant-postes de la technologie, le rattrapage a impliqué un soutien très actif au renforcement des capacités technologiques, notamment par l'importation de technologies étrangères et l'acquisition des connaissances permettant de les utiliser de la façon la plus efficace³.

En l'absence d'innovation et d'apprentissage, l'économie devient tributaire de méthodes de production qui mettent en œuvre des techniques moins avancées et elle n'opère pas sa diversification vers des activités plus dynamiques

Étant donné que les principales innovations impliquent l'évolution parallèle des technologies et des institutions qui les soutiennent, on relève une tendance à favoriser les technologies en place (« pérennisation »), ce qui rend difficile aux technologies nouvelles de s'imposer (« exclusion »). L'élimination des obstacles réglementaires et institutionnels qui favorisent généralement les technologies en place ou la réforme des cadres réglementaires et institution-

² Les complémentarités entre le progrès technologique et l'accumulation du capital dans le cas de la forte croissance de la productivité aux États-Unis ont été relevées par Baumol, Batey Blackman et Wolff (1991), p. 164 :

(M)ême si l'innovation technologique est la vedette incontestée dans ce scénario (ce qui n'est nullement acquis), il est très probable qu'une accumulation importante de capital aurait été nécessaire pour donner une application concrète aux inventions et pour généraliser cette application. Si, d'autre part, l'épargne et l'investissement jouent en eux-mêmes un rôle essentiel, il devient d'autant plus important d'étudier la nature de ce rôle, en considérant que, du fait des inévitables interactions entre les taux d'innovation et l'investissement, toute tentative faite pour les séparer peut s'avérer artificielle sinon, en définitive, impossible.

³ Les économistes ont mis en exergue l'apprentissage par la pratique et par l'usage (Rosenberg, 1982).

nels en cause vise à offrir des chances égales aux nouvelles technologies. Un État développementiste peut fournir un appui direct en éliminant les obstacles et en facilitant l'arrivée d'une nouvelle technologie par le biais des marchés publics et de l'utilisation de subventions; et il peut également fournir un appui temporaire à ceux auxquels la réorientation des activités porte préjudice.

L'appui de l'État à l'enseignement supérieur, la R-D et D financée par l'État et la recherche subventionnée entreprise par le secteur privé, ainsi que la formation dispensée par les entreprises, sont des instruments qui ont été largement utilisés. Depuis quelques années, ces activités s'orientent vers la création d'un système national de l'innovation, prévoyant notamment un net renforcement de la collaboration entre les institutions publiques et privées aux fins de la promotion du développement technologique; toutefois, on a recensé dans nombre de pays en développement de sérieux obstacles financiers et institutionnels à la mise en place d'un tel système (Nelson, 2007; Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement, 2007).

Dans la mesure où les technologies moins polluantes et la diversification joueront un rôle déterminant s'agissant d'ouvrir une nouvelle voie de croissance peu génératrice d'émissions, il s'impose d'engager un processus d'innovation et d'apprentissage et d'accélérer le rythme de la formation du capital. Vu l'ampleur du problème, ce processus devra impliquer les secteurs traditionnels tels que l'agriculture et la foresterie (encadré IV.2), et les secteurs plus avancés liés aux problèmes d'atténuation. De plus, cette transformation prendra appui sur les technologies de la précédente révolution, à savoir les technologies de l'information et des communications, qui disposent d'un potentiel considérable en matière d'appui à la production, à la distribution et à la consommation intelligentes et efficaces de l'énergie sous toutes ses formes, potentiel qui est loin d'être épuisé. De surcroît, ces technologies offrent en matière d'organisation, de gestion, de commercialisation et de recherche des capacités qui seront particulièrement utiles pour favoriser la croissance de la productivité et l'ouverture de nouveaux marchés. Pour autant que l'histoire permette d'en juger, on ne peut guère attendre des seules forces du marché qu'elles procèdent aux ajustements nécessaires.

Dans le domaine de l'exploitation durable de l'énergie, on relève avec intérêt le principe du bond technologique en matière d'exploitation de l'énergie (voir Gallagher, 2006), selon lequel les pays en développement peuvent éviter le mode de développement économique et énergétique à forte intensité de ressources en passant directement aux technologies les plus évoluées qui sont disponibles, au lieu de reprendre le chemin de l'exploitation énergétique classique emprunté par les pays aujourd'hui industrialisés. Ce principe se base sur le fait que si les technologies avancées et moins polluantes existent, elles peuvent être transférées aux pays en développement et leur emploi peut y être généralisé. Le principe du bond technologique a gagné du terrain parmi les décideurs, les spécialistes et les observateurs, voire, dans une certaine mesure, dans le secteur privé (voir, par exemple, Goldemberg, 1998; Unruh, 2000; et Murphy, 2001).

Le bond technologique concerne à la fois les nouvelles méthodes de fabrication et les nouveaux produits. Souvent, on relève une synergie entre les deux, de même qu'entre les sources d'énergie renouvelables et les produits à haut rendement énergétique. Par exemple, si l'on passe aux ampoules fluorescentes compactes, il devient rentable de fournir de l'électricité produite à partir d'un panneau photovoltaïque solaire. Le système d'éclairage qui en découle est nettement plus satisfaisant que les autres solutions inefficaces que sont les bougies, le kérosène ou l'utilisation combinée des ampoules à incandescence et d'un réseau électrique existant peu fiable (Goldemberg, 1998).

Dans la mesure où les technologies moins polluantes et la diversification joueront un rôle déterminant s'agissant d'ouvrir une nouvelle voie de croissance peu génératrice d'émissions, il s'impose d'engager un processus d'innovation et d'apprentissage et d'accélérer le rythme de la formation du capital

Les pays en développement pourraient éviter le mode de développement économique et énergétique à forte intensité de ressources en passant directement aux technologies les plus évoluées qui sont disponibles

Encadré IV.2

Renforcement des capacités au service d'une foresterie durable

Depuis quelques années, on s'emploie à incorporer le déboisement évité et la foresterie durable dans les accords internationaux relatifs à l'atténuation du changement climatique (à lui seul, le déboisement représente environ 17 % des émissions mondiales de CO₂). Toutefois, l'incorporation de ces activités dans la comptabilisation des émissions requiert la mise au point de méthodes de suivi, d'évaluation et de vérification des émissions évitées. Le renforcement des capacités doit englober la capacité de formuler des politiques et de gérer et de suivre des projets.

Il importe de prévoir des mécanismes et une capacité institutionnelle pour garantir une participation efficace à la planification et à l'exécution des programmes. Contrairement à ce que l'on affirme souvent, la réduction du déboisement et de la dégradation des forêts ne débouche pas automatiquement sur le développement durable au sens large. Les avantages devant découler du développement durable doivent être pris en considération lors de la phase de planification et de la phase de développement des projets, ainsi qu'au moment de l'élaboration des cadres et dispositifs de politique générale. À défaut, on court le risque de voir les initiatives REDD procurer des avantages sous forme d'absorption de carbone aux dépens des communautés locales et autochtones.

L'établissement de procédures de conception et de suivi des projets de foresterie relatifs au piégeage du carbone, qui sont souvent complexes et font appel à des connaissances approfondies, et de communication d'informations concernant ces projets constitue un moyen d'atténuer les risques de dégagement de carbone, de non-permanence et d'incertitude. Un vaste effort de renforcement des capacités doit être accompli si l'on veut que les pays en développement puissent concevoir et exécuter avec succès des projets de ce type. Si l'on s'en tient à l'approche ex-post devenue classique consistant à verser après coup, à la livraison, des crédits carbone, on risque d'empêcher la mise en œuvre des mesures préalables de renforcement des capacités qui sont pourtant nécessaires et de porter atteinte à la permanence et à la qualité des projets de foresterie, qui requièrent généralement d'importants investissements au cours des phases de planification et d'exécution.

Concrètement, il faut s'attendre à ce que l'exécution sur une grande échelle de projets de réduction des émissions causées par le déboisement et la dégradation des forêts (REDD) nécessite une formation à des techniques telles que la cartographie assistée par un système d'information géographique (SIG), la mise en œuvre de la technologie du système mondial de localisation (GPS) et la télédétection. Les initiatives REDD visant à procurer simultanément des avantages en matière de développement reposeront sur un renforcement considérable des capacités locales dans les domaines de la gestion durable des forêts, de l'agroforesterie, de l'exploitation forestière durable et de nouvelles activités productrices de recettes de remplacement.

À l'échelon national, il faudra fournir une assistance en ce qui concerne l'établissement de scénarios de référence en matière de déboisement et la mise en place de systèmes nationaux de suivi, d'évaluation et de vérification des émissions (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 2008). Nombre de pays en développement auront également besoin d'une assistance en vue de renforcer leur capacité institutionnelle en matière de planification, de création de cadres de politique générale et d'application des politiques et des législations. Les pays ont besoin de mettre en place un cadre réglementaire pour garantir non seulement les avantages à tirer des activités d'atténuation du changement climatique, mais aussi une mise en œuvre des méthodes REDD et de la foresterie durable qui soit équitable et ne porte pas atteinte aux moyens de subsistance des communautés locales et autochtones.

Toutefois, s'il peut permettre de réaliser d'importantes économies à long terme, le passage direct à ces nouvelles technologies énergétiques se heurte à des obstacles de taille. Ceux-ci peuvent se rencontrer du côté de l'offre, du fait, par exemple, des difficultés d'accès à la technologie requise, soit qu'elles se manifestent au niveau de l'importation de la technologie de l'étranger, comme c'est le cas pour la plupart des pays en développement (voir chap. V), soit qu'elles proviennent de l'absence de l'expertise technologique requise pour lier la technologie en question à la situation locale. Les obstacles peuvent également exister du

S'il peut permettre de réaliser d'importantes économies à long terme, le passage direct aux nouvelles technologies énergétiques se heurte à des obstacles de taille

Il ne faut pas minimiser la nécessité d'un développement important des capacités d'adaptation dans la plupart des pays

côté de la demande, si l'étroitesse du marché s'oppose aux économies d'échelle et à une rapide diminution des coûts permettant aux nouvelles technologies de devenir compétitives sur le marché local dans des délais raisonnables. Les gouvernements ont donc un rôle à jouer, y compris au niveau local, pour ce qui est de créer des débouchés pour les nouvelles technologies, par exemple en accordant des prêts économiques aux ménages et aux entreprises, en fournissant des informations sur les nouvelles technologies, etc.

Pourtant, comme on l'a noté au chapitre II, il ne faut pas minimiser la nécessité d'un développement important des capacités d'adaptation dans la plupart des pays. Pour pouvoir tirer parti de ces possibilités, il faudra investir dans des instituts de formation et des écoles et rendre plus accessible l'éducation de base, prélude à toute formation, et développer la formation professionnelle et technique (Programme des Nations Unies pour l'environnement, Organisation internationale du Travail *et al.*, 2008).

La formation de type « matériel », c'est-à-dire celle qui vise à faire acquérir les techniques de base, peut être plus importante pour les pays les moins avancés, qui doivent atteindre le seuil à partir duquel ils disposeront de la main-d'œuvre qualifiée nécessaire pour absorber la technologie, tandis que les pays en développement à revenu supérieur pourront avoir davantage besoin de faire acquérir à leur population des techniques de type « logiciel », notamment en matière de promotion commerciale et de travail en réseau (Nations Unies, Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, 2003). Pour les petits pays, comme les petits États insulaires en développement, la coopération régionale peut jouer un rôle déterminant s'agissant de réaliser des économies d'échelle en matière de renforcement des capacités. Par ailleurs, les technologies de l'information ouvrent de nouvelles perspectives à la formation à distance.

Gestion de la destruction créatrice

L'État développementiste présente un projet d'avenir cohérent et gère les difficultés entraînées par le changement

Le développement est un processus permanent d'ajustement et de transformation. Dans le système économique, les changements supposent que des innovations soient apportées au cadre de mesures d'incitation et de réglementation afin que les ajustements se fassent sans heurts. Ils exigent également que des institutions soient créées aux fins de consultation, de débat et de participation pour faire en sorte que les personnes pénalisées par ces changements ne perturbent pas le processus. La capacité de l'État développementiste de présenter un projet d'avenir cohérent et de gérer les difficultés entraînées par le changement, s'agissant notamment de venir à bout des intérêts catégoriels et en aide aux laissés-pour-compte, est l'une des clés du succès des expériences en matière de développement (Evans, 1995).

Pour régler le problème du climat, il faudra procéder à des ajustements importants, notamment en cessant graduellement de recourir aux technologies polluantes. En particulier, il s'imposera non seulement de trouver des systèmes énergétiques pouvant remplacer les systèmes anciens auxquels il s'agira de renoncer, notamment en leur substituant des sources d'énergie renouvelables dans nombre de pays, mais aussi d'éviter de construire de nouvelles usines qui rendent des industries et des pays tributaires de technologies à niveaux d'émissions élevés pendant des années, en raison de dépenses potentiellement irrécupérables élevées⁴. La gestion de ces ajustements sera déterminante pour réaliser une transition sans heurts vers une voie de développement peu génératrice d'émissions et à forte croissance.

⁴ Les individus aussi peuvent être rendus tributaires de biens de consommation durables à forte intensité de carbone.

L'échelle de l'ajustement nécessaire représente un changement non marginal qui ne semble pas pouvoir être produit par le seul jeu des forces du marché. De fait, les technologies anciennes restent moins onéreuses et nous pouvons nous attendre à ce que leurs prix demeurent bas aussi loin qu'on puisse prévoir, même si des accords internationaux visant à régler ce problème sont mis en application aussi vite que cela est politiquement possible. Surtout, ces technologies anciennes sont faciles à obtenir aux fins de reproduction et d'installation. Certaines technologies vertes sont déjà rentables, mais d'autres restent onéreuses et d'autres encore attendent d'être développées.

Les gouvernements peuvent fondamentalement orienter la demande d'énergie par le biais de l'utilisation du sol, de l'urbanisme et de l'aménagement régional, c'est-à-dire en organisant soigneusement l'espace nécessaire à différents types d'activités économiques, de façon à réduire au minimum la demande d'énergie, à maximiser les possibilités de cogénération et à permettre le développement efficace des réseaux de transports en commun et des formes de transports non motorisées.

On voit que, pour faire face au changement climatique, il faut prendre des mesures vigoureuses d'incitation législatives et réglementaires pour éviter que des acteurs ne soient directement ou indirectement relégués au second plan par les solutions à forte intensité de carbone ou rendus tributaires de ces solutions. Cela suppose une coordination assez poussée entre les différentes sphères de gouvernement. Cela signifie également qu'une stratégie de développement intégrée doit incorporer une conception de l'énergie et de l'intensité énergétique de la structure de production, un projet d'aménagement et de transports urbains, et une conception de l'utilisation des ressources naturelles et de l'intensité d'utilisation des ressources naturelles dans la production. Cette stratégie intégrée peut être lancée de concert par un État développementiste et le secteur privé en vue de générer une forte poussée qui augmente l'échelle de l'activité économique, éliminant ainsi le piège de la pauvreté qui pénalise nombre de pays pauvres, ainsi que de nombreuses régions de pays en développement par ailleurs prospères.

Les problèmes de la diversification

Comme indiqué au chapitre précédent, l'adaptation aux chocs inévitables entraînés par le réchauffement climatique est le principal problème de politique générale d'un grand nombre de pays en développement. Ce chapitre a examiné certaines des solutions les plus indiquées pour régler ce problème, notamment celle d'une approche plus intégrée des questions d'adaptation et d'atténuation.

C'est le type de solutions dont a besoin l'agriculture, qui est, dans nombre de pays en développement, l'un des secteurs les plus sensibles aux effets du climat. Les connaissances à mettre en œuvre à cet égard engloberont les nouvelles technologies, telles que les méthodes d'irrigation durable et la sélection et la diversification des plantes cultivées. Il importe d'adopter une approche proactive afin de prévenir les pertes de production et une nouvelle aggravation de la crise alimentaire et de la pauvreté dans les zones rurales, en particulier en Afrique⁵.

À l'heure actuelle, toutefois, l'agriculture est la principale source d'émission d'oxydes d'azote et de méthane (deux types de substances à potentiel de réchauffement global élevé)

Faire face au changement climatique suppose une coordination assez poussée entre les différentes sphères de gouvernement

L'adaptation aux chocs inévitables entraînés par le réchauffement climatique est le principal problème de politique générale d'un grand nombre de pays en développement

L'agriculture est un domaine dans lequel il est possible de réaliser des réductions d'émissions à un coût relativement peu élevé

⁵ Au sujet de la nécessité d'une révolution verte en Afrique liée au problème du climat, voir Sachs (2008).

et représente environ 14 % des émissions mondiales de GES (part assez comparable à celle des secteurs du transport routier et de la foresterie) [McKinsey & Company, 2009]. D'un autre côté, l'agriculture est un domaine dans lequel il est possible de réaliser des réductions d'émissions à un coût relativement peu élevé (Enkvist, Naulé et Rosander, 2007). En matière d'atténuation, l'agriculture a un fort potentiel; selon une estimation, d'ici à 2030, les émissions agricoles pourraient, si le statu quo était maintenu, être réduites de plus de moitié grâce à l'application d'un ensemble de mesures de réduction permettant d'obtenir des réductions d'un coût inférieur à 10 dollars la tonne d'équivalent CO₂ (tCO₂e), un grand nombre de ces mesures ayant des coûts négatifs du fait de gains de productivité (ibid.). Les mesures à faible coût sont notamment l'amélioration de la qualité des sols (par exemple, la restauration des terres dégradées) et de la gestion des terres de culture et de pacage (par exemple, la réduction de l'utilisation des engrais, la réduction des labours et l'élimination du brûlage des résidus agricoles dans les champs) [Bellarby *et al.*, 2008]. On voit que l'agriculture durable peut réaliser les objectifs de l'atténuation du changement climatique aussi bien que les objectifs du Millénaire pour le développement. Toutefois, pour exploiter ce potentiel d'atténuation et de piégeage du carbone, il faudra mettre en place des programmes de renforcement des capacités, assortis d'investissements dans la formation technique, des services de vulgarisation et des programmes de partage des bonnes pratiques.

La production durable de biocarburants à partir de la biomasse peut être un moyen important d'atténuer les effets du changement climatique et de générer des revenus dans le secteur agricole

À l'instar de l'amélioration de la gestion des terres et des pratiques agricoles, la production durable de biocarburants à partir de la biomasse est un moyen important d'atténuer les effets du changement climatique et de générer des revenus dans le secteur agricole. Toutefois, cette option nécessitera de nouvelles recherches sur les méthodes de production durable et l'impact de la production de biocarburants sur la production alimentaire, ainsi qu'une formation approfondie pour les agriculteurs et les travailleurs agricoles. Si elle se réalise, la croissance de l'industrie des biocarburants requerra non seulement une abondante main-d'œuvre non qualifiée, mais aussi une main-d'œuvre qualifiée (Peskett *et al.*, 2007). Il importe donc de prévoir des moyens d'acquérir les compétences techniques et en gestion nécessaires aux nouvelles industries de production de biocarburants, notamment les compétences requises pour le fonctionnement et l'entretien des usines à biocarburants.

Les pays et communautés du monde développé ont déjà pris des dispositions en matière d'investissements importants, de gestion de l'information et d'actions collectives pour se prémunir contre les chocs climatiques. Pour nombre de pays en développement, en revanche, le problème de l'adaptation reste foncièrement lié à la nécessité de diversifier leur économie de façon à pouvoir ne plus être tributaires d'un petit nombre d'activités, en particulier les activités du secteur primaire qui sont sensibles aux chocs et aux changements climatiques, et se tourner vers de nouvelles sources d'énergie et des secteurs qui soient moins gourmands en énergie (voir encadré IV.3).

La stratégie appropriée ne peut être que spécifique à la situation du pays considéré. Elle dépend, entre autres facteurs, du niveau de développement, des capacités technologiques, de la taille de l'économie, de la base de ressources naturelles, des capacités gouvernementales et des relations instaurées entre l'État et les milieux d'affaires. Elle met en jeu non seulement la production industrielle, mais aussi une exploitation viable des possibilités offertes par la dotation en ressources du pays considéré et le développement de services modernes.

Il n'existe pas de solution uniforme au problème du développement. C'est encore plus vrai quand ce problème conjugué ses effets avec ceux du problème du climat

Le renouveau de la politique industrielle

À la suite d'une période au cours de laquelle les options à la disposition de nombre de pays en développement se limitaient à un petit groupe de mesures universelles en harmonie avec

Diversification du système de production en Afrique du Sud

Encadré IV.3

Le faible coût de l'électricité a toujours été considéré comme indispensable à la compétitivité de l'Afrique du Sud. L'utilisation du charbon bon marché et abondant dans le panier énergétique primaire a fourni de l'électricité à un coût relativement bas, sans inciter à améliorer le rendement énergétique. Le développement industriel a été pour une large part organisé autour de secteurs gros consommateurs d'énergie. Ces secteurs étant sensibles à l'évolution des prix de l'énergie, il faudra leur accorder une attention particulière dans le cadre de la transition à une économie peu génératrice d'émissions. Le Gouvernement actuel a fait siens les objectifs du développement durable, mais le pays continue de favoriser les investissements dans les secteurs d'activité gourmands en énergie. Ces secteurs restent une source importante d'emplois, d'investissements et de revenus.

Le maintien de cette approche est très risqué, car l'économie pourrait se retrouver tributaire de secteurs gros consommateurs d'énergie, alors que des pressions environnementales, économiques et sociales pourraient orienter l'Afrique du Sud dans la direction opposée. Les importants investissements réalisés dans ces secteurs dans les années 90 ont eu précisément cet effet; en fait, plusieurs nouveaux mégaprojets (dont une nouvelle fonderie d'aluminium) sont en cours de planification.

Il importe de définir une politique industrielle active qui cible des secteurs qui soient moins gourmands en énergie et permettent à l'économie sud-africaine de se diversifier, d'abandonner le complexe minéralo-énergétique du pays et de passer à la production de biens d'équipement et de biens intermédiaires. Cela représenterait bel et bien une réorientation majeure, dont la mise en œuvre pourrait s'étaler sur plusieurs décennies. Toutefois, étant donné l'effet de pérennisation, les décisions prises aujourd'hui seront déterminantes s'agissant de modifier la trajectoire du développement énergétique de l'Afrique du Sud. Cette modification de trajectoire nécessite une perspective à long terme, mais également un infléchissement de la politique dans l'avenir immédiat.

Les hommes politiques s'accordent à penser que, dans le cadre de la politique climatique de l'Afrique du Sud, les émissions devront atteindre une crête et se stabiliser avant de décliner. La stratégie à court terme la plus efficace et économiquement abordable de réduction des émissions de GES est un programme d'amélioration du rendement énergétique. De multiples études montrent que l'on peut ainsi réaliser des économies importantes sans qu'il en coûte quoi que ce soit à l'économie et que l'on peut souvent en tirer des avantages importants. Une autre stratégie consisterait à modifier le panier de combustibles, notamment en diminuant la part du charbon dans l'approvisionnement énergétique primaire total, qui est actuellement de 75 %. À moyen terme, le système énergétique pourrait faire une place moins importante au charbon et faire appel à des sources d'énergie à émission nulle de carbone, telles que le gaz naturel, l'hydroélectricité (importée de la région) et les technologies thermiques solaires. Combinées, ces mesures peuvent diminuer sensiblement les émissions de GES par rapport au développement reposant sur le statu quo; mais il faudra prendre d'autres mesures de réduction des émissions en poussant plus loin l'exécution des programmes susvisés, éventuellement avec un concours financier international.

Les options de l'Afrique du Sud en matière d'énergies renouvelables ont été étudiées dans l'optique à la fois des technologies de production d'électricité tirée de sources renouvelables (qui regroupent la biomasse, les technologies thermiques solaires et l'énergie éolienne) et de l'industrie des biocarburants. L'objectif en matière d'électricité est conforme à l'objectif que l'État s'est fixé, à savoir produire 10 000 gigawattheures (GWh) d'électricité d'ici à 2014, mais le Gouvernement estime actuellement que cet objectif sera en fin de compte atteint pour les trois quarts grâce aux biocarburants. L'investissement dans des technologies à plus forte intensité de main-d'œuvre telles que les énergies renouvelables créerait davantage d'« emplois verts ». D'autres interventions plus ambitieuses en matière d'énergies renouvelables sont possibles, en particulier celle qui concerne l'exploitation systématique des technologies basées sur l'énergie solaire, l'Afrique du Sud possédant d'excellentes ressources solaires, mais là encore, tout dépendrait du prix de l'électricité. Selon les données dont on dispose actuellement, le chauffage solaire de l'eau (pour des applications domestiques, commerciales et, éventuellement, industrielles) est économiquement viable, même compte tenu des prix bas actuellement pratiqués. L'exploitation du potentiel

Encadré IV.3 (suite)

de l'énergie solaire de l'Afrique du Sud nécessiterait probablement un vaste projet de recherche parrainé par l'État et un programme d'investissements analogue au programme relatif aux combustibles de synthèse des années 60 et 70. Parmi les autres options du côté de l'offre qui doivent faire l'objet de recherches supplémentaires, on peut citer les nouvelles technologies basées sur le charbon et les technologies basées sur le charbon non classiques, telles que la combustion sur lit fluidisé, ainsi que le captage et le stockage du carbone associés à la gazéification du charbon. On ne dispose actuellement pas d'estimations fiables du coût de ces programmes, compte tenu surtout de l'inexistence de puits de pétrole ou de gaz en Afrique du Sud, ce qui est un facteur de complications techniques important en ce qui concerne le stockage du CO₂. Comme indiqué plus haut, il est également prévu d'implanter une industrie des biocarburants en Afrique du Sud, mais à une échelle relativement réduite, qui ne permettrait de remplacer qu'environ 8 % des combustibles liquides classiques d'ici à 2025, limite basée sur les facteurs de prix et de disponibilités en terres arables et en eau.

Pour pouvoir réaliser la transformation souhaitée, il convient d'envisager cinq éléments possibles. Le premier est l'ajustement des mesures officielles d'incitation (notamment les programmes d'incitations industrielles et les dispenses spéciales en matière de tarifs d'électricité peu élevés), de façon à ne pas attirer d'autres investissements dans des secteurs gourmands en énergie à des conditions qui limiteraient sérieusement les options futures en matière d'atténuation, et à faire bénéficier de ces incitations les secteurs moins gourmands en énergie. En deuxième lieu, l'Afrique du Sud pourrait axer ses efforts d'atténuation sur les secteurs de l'économie peu gourmands en énergie, en partant du principe que leur compétitivité internationale en souffrirait moins. En troisième lieu, il est urgent de traiter le problème posé par les industries grosses consommatrices d'énergie en s'employant simultanément à revoir le cadre politique existant, à promouvoir des objectifs spécifiques en matière d'intensité énergétique, à mener des négociations internationales concernant le meilleur lieu d'implantation de ces industries et à diversifier les activités au sein des secteurs concernés. Le quatrième élément est l'utilisation des instruments économiques, tels que les taxes carbone ou les systèmes nationaux d'échange de quotas d'émissions, dont les secteurs gourmands en énergie ressentiraient probablement les effets avec le plus de force. En cinquième lieu, la politique industrielle et la stratégie d'investissement pourraient être réorientées vers les secteurs de l'économie moins gourmands en énergie et à niveaux d'émissions moins élevés. Ces stratégies auraient pour objectif de protéger l'avantage concurrentiel de l'Afrique du Sud à court et à moyen termes, tout en créant d'autres avantages concurrentiels à long terme.

Source : Winkler et Marquand (2009).

Il faudra pouvoir compter sur une fonction publique et des institutions publiques plus solides et plus fiables, de façon à pouvoir élaborer des stratégies relatives au climat et au développement plus intégrées et mettre en œuvre des politiques spécifiques

le marché, on s'avise de plus en plus qu'il n'existe pas de solution uniforme au problème du développement. C'est encore plus vrai quand ce problème conjugue ses effets avec ceux du problème du climat. L'action de démantèlement de l'État entreprise depuis quelques années a gravement affaibli la capacité du secteur public dans certains pays et laissé un vide institutionnel qu'il est assez urgent de combler. Toutefois, on surévalue souvent le niveau initial de capacité institutionnelle nécessaire pour commencer à lever des investissements dans les pays pauvres (Sachs *et al.*, 2004).

Cela fait longtemps que les gouvernements améliorent l'efficacité du système de marché en remédiant aux défaillances du marché, en particulier dans le cas de marchés non concurrentiels, et accélèrent la croissance en fournissant les intrants manquants et en favorisant la collaboration entre les entreprises privées et le secteur public dans les domaines de l'investissement à long terme, de la recherche-développement, de l'éducation et de la formation, etc. Pourtant, le gouvernement n'est pas moins faillible que le marché, et l'imprévisibilité de son action peut constituer tout autant qu'une défaillance du marché un obstacle à l'investissement à long terme. La sécurisation des droits de propriété est l'un des éléments devant garantir cette prévisibilité. Toutefois, il faudra également pouvoir compter sur une fonction publique et des institutions publiques plus solides et plus fiables, de façon à pouvoir élaborer

des stratégies relatives au climat et au développement plus intégrées et mettre en œuvre des politiques spécifiques (Ahmad, 2009).

Étant donné que d'importants investissements initiaux seront nécessaires aux fins de l'atténuation comme de l'adaptation, l'accumulation organisée par l'État requerra une action coordonnée pour mobiliser les ressources nécessaires auprès de sources tant intérieures qu'extérieures et les affecter à des activités hautement productives et à haut rendement énergétique. Il est essentiel de réduire l'autonomie des marchés financiers jusqu'au point où des instruments de politique macroéconomique puissent être déployés à l'appui d'une mission de développement axée sur l'investissement productif, le changement structurel et une croissance rapide.

Les politiques budgétaire et monétaire doivent accorder la priorité à l'accroissement des dépenses publiques, notamment aux investissements dans les énergies renouvelables, les modes d'exploitation de l'énergie moins polluants, l'éducation, la santé et les infrastructures. Il s'agira également d'utiliser les crédits bonifiés, les garanties de crédit, les réductions d'impôt, les abattements pour amortissement accéléré, etc., pour augmenter les bénéfices des entreprises privées des secteurs que l'on souhaite favoriser. L'impact de ces politiques sera d'autant plus important que les banques commerciales rendront plus favorables les conditions d'emprunt aux fins de ces investissements. Toutefois, comme indiqué au chapitre VI, les banques de développement pourront avoir un rôle plus important à jouer dans certains pays.

Comme on l'a vu dans les chapitres précédents, il est probable que l'effort important d'investissement portera sur un nombre limité d'industries et de secteurs et consistera surtout, dans un premier temps, en investissements publics. De nombreux observateurs ont mis en garde contre la menace de voir l'investissement public évincer l'investissement privé. L'éviction se rapporte, à proprement parler, aux diverses circonstances dans lesquelles l'augmentation des dépenses publiques peut avoir un impact limité, voire négatif sur la production totale du fait de ses effets négatifs sur les éléments des dépenses privées qui sont sensibles aux taux d'intérêt. Aucune conclusion nette ne se dégage à cet égard ni de la théorie ni des données empiriques (Everhart et Sumlinski, 2001, tableau 2.2). Notre scénario d'effort important fait une très large place aux investissements privés (voir encadré IV.4 et chap. I).

Attirer les investissements privés dans une voie de développement peu génératrice d'émissions et à forte croissance

Encadré IV.4

Comme l'a montré l'analyse présentée au chapitre I, la simple continuation des modèles de croissance antérieurs ne permettra de générer ni une croissance forte et soutenue pour les pays en développement ni les économies d'énergie et les réductions d'émissions nécessaires pour éviter des conséquences potentiellement catastrophiques pour l'ensemble du monde. Pour réaliser un changement de cap vers une voie de développement de rattrapage peu génératrice d'émissions, des investissements publics initiaux importants sont nécessaires. Un gros effort d'investissements publics devrait, accompagné d'autres mesures, « attirer » les investissements privés qui sont également nécessaires pour réaliser le changement structurel souhaité. Toutefois, étant donné qu'il faudrait mobiliser un montant important de ressources publiques, il pourrait très bien arriver que les mesures prises incitent certains investisseurs privés à affecter leurs dépenses à la promotion

Encadré IV.4 (suite)

- a Dans le modèle, les dépenses publiques globales sont ajustées, mais, en liaison avec le deuxième élément de politique, elles peuvent être considérées comme ayant été affectées à la réalisation d'un meilleur rendement énergétique et à la production d'énergie peu génératrice d'émissions dans les pays développés et à un ensemble de projets d'investissements publics dans l'énergie à faible niveau d'émissions, l'adaptation et l'infrastructure de développement général dans les pays en développement. Les dimensions des incitations financières varient selon les besoins, les augmentations de dépenses étant plus importantes pour les pays pauvres, en particulier les pays les moins avancés, dont les déficits infrastructurels et les besoins d'adaptation sont plus importants.
- b Le frein est réglé de façon à induire une réduction de l'utilisation de l'énergie tirée des combustibles fossiles d'au moins 4 % par an.
- c On attend également du premier élément de politique (les investissements publics dans les infrastructures, l'énergie et le capital humain) qu'il appuie la capacité commerciale et la diversification de l'économie. En outre, le renforcement de la stabilité des prix des produits de base favoriserait les investissements à long terme dans la diversification. Dans le modèle, il est obtenu en mettant en application les ajustements de l'offre et de la demande prévus par les accords commerciaux internationaux.
- d On voudra bien noter que toutes les relations comportementales du modèle ont été évaluées par des moyens économétriques, ce qui a donné des valeurs de paramètres plausibles et capables de résister à un examen critique [voir Cripps, Izurieta et Vos (à paraître)].

de l'économie verte, tout en dissuadant les autres d'investir, dans la mesure où les taux d'intérêt pourraient augmenter et l'épargne disponible sur les marchés financiers pourrait être « évincée » par la demande de ressources du secteur public. La perspective d'une augmentation éventuellement importante de la dette publique pourrait encore entamer la confiance des investisseurs privés s'agissant d'effectuer des investissements à long terme.

Les modèles mondiaux existants utilisés pour l'analyse économique du changement climatique ne prennent généralement pas en compte ces aspects financiers. Ce qui est le plus difficile, c'est de modéliser correctement l'investissement et le comportement financier dans un contexte de grande incertitude et sur de longues périodes, comme le requiert l'analyse du changement climatique. Le modèle mondial de politique du DAES de l'ONU a été conçu pour analyser des interactions macroéconomiques mondiales, mais dans la mesure où il englobe la production et l'utilisation mondiales de différentes sources d'énergie, il contient les éléments nécessaires à l'analyse des implications financières mondiales d'une forte poussée énergétique et technologique destinée à faire face au changement climatique. Ce modèle prend en considération les moyens par lesquels un effort d'investissement public pourrait attirer l'investissement privé (à savoir la croissance et les incitations ciblées) et évincer les ressources privées (à savoir les taux d'intérêt et l'évolution de la confiance et des attentes des marchés, ainsi que l'évolution des niveaux de la dette publique, de l'inflation, de la valeur des actifs privés et d'autres variables financières).

La figure ci-après montre les résultats des simulations effectuées à l'aide du modèle mondial de politique dans le cadre d'un scénario comportant trois types d'ajustements de politiques : a) un ajustement pour lequel on se base sur l'hypothèse où les pays du monde augmentent leurs niveaux de dépenses publiques dans une proportion comprise entre 1 et 5 % du PIB^a; b) un ajustement où la demande d'énergie à niveaux d'émissions élevés est freinée (grâce, par exemple, à un mécanisme de plafonnement et d'échange), ce qui abaisse les niveaux d'émissions et augmente le rendement énergétique^b; et c) un ajustement où la résilience économique des pays en développement est renforcée en leur fournissant, en particulier aux plus pauvres d'entre eux, un accès intégral et en franchise de droits aux marchés des pays développés, ce qui débouche sur une plus grande diversification économique^c.

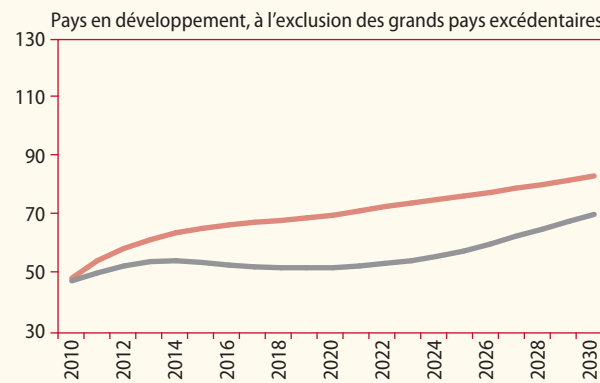
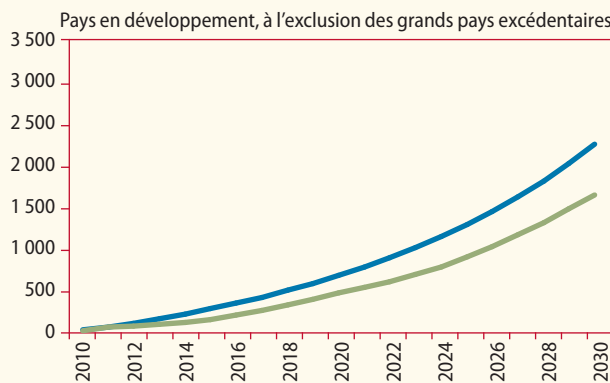
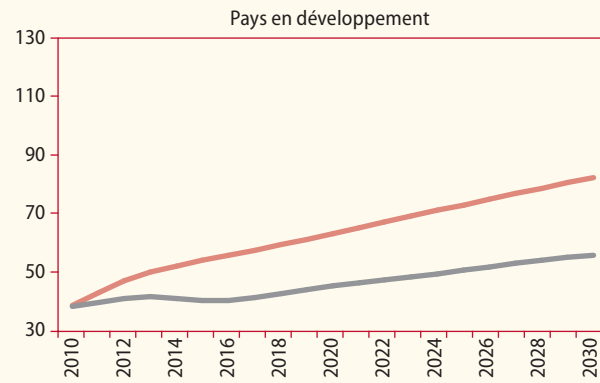
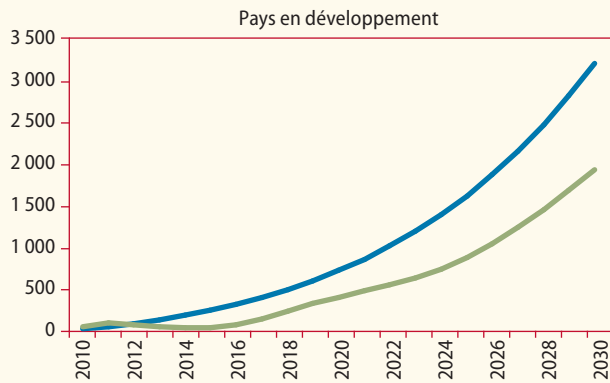
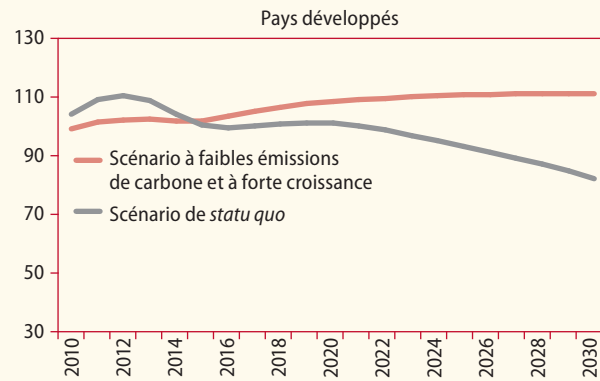
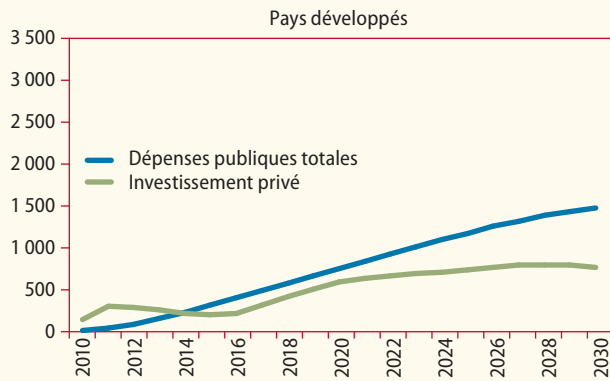
Les changements de politiques entraîneraient une accélération de la croissance (2,5 % par an dans les pays développés et 6 % par an dans les pays en développement), ce qui rendrait possible la croissance des revenus privés et des dépenses de consommation et encouragerait l'investissement privé. Selon les estimations des valeurs des paramètres du modèle^d, ces effets positifs de la stratégie reposant sur l'investissement public et devant mener à des économies à faibles niveaux d'émissions l'emportent sur les effets d'éviction par les moyens d'ordre financier. D'ici à 2030, le niveau de l'investissement privé serait entre 1 et 4 % supérieur à ce qu'il serait dans le cadre du scénario de statu quo. L'effet d'attraction serait plus net dans les pays les moins avancés, où les incitations financières sont les plus fortes. L'accroissement des revenus privés contribuerait également à augmenter l'assiette de l'impôt, mais pas suffisamment pour empêcher les ratios d'endettement public d'atteindre des niveaux relativement élevés. À plus long terme, l'endettement public se stabiliserait dans les pays développés, mais à des niveaux supérieurs à 100 % du PIB (voir ci-après les trois graphiques de droite), que nombre de gouvernements considèrent comme trop élevés. D'ici à 2030, l'endettement public des pays en développement aurait également augmenté dans des proportions importantes (de 26 % du PIB par rapport au scénario de référence). Se basant sur l'hypothèse d'une coordination internationale de ces stratégies, le modèle montre que, même à ces niveaux d'endettement public, le maintien de la croissance économique, des économies d'énergie et de la dynamique commerciale continuerait à attirer l'investissement privé. Néanmoins, la dette publique ne peut pas croître indéfiniment. Il faudra envisager de prendre des mesures complémentaires pour empêcher l'endettement public de devenir explosif. Pour les pays développés, elles devraient prendre la forme de nouveaux impôts (tels qu'une taxe carbone), tandis que les pays en développement pourraient avoir recours à la fois à des mesures budgétaires et à un appui financier non créateur de dette (par exemple, grâce à une relance par le biais d'investissements étrangers directs dans certains cas ou d'une aide étrangère dans le cas des pays les plus pauvres). On revient plus détail sur les diverses options de financement au chapitre VI.

Encadré IV.4 (suite)

Dépenses publiques, investissement privé et endettement public dans le cadre du scénario à faibles émissions de carbone et à forte croissance, pays développés et pays en développement, 2010-2030

A. Dépenses publiques et investissement privé
(en milliards de dollars constants de 2000, exprimés en parité de pouvoir d'achat)

B. Ratios d'endettement public
(en pourcentage du PIB)



Source : Département des affaires économiques et sociales du Secrétariat de l'ONU, basé sur des stimulations réalisées à partir du modèle mondial de politique.

^a À savoir la Chine, les principaux exportateurs de pétrole de l'Asie occidentale et les pays nouvellement industrialisés d'Asie de l'Est.

Contrairement à une idée très répandue, beaucoup de pays et, notamment, les plus avancés ont continué ces dernières années d'appliquer des politiques industrielles d'un type ou d'un autre

Nombre de pays en développement disposent de l'expérience et des instruments nécessaires pour orienter les politiques industrielles ou de production vers une forte poussée dans le domaine de l'énergie non polluante et vers la diversification à l'appui d'une plus grande résilience économique, et pour adapter ces politiques en fonction de ce double objectif

Il reste un vaste potentiel d'application de politiques industrielles cohérentes, en particulier si les pays ne cèdent plus aucune parcelle de leur marge de manœuvre politique en signant des accords bilatéraux ou en se conformant à des codes internationaux restrictifs

Les politiques macroéconomiques favorables à l'investissement ne sont pas suffisantes en elles-mêmes pour mettre en mouvement la transition vers une voie de développement peu génératrice d'émissions et à forte croissance, en particulier une voie dans laquelle l'investissement cible les industries présentant le plus fort potentiel s'agissant de progresser vers l'économie verte. Contrairement à une idée très répandue, beaucoup de pays et, notamment, les plus avancés ont continué ces dernières années d'appliquer des politiques industrielles d'un type ou d'un autre. Les politiques industrielles performantes ont certains éléments clés en commun : *a*) mesures d'incitation ciblées; *b*) réglementation; *c*) coordination des décisions d'investissement; *d*) mécanismes de contrôle. Ces éléments peuvent être appliqués à l'aide d'instruments divers, en fonction des caractéristiques propres au secteur et au pays considérés. Dans nombre de pays en développement, les mesures de ce type ont visé, d'une façon restrictive, à attirer les investissements étrangers directs (IED).

Il s'ensuit que nombre de pays en développement disposent de l'expérience et des instruments nécessaires pour orienter les politiques industrielles ou de production vers une forte poussée dans le domaine de l'énergie non polluante et vers la diversification à l'appui d'une plus grande résilience économique, et pour adapter ces politiques en fonction de ce double objectif. Le fait que certains pays aient mieux réussi que d'autres dans la mise en œuvre de ces politiques tient à divers facteurs. En particulier, la mise à disposition des subventions et des rentes que ces mesures créent inévitablement est subordonnée à l'amélioration des résultats obtenus, amélioration liée, par exemple, à la modernisation technologique, et cette mise à disposition est limitée dans le temps. Les enseignements comme ceux-ci devront assurément être absorbés à mesure que les politiques industrielles seront appliquées pour résoudre le problème du climat⁶.

Le tableau IV.1 présente certaines politiques axées sur des secteurs spécifiques, tels que l'énergie, les transports et les industries extractives. À l'heure actuelle, nombre de pays appliquent encore des politiques favorisant les secteurs à niveaux d'émissions élevés, tels que celui des hydrocarbures. Il conviendrait logiquement, mais ce n'est pas facile, de commencer par réorienter cet appui vers les sources d'énergie renouvelables et/ou moins polluantes.

Aujourd'hui, les pays en développement opèrent dans un environnement politique mondial qui est très différent de ce qu'il était il y a deux ou trois décennies⁷. En particulier, on a vu se dessiner une tendance à discipliner les politiques économiques nationales par le biais d'accords multilatéraux, régionaux ou bilatéraux. Les règles ainsi établies limitent la capacité des pays en développement de mener certains types de politique industrielle. Rodrik (2007) présente un résumé détaillé des règles spécifiques découlant des différents accords internationaux⁸. Les subventions directes à l'exportation⁹ sont à présent illégales (pour tous les pays sauf les moins avancés), comme le sont l'application aux entreprises liées au commerce des prescriptions concernant la proportion d'éléments nationaux, les restrictions quantitati-

⁶ Dans les pays plus avancés, les décideurs commencent à revoir ces options eu égard, par exemple, à la nécessité de transformer le secteur de l'automobile à la lumière du problème du climat (voir Rothschild, 2009).

⁷ Adapté de Rodrik (2007), p. 122. Le chapitre V élargit l'analyse des règles commerciales applicables au changement climatique.

⁸ Le tableau 4.3 de Rodrik (2007) montre comment les restrictions sont définies au regard de chaque institution ou accord et dans quelles conditions elles s'appliquent.

⁹ Les pays les moins avancés et les pays en développement dont le produit national brut (PNB) par habitant est inférieur à 1 000 dollars É.-U. sont dispensés d'appliquer les règles relatives aux subventions prévues par l'Accord sur les subventions et les mesures compensatoires.

ves apportées aux importations et les législations sur les brevets qui sont incompatibles avec les normes internationales. Toutefois, il reste un vaste potentiel d'application de politiques industrielles cohérentes, en particulier si les pays ne cèdent plus aucune parcelle de leur marge de manœuvre politique en signant des accords bilatéraux ou en se conformant à des codes internationaux restrictifs (voir encadré IV. 5).

Tableau IV.1

Liste indicative de mesures industrielles à l'appui de la production et de l'investissement, l'accent étant mis en particulier sur les secteurs de l'énergie, des transports et des industries extractives

	<i>Prêts pour le fonds de roulement</i>	<i>Prêts pour les actifs fixes et/ou les projets d'investissement</i>	<i>Prise de participation</i>	<i>Prêts à des secteurs spécifiques</i>	<i>Programmes de crédit pour des régions spécifiques</i>	<i>Incitations fiscales horizontales</i>	<i>Incitations fiscales pour des secteurs spécifiques</i>	<i>Incitations fiscales pour des régions spécifiques</i>
Argentine	X	X		X	X		Industrie minière, foresterie	
Brésil	X	X	X	Pétrole, gaz, transports maritimes, électricité	X			X
Chili	X	X			X	X	Foresterie, pétrole, énergie nucléaire	X
Chine	X	X		X	X		X	X
Colombie	X	X	X	X	X			X
Équateur	X	X	X				Industrie minière	
El Salvador	X	X		Industrie minière				
Ghana	X	X		X			X	X
Honduras	X	X		Transports				
Inde	X	X		X	X	X	Infrastructure, électricité, transports	X
Malaisie	X	X		Transports maritimes			X	X
Mexique	X	X	X	X	X	X	Foresterie, transports	
Nicaragua	X	X						
Nigéria	X	X		X	X		Pétrole, gaz, énergie	X
Panama	X	X					Foresterie	
Paraguay	X	X				X		X
Pérou	X	X					Industrie minière, pétrole	X
Thaïlande	X	X	X				Services collectifs, infrastructures, environnement	X

	Prêts pour le fonds de roulement	Prêts pour les actifs fixes et/ou les projets d'investissement	Prise de participation	Prêts à des secteurs spécifiques	Programmes de crédit pour des régions spécifiques	Incitations fiscales horizontales	Incitations fiscales pour des secteurs spécifiques	Incitations fiscales pour des régions spécifiques
Ouganda	X	X		Foresterie			X	X
Uruguay	X	X				X	Hydrocarbures, transports maritimes, foresterie	
Venezuela (République bolivarienne du)	X	X				X	Hydrocarbures	

Source : Rodrik (2007), tableau 4.2.

Encadré IV.5

Une forte poussée énergétique en Inde : le rôle des énergies renouvelables

La poursuite de la croissance de rattrapage en Inde dépendra dans une large part des investissements massifs qui seront réalisés dans son secteur énergétique. L'objectif de croissance économique étant fixé à 7 ou 8 %, les besoins en énergie devraient croître dans des proportions comprises entre 5,6 et 6,4 % par an, ce qui représente un quadruplement au cours des 25 années qui viennent. La production d'électricité, fortement tributaire du charbon, sera la principale source de croissance des émissions.

Dans le cadre des efforts qu'elle déploie pour faire face à une forte demande d'énergie et aux conséquences potentiellement nuisibles pour l'environnement d'une forte consommation d'énergie, l'Inde a adopté une législation et des mesures visant à améliorer la disponibilité de sources d'énergie de remplacement. Les lois et mesures destinées à promouvoir les énergies renouvelables dans le secteur de l'électricité sont notamment les suivantes :

- La loi de 2003 sur l'électricité, qui prescrit la promotion de la cogénération et de la production d'électricité tirée de sources d'énergie renouvelables. Elle prévoit à cette fin des mesures appropriées concernant le raccordement au réseau, la vente de l'électricité et l'achat de l'électricité tirée de ces sources, en précisant un pourcentage de consommation totale d'électricité dans le secteur d'un distributeur agréé. En vertu de cette loi, les commissions d'État de réglementation de l'électricité nouvellement créées fixent un pourcentage minimal d'achat d'électricité tirée de sources d'énergie renouvelables. D'ores et déjà, environ la moitié des États de l'Inde ont institué ou sont en voie d'instituer des obligations de production d'électricité tirée de sources d'énergie renouvelables. Ces commissions ont également fixé des tarifs préférentiels et élaboré des règlements régissant le transport de l'énergie à l'intention des producteurs d'électricité tirée d'énergies renouvelables;
- La Politique nationale de l'électricité de 2005, qui habilite le Parlement de chaque État à définir une norme relative aux énergies renouvelables à l'intention des sociétés de transport et de distribution desservant la population de l'État considéré;
- Le Plan relatif aux énergies renouvelables jusqu'en 2012, qui se propose de porter à 10 % la part de la production d'électricité tirée de sources d'énergie renouvelables. Il devrait ainsi être possible de fournir au réseau 10 000 mégawatts (MW) supplémentaires de cette électricité.

Encadré IV.5 (suite)

Parmi les autres initiatives, on peut citer l'installation d'un million de systèmes domestiques de chauffage solaire de l'eau; l'électrification par miniréseaux d'énergie renouvelable de 24 000 villages qui, actuellement, n'ont pas l'électricité; le déploiement de 5 millions de lanternes solaires et de 2 millions de systèmes d'éclairage solaire des habitations; et l'ouverture de 3 millions de petites usines de biogaz supplémentaires.

Le Gouvernement central met également en œuvre des mesures d'incitation financières et fiscales pour permettre aux énergies renouvelables de devenir compétitives par rapport aux sources d'énergie classiques en Inde. Il s'agit notamment des mesures suivantes : périodes d'exonération fiscale, amortissement accéléré des investissements dans les technologies basées sur les énergies renouvelables, importation en franchise de droits de matériels d'exploitation des énergies renouvelables, tarifs préférentiels en matière de droits de douane et de droits spécifiques à l'importation de biens d'équipement, subventions d'équipement et financement assorti de conditions de faveur accordés par l'India's Renewable Energy Development Agency (Agence indienne d'exploitation des énergies renouvelables), obligation d'achat d'énergie par les compagnies de distribution, et exonération des taxes sur l'électricité et des taxes sur les ventes.

Ces initiatives ont aidé l'Inde à devenir le pays dont le marché des énergies renouvelables est le plus développé et diversifié d'Asie du Sud. Le chiffre d'affaires annuel du secteur indien des énergies renouvelables est d'environ 500 millions de dollars, pour un investissement total d'environ 1 milliard de dollars. L'Inde consomme jusqu'à 3 500 MW de capacité installée totale tirée de sources d'énergie renouvelables, ce qui est peu par rapport au potentiel économique total, estimé à 100 000 MW.

Néanmoins, les énergies renouvelables ne représentent encore que moins de 1 % de toute l'électricité actuellement produite dans le pays. La raison en est que beaucoup de technologies basées sur ces énergies, telles que les turbines éoliennes, ne fonctionnent que de façon intermittente et ne peuvent pas fonctionner à 100 % de leur capacité. L'industrie indienne de l'énergie éolienne connaît une forte expansion depuis quelques années. Selon le World Market Update 2006, l'Inde a enregistré la troisième plus forte augmentation de capacité annuelle du monde, avec une capacité supplémentaire de 1 840 MW. La capacité installée cumulée en mégawatts pour l'énergie éolienne en Inde doit, selon les projections, passer de 6 228 MW en 2006 à 18 028 MW en 2011, soit un taux de croissance équivalent annuel d'environ 25 %. Afin d'appuyer la croissance de l'industrie éolienne nationale, le Ministère indien des énergies nouvelles et renouvelables a invité les gouvernements des États à mettre en application les directives nationales applicables à l'exploitation de l'énergie éolienne. De surcroît, le Ministère prend de nouvelles initiatives visant à réévaluer le potentiel d'électricité éolienne de l'Inde, qui est actuellement évalué à 45 000 MW, soit un tiers de la consommation totale d'énergie.

L'Inde a bien développé sa production d'énergies renouvelables, mais il existe plusieurs sujets de préoccupation concernant les facteurs qui pourraient limiter l'exploitation intégrale du potentiel du pays en matière d'énergies renouvelables. On peut en premier lieu se demander si la croissance du secteur sera durable dans le cadre de la politique générale actuelle. Les généreuses subventions accordées actuellement par le Gouvernement sont une aubaine pour les producteurs, mais elles pourraient être difficiles à maintenir dans le temps à mesure que le marché des énergies renouvelables s'élargira. En deuxième lieu, l'application des technologies actuelles se heurte à divers obstacles. La production d'énergie éolienne connaît déjà des difficultés en matière de capacité, les turbines existantes n'ayant qu'un potentiel limité. Dans certains cas, les producteurs n'ont pas intérêt à les remplacer par des turbines plus performantes, car ils se sont vu garantir un rendement préétabli, les contribuables devant combler la différence si les rendements effectifs n'atteignent pas le niveau préétabli. En troisième lieu, les enchères administrées par l'État ont bloqué l'exploitation du potentiel national de production d'hydroélectricité car elles ont donné lieu à des achats spéculatifs de droits sur un site par des promoteurs au lieu d'achats en vue d'un investissement à long terme. Enfin, les États ne savaient pas à quoi s'en tenir pour ce qui est d'appliquer la norme relative aux énergies renouvelables, comme l'exigeait la Loi sur l'électricité. Il s'ensuit que des normes différentes sont appliquées d'un État à l'autre. Dans certains États, la norme relative aux énergies renouvelables est relativement plus exigeante; dans d'autres, il existe des exceptions pour des types spécifiques d'énergies renouvelables; et, dans la plupart des États, il existe des prix différentiels s'agissant des tarifs d'achat de l'électricité que chaque distributeur agréé doit respecter pour satisfaire à sa norme relative aux énergies renouvelables.

Encadré IV.5 (suite)

Sources : Gibbs (2008); et Tufts University, Fletcher School (2008).

Tous ces facteurs sont une source de confusion et donnent parfois lieu à des procès, car certains distributeurs rechignent à se conformer aux tarifs d'achat et aux niveaux de prix de l'électricité. Les différences observées d'un État à l'autre dans le domaine de la politique de l'électricité et du potentiel en matière d'énergies renouvelables sont importantes, mais il serait bon d'instaurer une certaine normalisation, au moins en ce qui concerne la fixation du prix d'achat de l'électricité (Agency for International Development des États-Unis, 2007).

L'exemple de l'industrie de l'éthanol au Brésil montre à quel point l'appui du gouvernement peut être essentiel, en particulier pendant la phase de mise au point et de déploiement d'une nouvelle technologie, et peut devoir être maintenu jusqu'à ce que cette technologie ait véritablement trouvé sa place sur le marché (encadré IV.6). Le Gouvernement brésilien, à la fois au niveau fédéral et à celui des États, a joué un rôle essentiel en encourageant le développement de la production et en créant un cadre institutionnel explicite. Son rôle a notamment consisté à fixer des normes techniques, à soutenir les technologies entrant dans la production et l'utilisation de l'éthanol, à accorder des avantages financiers et à garantir l'existence de conditions de marché appropriées.

Le remplacement de technologies anciennes, comme l'essence dans le cas du Brésil, par des sources d'énergie renouvelables impose de prévoir des investissements complémentaires le long de la chaîne logistique. Dans le cas particulier de l'essence, les consommateurs hésitent à acheter des voitures utilisant un nouveau carburant qui peut être difficile à trouver. Les propriétaires de stations-service ne souhaitent pas investir dans un système parallèle de distribution de carburant, car le nombre des consommateurs potentiels est généralement très faible. C'est la raison pour laquelle les politiques gouvernementales visant à stimuler l'investissement dans certaines technologies et la demande de ces technologies sont si importantes (Goldemberg, 1998).

L'exploitation des sources d'énergie renouvelables impose de prévoir des investissements complémentaires le long de la chaîne logistique

Encadré IV.6

L'industrie brésilienne de l'éthanol basée sur la canne à sucre

L'industrie brésilienne de l'éthanol a été créée dans les années 30. Sa production de sucre étant excédentaire, le Gouvernement a décidé que la canne à sucre devrait être utilisée pour produire de l'éthanol et a fait de l'éthanol, ajouté à l'essence, un carburant pour automobile obligatoire. À la suite de la crise internationale du pétrole en 1973, l'industrie a fait des progrès importants. Le Gouvernement a lancé le Programme national pour l'alcool (Pro-Álcool) en 1975 afin d'accroître les rendements de production, de moderniser et d'agrandir les distilleries, et d'implanter de nouvelles usines de production. Au départ, la production d'éthanol avait bénéficié de subventions très importantes^a, mais au fil du temps, elles ont toutes été éliminées. En 2008, l'éthanol se vendait à un prix compris entre 50 et 60 % de celui de l'essence à la pompe, grâce à de fortes baisses des coûts de production.

Les mesures grâce auxquelles le Brésil a pu substituer l'utilisation de l'éthanol à la consommation de combustibles fossiles sont notamment les suivantes : a) obliger la compagnie pétrolière d'État, Petrobras, à acheter une quantité garantie d'éthanol; b) prendre des mesures économiques pour inciter les entreprises agro-industrielles à produire de l'éthanol, notamment des prêts à taux d'intérêt bonifié (mesure appliquée de 1980 à 1985); c) mesures d'incitation à l'intention des consommateurs en garantissant un prix de l'éthanol à la pompe, fixé à 59 % de celui de l'essence^b; d) exiger de l'industrie automobile qu'elle produise des voitures pouvant marcher partiellement ou totalement aux biocarburants; e) autoriser les producteurs indépendants d'électricité tirée de sources d'énergie renouvelables à concurrencer les services publics de distribution traditionnels sur le marché de l'électricité; f) encourager et appuyer l'appropriation privée des sucreries, ce qui aidé

a Le prix payé aux producteurs en 1980 était de 700 \$ les 1 000 litres. En 2004, il avait atteint 200 dollars les 1 000 litres, l'éthanol devenant économiquement compétitif avec l'essence sur la base des prix internationaux du pétrole (équivalents à 40 dollars le baril).

b Cela a été possible parce que c'est le Gouvernement qui fixait le prix de l'essence à cette époque.

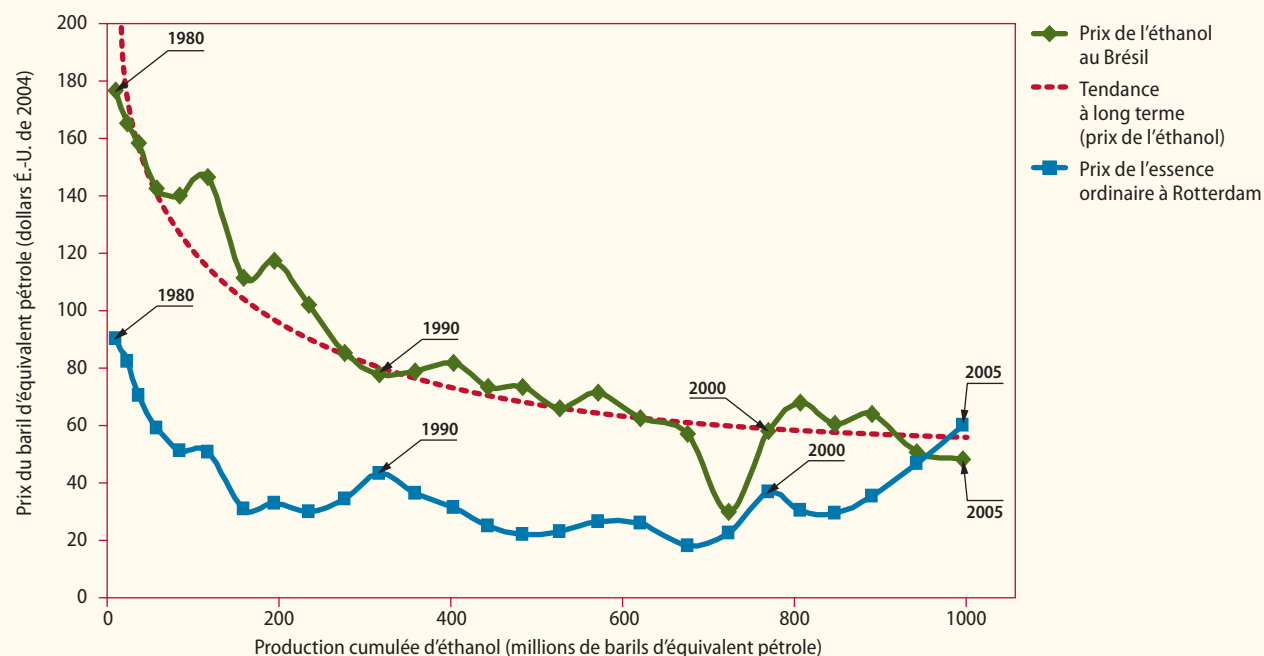
Encadré IV.6 (suite)

à développer la concurrence et à accroître l'efficacité; et g) stimuler le développement des activités rurales basées sur l'énergie de la biomasse afin de développer l'emploi dans les zones rurales.

Le Centre technologique de la canne à sucre, institut de recherche privé implanté à São Paulo, a joué un rôle indispensable dans l'amélioration de la technologie de la production de l'éthanol : au plus fort du programme, il a investi quelque 20 millions de dollars par an dans la recherche. Ses chercheurs et ceux d'autres institutions ont également mis au point des méthodes utilisant le résidu fibreux de la canne à sucre, appelé bagasse, pour produire de l'énergie, en s'appuyant sur les méthodes existantes de brûlage de la bagasse pour alimenter des turbines à vapeur pour la production d'électricité et en utilisant la chaleur résiduelle des turbines pour le processus de distillation. Ils ont mis au point des chaudières fonctionnant à des pressions plus élevées de façon à produire davantage d'énergie, ce qui a permis à un grand nombre d'usines d'éthanol de s'alimenter elles-mêmes en énergie. Cela a beaucoup fait pour maintenir à un bas niveau les coûts de production de l'éthanol.

Grâce à des améliorations régulières de productivité, le coût de la production d'éthanol a diminué de 3,8 % en moyenne annuelle entre 1980 et 1985 et de 5,7 % entre 1985 et 2005. L'accroissement cumulatif de l'expérience a permis de faire baisser le coût de l'unité d'énergie, qui représente à présent un tiers de sa valeur initiale (voir figure ci-dessous).

Prix à la production de l'éthanol par rapport aux prix de l'essence au Brésil



En 2009, le Brésil a été le deuxième producteur mondial d'éthanol (20 milliards de litres) après les États-Unis (24 milliards de litres⁵). Près de 80 % de cette production sont destinés au marché intérieur; 45 % des véhicules circulant au Brésil marchent à l'éthanol. Une partie de la demande est due au succès des véhicules polycarburants (FFV) mis sur le marché en 2003, qui utilisent l'essence, l'éthanol ou un mélange des deux. Ces véhicules ont ravivé l'intérêt des consommateurs pour l'éthanol et développé la demande de ce biocarburant. Ils représentaient 26 % du parc de véhicules légers en 2008, et ils devraient en représenter 50 % d'ici à 2012. Selon l'Association nationale brésilienne des fabricants d'automobiles (ANFAVEA), 85 % des voitures, soit 4 millions de véhicules, vendues aujourd'hui au Brésil sont des FFV. Les chercheurs du Centre technologique Delphi de São Paulo ont mis au point un système de carburant pour motocyclettes

^c La récolte de canne à sucre de 2008/09 a atteint un niveau record avec environ 562 millions de tonnes, pour près de 27 milliards de litres d'éthanol produit dans 400 usines à travers le pays (Association brésilienne de l'industrie de la canne à sucre (UNICA) et Institut brésilien de négociations commerciales internationales (ICONE), 2009).

Encadré IV.6 (suite)

Sources : Goldemberg (2008); Goldemberg *et al.* (2004); Moreira (2006); Almeida (2007); Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (2008); Nakicenovic (2009); Nations Unies, Département des affaires économiques et sociales (2008); et Association brésilienne de l'industrie de la canne à sucre (UNICA) et Institut brésilien de négociations commerciales internationales (ICONE), 2009.

qui peuvent également utiliser une combinaison d'éthanol et d'essence quelconque. Le premier autobus marchant à l'éthanol, mis au point à l'Université de São Paulo, subit des essais sur piste depuis décembre 2007 pour évaluer sa viabilité économique. La compagnie d'aviation brésilienne EmBRAER utilise un monoplan agricole marchant à l'éthanol depuis 2004.

Les raisons de l'appui des biocarburants par le Gouvernement se sont étendues aux préoccupations suscitées par les émissions de GES et le changement climatique, l'emploi rural et les questions d'équité, et la pollution atmosphérique nationale. Le remplacement de l'essence par l'éthanol a permis de faire baisser de 9,2 millions de tonnes par an au total les émissions de carbone au Brésil (soit 10 % du total). Les évaluations de l'impact de l'éthanol sur la qualité de l'air ont indiqué que l'E-10 (l'essence-alcool, un mélange combustible de 10 % d'éthanol et de 90 % d'essence) réduisait le monoxyde de carbone, un précurseur de la formation d'ozone, de plus de 25 %. Utilisé comme additif, l'éthanol élimine également les composants hautement toxiques et volatils de l'essence (tels que le plomb, le benzène, le toluène et le xylène).

Le Brésil met à présent son expertise à la disposition des autres pays, en particulier les pays en développement qui pourraient produire des biocarburants, mais sont encore tributaires du pétrole. En 2008, il a signé des accords avec des pays d'Afrique, des Caraïbes et d'autres parties de l'Amérique latine. La plupart de ces accords comportent le transfert de la technologie brésilienne de production d'éthanol.

De surcroît, dans la plupart des pays, l'État est le plus gros consommateur [voir Bhandarkar et Alvarez-Rivero (2008), p. 391]. C'est ainsi que les politiques des marchés publics, notamment les méthodes telles que les appels d'offres et l'organisation d'enchères inversées, peuvent constituer un instrument important. En tant que gros acheteurs d'électricité et de véhicules, les gouvernements pourraient donner une forte impulsion aux solutions peu génératrices d'émissions par le biais des prescriptions techniques imposées aux soumissionnaires. Ces marchés publics verts pourraient également concerner la construction des nouveaux bâtiments publics, qu'il s'agisse de bureaux, d'écoles ou d'hôpitaux.

Les politiques industrielles varieront selon les pays, certains ayant davantage recours aux technologies acquises à l'étranger par le biais du commerce et de l'investissement étranger, et d'autres s'orientant plutôt vers la mise au point de technologies nationales. L'importance relative accordée aux deux types de politiques peut très bien évoluer au fil du temps, un pays pouvant se familiariser avec des technologies importées et acquérir la capacité de les reproduire, de les adapter et de les améliorer.

Pour certains pays en développement dotés de solides capacités technologiques, il peut même être possible de s'ouvrir de nouveaux horizons technologiques à l'étranger. Jusqu'à présent, les pays en développement qui ont établi et maintenu une nette avance dans des technologies d'importance mondiale et se sont taillé des marchés importants jusque dans les pays développés sont relativement peu nombreux, mais cela est en train de changer à mesure qu'un certain nombre de pays en développement à revenu intermédiaire acquièrent des capacités technologiques plus solides et mettent en place des systèmes d'innovation.

L'importance relative accordée à la politique consistant à acquérir des technologies à l'étranger et à celle préférant mettre au point des technologies nationales pourra très bien évoluer au fil du temps

Quelques mesures à prendre pour préparer un avenir peu générateur d'émissions

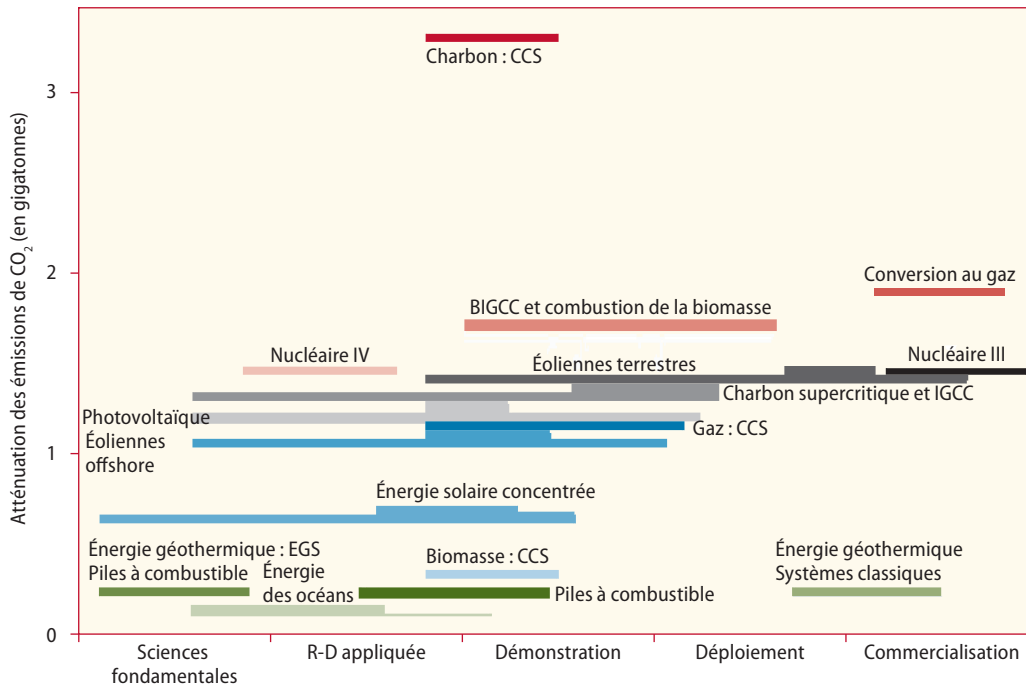
Dans les pays en développement, il est nécessaire d'élaborer des politiques qui encouragent le « déploiement stratégique » des nouvelles technologies, compte tenu des avantages à retirer de la création de nouvelles industries et de l'accélération du rythme de l'apprentissage (et,

de ce fait, de la diminution des coûts) [Grubb, 2004]. Le déploiement stratégique requiert généralement diverses mesures d'incitation et diverses réglementations, ainsi que des investissements publics directs.

La figure IV.1 présente certaines des principales technologies en jeu en indiquant les dates auxquelles elles pourraient être prêtes à être déployées sur une grande échelle. Il s'agit des technologies suivantes :

- Les technologies avancées (telles que la gazéification) de production d'électricité à partir de charbon et de biomasse : un ensemble de technologies dont le déploiement accéléré augmentera le rendement énergétique, réduira les émissions et introduira une compatibilité avec les technologies de captage et stockage du dioxyde de carbone;
- Les technologies avancées de construction à faible consommation d'énergie, pour les marchés où existent de nombreux obstacles qui tiennent à l'industrie du bâtiment et aux marchés de location;
- Énergies primaires renouvelables plus avancées, en particulier l'énergie photovoltaïque solaire, pour laquelle il est encore possible de réaliser des économies d'échelle importantes, et l'énergie éolienne, qui apporte une contribution notable à la réduction des émissions et pour laquelle le déploiement à terre nécessite un apprentissage local et une innovation industrielle connexe.

Figure IV.1
Mise au point de technologies et atténuation des émissions de CO₂ pour la production d'électricité



Source : Agence internationale de l'énergie (2008a).

Abréviations : CCS, captage et piégeage du carbone; IGCC, gazéification du charbon intégrée à un cycle combiné; BIGCC, gazéification de la biomasse en cycle combiné; EGS, systèmes géothermiques améliorés.

Une série de subventions publiques aux producteurs ou aux utilisateurs d'une technologie nouvelle peut être conçue de manière à accélérer le déploiement de cette technologie, par le biais d'avantages financiers contrastant avec les sanctions réglementaires généralement associées à l'application des normes

Une série de subventions publiques aux producteurs ou aux utilisateurs d'une technologie nouvelle peut être conçue de manière à accélérer le déploiement de cette technologie, par le biais d'avantages financiers contrastant avec les sanctions réglementaires généralement associées à l'application des normes (voir chap. II). Les subventions peuvent prendre différentes formes. On peut citer en particulier :

- Les crédits d'impôt pour investissements consentis aux entreprises qui mettent une nouvelle technologie sur le marché peuvent diminuer le coût de l'investissement initial associé à la production d'un nouveau type de matériel; ils peuvent être liés soit aux coûts, soit à la production. Ces mesures visent à élargir l'offre d'une nouvelle technologie sur le marché;
- Les crédits d'impôt à la production sont des subventions accordées au titre d'un type particulier de production d'électricité sur la base de l'unité produite; elles rendent les énergies renouvelables telles que l'énergie éolienne plus compétitives que les méthodes de production à niveaux d'émissions plus élevés;
- Pour accroître la demande d'une nouvelle technologie, des crédits d'impôt peuvent être accordés aux acheteurs aussi bien qu'aux producteurs, ce qui permet de diminuer l'écart de prix entre la technologie ancienne et la technologie nouvelle et de rendre relativement plus intéressants les nouveaux produits à niveaux d'émissions moindres ou à meilleur rendement énergétique. Par exemple, beaucoup d'États offrent des crédits d'impôt aux consommateurs qui achètent des appareils à haut rendement énergétique;
- Les garanties de prêt subventionnent également l'industrie en faisant assumer par le gouvernement le risque de défaillance et en abaissant pour les entreprises privées le coût du capital au-dessous de son coût sur le marché libre pour une technologie prometteuse mais n'ayant pas fait ses preuves;
- La limitation de la responsabilité juridique aux utilisateurs d'une nouvelle technologie constitue une autre subvention implicite accordée par l'État, en évitant aux parties un éventuel préjudice économique. Cette approche peut convenir dans le cas de la technologie de captage et piégeage du carbone, dans le cas de laquelle un rejet de CO₂ piégé pourrait éventuellement annuler les avantages pour le climat et causer un préjudice supplémentaire, des poursuites judiciaires pouvant alors être engagées contre le concepteur de cette technologie.

Rendement énergétique

Il est possible de réduire considérablement les émissions en améliorant le rendement énergétique aux niveaux de l'industrie et des ménages

Comme on l'a vu dans d'autres chapitres de la présente *Étude*, il est possible de réduire les émissions en améliorant le rendement énergétique aux niveaux de l'industrie et des ménages. Le bâtiment, les transports et l'industrie offrent des possibilités appréciables d'améliorations à faible coût de ce rendement; mais des possibilités de réduction des émissions existent également, quoique moins bien attestées, dans l'agriculture (Ürge-Vorsatz et Metz, 2009). La création d'emplois dans de nouvelles activités économiques et commerciales pourrait également contribuer à réduire les émissions.

En Afrique du Sud, par exemple, les interventions consistent pour l'essentiel à améliorer la conception des bâtiments et le rendement du chauffage, de la ventilation et de la climatisation (Winkler, 2006, pp. 161 à 163 et 176). Un « scénario énergétique moins polluant et à meilleur rendement pour les habitations » met en jeu des enveloppes de bâtiment à haut rendement énergétique, des interventions en matière de rendement telles que l'utilisation de

lampes fluorescentes compactes et de couvertures isolantes pour chauffe-eau, et un certain nombre d'options en matière de passage à un nouveau combustible, notamment l'installation d'un chauffe-eau solaire, le remplacement d'autres combustibles par le gaz de pétrole liquéfié (GPL) pour la cuisson des aliments et le remplacement du pétrole lampant par l'électricité pour l'éclairage, lié à une augmentation importante du taux d'électrification des habitations. Toutefois, en dépit de la promotion d'avantages dont tout le monde profite, la généralisation requiert certains investissements et efforts initiaux pour lever les principaux obstacles de caractère informationnel, institutionnel, social, financier et technique par le biais d'une « intervention substantielle des pouvoirs publics » (Winkler, 2006, p. 160).

Il existe diverses mesures d'incitation qui visent à réduire les coûts initiaux liés à l'amélioration du rendement énergétique; ce sont notamment les subventions au titre d'investissements dans le rendement énergétique, les réductions d'impôt au titre de l'achat de matériel à haut rendement énergétique, les subventions au titre des bilans énergétiques et les prêts ou fonds de garantie pour les projets d'amélioration du rendement énergétique (Peck et Chipman, 2008). Les incitations fiscales, les garanties et les autres mesures de financement peuvent aider les investisseurs à surmonter l'obstacle que peut constituer le fait d'avoir à payer le coût initial des améliorations de rendement (Tufts University, Fletcher School, 2008).

Modes d'exploitation du charbon moins polluants¹⁰

Le charbon est une source d'énergie abondante et bon marché, mais également à forte intensité de carbone et polluante. Le charbon satisfait un peu plus d'un quart de la demande mondiale d'énergie primaire. Au lieu d'être remplacé par d'autres sources, il devrait voir sa consommation augmenter rapidement dans les années à venir. Selon les projections, les émissions mondiales dues au charbon devraient s'accroître de 65 % entre 2005 et 2030 (voir chap. II).

Au plan mondial, deux imperfections du marché limitent le recours aux modes d'exploitation du charbon moins polluants : cela coûte moins cher de polluer que de dépolluer, et des obstacles tels que les coûts de développement élevés freinent l'évolution technologique. L'accélération du déploiement requerra des changements aux niveaux national et international. Le déploiement commercial des modes d'exploitation du charbon moins polluants passe par la certitude des investissements liée à des politiques stables qui prennent en compte les coûts et les risques d'investissements à long terme dans les technologies de dépollution, ultra-supercritiques, de gazéification du charbon intégrée à un cycle combiné (IGCC) et du captage et du piégeage du carbone.

L'expérience mondiale montre que le déploiement de modes d'exploitation du charbon moins polluants doit englober l'ensemble de la chaîne logistique du charbon, et que des progrès doivent parallèlement être accomplis dans les domaines techniques et non techniques pour que le charbon demeure un élément acceptable du panier énergétique d'un pays. Une centrale au charbon moderne ne peut être considérée indépendamment des mines de charbon, de l'infrastructure de transport et des marchés du charbon qui l'approvisionnent. D'où, là encore, l'importance d'interventions intégrées.

Une tâche de grande ampleur consistera à mettre au point et à déployer des systèmes de captage et de stockage du CO₂, technologie essentielle pour l'avenir à long terme du

Au plan mondial, il est moins onéreux de polluer que de dépolluer, et des obstacles tels que les coûts de développement élevés freinent l'évolution technologique

Le déploiement de modes d'exploitation du charbon moins polluants doit englober l'ensemble de la chaîne logistique du charbon

¹⁰ La présente section est basée sur Agence internationale de l'énergie (2009).

La Chine a une occasion sans précédent de devenir un acteur de premier plan sur le marché mondial des modes d'exploitation du charbon moins polluants et à meilleur rendement énergétique

charbon, mais qui n'a encore fait l'objet de démonstrations à une échelle commerciale dans aucune centrale au charbon. Ces démonstrations devront attendre entre cinq et dix ans dans les pays avancés. Toutefois, cela peut constituer une occasion pour certains pays en développement, et la Chine participe d'ores et déjà à des programmes de R-D qui visent à accélérer les progrès.

D'une façon plus générale, la Chine a une occasion sans précédent de devenir un acteur de premier plan sur le marché mondial des modes d'exploitation du charbon moins polluants et à meilleur rendement énergétique. Elle a déjà mis au point certaines technologies originales, que d'autres pays feraient bien d'adopter, et elle en concevra certainement d'autres. Elle devrait coopérer avec les autres gouvernements à la création d'un marché mondial des technologies énergétiques propres et permettre à son industrie de développer des produits ayant une utilité commerciale, tant pour le marché national que pour l'exportation.

La Chine devra décider par elle-même de la manière de procéder, mais ses interventions, plus que celles de tout autre pays, détermineront l'approche mondiale de l'utilisation moins polluante du charbon, dont il convient de faire d'urgence une réalité si l'on veut éviter les conséquences les plus graves du changement climatique. Les trois priorités de la coopération internationale avec la Chine sont donc les suivantes :

- Partenariats Gouvernement-industrie en vue de mettre au point et de démontrer des modes d'exploitation du charbon moins polluants et à faibles niveaux d'émissions;
- Transfert de technologie et déploiement de modes d'exploitation du charbon moins polluants par le biais d'arrangements commerciaux qui répondent à la demande du marché créée en Chine et ailleurs;
- Négociations débouchant sur des accords internationaux qui créent des marchés nationaux, régionaux et mondiaux des technologies non polluantes et à faibles niveaux d'émissions.

Les nouvelles technologies telles que la liquéfaction directe du charbon, dans le développement de laquelle la Chine joue déjà un rôle de pionnier, et les technologies de réduction des émissions basées sur les algues nécessiteront des recherches plus approfondies.

Il est nécessaire de poursuivre les travaux de R-D à l'échelle mondiale; toutefois, les problèmes que l'ensemble du secteur de l'énergie doit régler ne le seront pas par la seule augmentation des dépenses. La Chine a montré qu'elle était disposée à participer à des partenariats et coentreprises internationaux aux fins de la recherche, du développement et de la démonstration de nouvelles technologies dans bien des domaines. Dans le cas des modes d'exploitation du charbon moins polluants, cette participation active peut accélérer les progrès dans la mise au point des technologies qui sont le mieux adaptées aux marchés commerciaux en Chine et ailleurs.

Énergies renouvelables

Le déploiement stratégique de nouvelles technologies procure des avantages en édifiant de nouvelles industries et en accélérant le rythme de l'acquisition d'expérience. Les politiques de déploiement stratégique élargissent le marché et, ce faisant, font baisser le coût des technologies (Grubb, 2004). En même temps, le déploiement stratégique nécessite généralement une réglementation qui favorise l'adoption de technologies qui, à défaut, ne seraient pas rentables; de la sorte, les avantages de l'apprentissage par la pratique et les autres économies d'échelle sont garantis.

La consommation de charbon en Chine et en Inde a beau augmenter, sa croissance est distancée par celle des énergies renouvelables, à laquelle il faut entre deux et cinq ans seulement pour doubler. Par exemple, l'Inde, où la capacité tirée de l'énergie éolienne est deux fois plus importante que la capacité nucléaire, est à présent le quatrième installateur d'éoliennes du monde. On pourrait donc dire que si le charbon est le combustible du passé et du présent, les énergies de substitution et le rendement énergétique sont les combustibles de l'avenir.

Le type idéal de mesures d'incitation dépend de la technologie déployée. Le marché des produits basés sur l'énergie solaire, tels que les panneaux photovoltaïques, les chauffe-eau solaires et les concentrateurs solaires, englobe un éventail d'échelles allant de la production industrielle d'électricité à des installations commerciales et domestiques de taille plus modeste. L'électricité éolienne, en revanche, est presque entièrement produite à l'échelle industrielle par de grandes entreprises. Les parcs éoliens étant financés par de grosses sociétés qui ont accès aux marchés financiers, l'industrie éolienne a préféré la période d'amortissement plus longue offerte par les crédits d'impôt à la production, qui procurent un bénéfice pour chaque kilowatt produit, ce qui permet à leur électricité d'être plus compétitive sur le marché. Le plus gros souci des propriétaires d'installations solaires, d'échelle plus modeste, n'est pas le rendement à long terme de l'électricité produite (l'essentiel de ce rendement prend la forme d'une baisse des factures des petits producteurs, non d'un bénéfice tiré de la vente de l'électricité produite), mais le coût initial élevé de l'installation. Dans ce secteur, un crédit d'impôt à l'investissement est un meilleur instrument, car il permet d'abaisser le prix que les fabricants de produits solaires doivent facturer à leurs clients. Pour rentabiliser un programme de subventions, il convient de veiller à éliminer les resquilleurs (les entreprises qui auraient modernisé leur matériel même en l'absence de subventions) et à réduire les coûts de transaction.

Pour rentabiliser un programme de subventions, il convient de veiller à éliminer les resquilleurs et à réduire les coûts de transaction

Les autres mesures qui ont été mises en œuvre pour promouvoir les énergies renouvelables sont notamment les suivantes :

- Les tarifs de rachat, adoptés en particulier en Europe continentale, mais aussi dans certaines parties de l'Amérique du Nord et en Chine (voir encadré IV.7 et chap. II), qui prescrivent le paiement d'un prix spécifique (plus élevé) pour l'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelables, telles que l'énergie éolienne et l'énergie solaire;
- Les obligations renouvelables, appelées « normes relatives aux énergies renouvelables » en Amérique du Nord, conformément auxquelles les services de distribution sont tenus de tirer un certain pourcentage de leur électricité de sources renouvelables, en général par le biais de systèmes de permis négociables (voir encadré II.1);
- D'autres prescriptions en matière de technologie ou de combustible, telles que la règle déjà ancienne au Brésil selon laquelle les automobiles doivent marcher entièrement ou partiellement à l'éthanol (voir encadré IV.6), règle qui a également été instituée en Chine (voir encadré IV.7).

La Chine se classe actuellement parmi les principaux pays pour ce qui est du nombre de brevets pris pour des technologies fondées sur les énergies renouvelables. Le Gouvernement chinois a dû prendre un certain nombre de mesures pour lever les obstacles à l'exploitation des énergies renouvelables tels que : *a*) le coût élevé de cette exploitation; *b*) la difficulté de connexion de l'énergie renouvelable au réseau; *c*) les obstacles institutionnels; *d*) l'absence d'investissements internationaux; *e*) l'insuffisance du cadre juridique et réglementaire; et *f*) les incertitudes au sujet du niveau de la demande future et, partant, des prix de l'énergie renouvelable.

Encadré IV.7

Énergies renouvelables en Chine

L'approvisionnement de la Chine en énergie n'a pas suivi le rythme de la demande, en dépit d'un taux d'accroissement annuel de 8 % de la capacité installée au cours des deux dernières décennies. Lorsque le déficit énergétique de 1986 a atteint 17 % de la consommation annuelle d'énergie, la Chine a entrepris de réformer son secteur énergétique, en se focalisant sur la réduction de l'intensité énergétique et l'exploitation des énergies renouvelables. Depuis l'élaboration de la version chinoise d'Action 21 en 1994, le pays accorde de plus en plus d'attention aux technologies d'exploitation des énergies renouvelables. Des directives relatives à l'exploitation des énergies renouvelables ont été insérées dans le onzième plan quinquennal (2006-2010). L'Association chinoise des industries fondées sur les énergies renouvelables, créée par l'intermédiaire du Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) et le Fonds pour l'environnement mondial (FEM), a rassemblé les investisseurs nationaux et internationaux dans ce domaine. En dépit des réformes juridiques et structurelles menées dans le secteur de l'énergie depuis deux décennies, on estime que la pollution de l'environnement coûte encore à la Chine, en 2004, jusqu'à 64 milliards de dollars, soit 3 % du PIB, selon le projet de recherche sur la comptabilité basée sur le PIB vert (Zhang, 2007).

La nouvelle loi sur la promotion des énergies renouvelables (Loi sur les énergies renouvelables) est entrée en vigueur en janvier 2006. Présentant la première politique détaillée de promotion de l'énergie renouvelable en Chine, elle fournit le cadre juridique de toutes les activités liées aux énergies renouvelables. Elle fixe comme objectif une augmentation sensible de la part de ces énergies dans la consommation totale d'énergie.

Les plus importantes dispositions de la Loi sur les énergies renouvelables sont les suivantes : a) une part de marché prescrite : l'objectif consiste à faire passer la part des énergies renouvelables dans la consommation totale d'énergie à 5 % d'ici à 2010 et à 10 % d'ici à 2020; b) une procédure d'adjudication organisée sur la base de concessions approuvées par l'État; c) obligation pour les réseaux électriques d'acheter l'électricité à des centres de production d'énergie renouvelable raccordées au réseau et remplissant les conditions requises; d) application d'un tarif de rachat fixant des prix forfaitaire, différentiels mais favorables pour l'énergie renouvelable raccordée au réseau; et e) fixation des prix dans le secteur des énergies renouvelables sur la base de ce qui est requis à la fois pour la mise au point et la mise en œuvre des technologies nécessaires et pour la prestation d'un service économique et raisonnable.

Le Gouvernement chinois a adopté des mesures supplémentaires pour faciliter l'application de cette loi. Il s'agit notamment des mesures suivantes: subventions pour aider la recherche-développement dans le domaine des énergies renouvelables; règles comptables favorables permettant de capitaliser les coûts de recherche-développement dans les institutions de haute technologie; utilisation des recettes tirées de l'impôt sur le revenu pour appuyer l'exploitation locale de l'énergie renouvelable; et octroi de subventions et de prêts à des conditions préférentielles aux petites et moyennes entreprises techniques à l'appui de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables. De plus, le Programme national d'électrification des cantons a permis d'installer 20 MW tirés de sources d'énergie photovoltaïque solaire, 840 kW de sources d'énergie éolienne et 200 MW de petites centrales hydroélectriques pour alimenter 1 000 villages en électricité tirée d'énergies renouvelables. Le Programme relatif à la lumière du soleil, qui doit être achevé en 2010, exécute de grands projets basés sur l'énergie photovoltaïque solaire raccordée au réseau électrique, met en place des systèmes villageois de démonstration d'énergie photovoltaïque solaire et d'autres sources d'énergie, et exécute dans les zones isolées des projets d'énergie photovoltaïque solaire autonomes. Le Programme relatif à la luminance a consisté à installer, avec l'aide multilatérale, plusieurs systèmes solaires et éoliens dans le nord-ouest de la Chine. En outre, le Programme « Profiter du vent », programme de coopération bilatérale comportant l'installation de turbines éoliennes dans différentes parties de la Chine, crée des coentreprises de fabricants chinois et internationaux de technologies basées sur les énergies renouvelables pour contribuer à exploiter ces énergies en vue de leur utilisation par les industries nationales. Enfin, le Gouvernement a pris des décrets imposant le mélange de biocarburants et de carburants automobiles. De plus, le onzième plan quinquennal chinois vise à réduire l'intensité énergétique de 20 % entre 2006 et 2010.

Conclusion

La plupart des pays en développement sont peu disposés à accepter des objectifs contraignants en matière d'émissions. Leurs préoccupations tiennent à des problèmes fondamentaux de développement et transparaissent dans la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques¹¹. Aux termes de cette Convention, les pays se voient reconnaître des « responsabilités communes mais différenciées » (sixième alinéa du préambule). S'il appartient aux pays développés d'« être à l'avant-garde de la lutte contre les changements climatiques » (art. 3, par. 1), pour les pays en développement, « le développement économique et social et l'éradication de la pauvreté sont les priorités premières et essentielles » (art. 4, par. 7). Les pays en développement estiment que les pays développés n'ont toujours pas pris la tête des efforts visant à venir à bout du problème du climat et que l'obligation de respecter des niveaux d'émissions spécifiques quelles qu'en soient les conséquences économiques reviendrait, en ce qui les concerne, à plafonner leur croissance et à favoriser la perpétuation de niveaux de pauvreté et d'inégalité inacceptables.

L'établissement de voies de développement peu génératrices d'émissions et à forte croissance sera indispensable si l'on veut pouvoir faire face au problème du climat, réduire les inégalités dans le monde et en finir avec l'extrême pauvreté. Pour autant que l'histoire permette d'en juger, il est peu probable que les forces du marché puissent en elles-mêmes établir ces voies et servir de guides pendant la transition. Le présent chapitre a montré que les pays en développement ont besoin de la présence d'États développementalistes forts et dynamiques qui soient capables de définir un projet cohérent pour l'avenir, de gérer les conflits que le changement fait surgir et de mettre en place le type de stratégie intégrée qui sera nécessaire.

Ces États ont su, dans le passé, gérer des transitions concluantes en mobilisant les ressources et en fournissant les facteurs de production manquants, en socialisant le risque d'investissement, en levant les obstacles et en fournissant un appui temporaire à ceux qui étaient pénalisés par la réorientation des activités. Ils ont mis en œuvre à cette fin un ensemble de mesures macroéconomiques et industrielles favorables à l'investissement. Les mesures d'ordre budgétaire et monétaire ont accordé la priorité à l'augmentation des dépenses publiques, notamment les investissements dans les secteurs de l'énergie, de l'éducation, de la santé et des infrastructures. Les crédits bonifiés, les garanties de crédit, les réductions d'impôt, les abattements pour amortissement accéléré, etc., ont été utilisés pour augmenter les bénéfices des entreprises privées opérant dans des secteurs ciblés.

Tous ces éléments seront assurément nécessaires au succès de la nouvelle génération de stratégies de développement axées sur de faibles niveaux d'émissions et une forte croissance. Ces stratégies devront définir un projet explicite en ce qui concerne la production d'énergie et l'intensité énergétique de la structure de production, l'aménagement et le transport urbains, et l'utilisation des ressources naturelles et l'intensité d'utilisation des ressources naturelles dans la production.

Une stratégie intégrée impliquera une action concertée entre un État développementaliste et le secteur privé. Cette action sera nécessairement adaptée au contexte national. Elle dépendra, entre autres facteurs, du niveau de développement, des capacités technologiques, de la taille de l'économie, de la base de ressources naturelles, des capacités gouvernementales et des relations instaurées entre l'État et les milieux d'affaires. À titre de mesures initiales, on pourra améliorer le rendement énergétique, mettre en œuvre des modes d'exploitation

Les pays en développement ont besoin de la présence d'États développementalistes forts et dynamiques qui soient capables de définir un projet cohérent pour l'avenir, de gérer les conflits que le changement fait surgir et de formuler le type de stratégie intégrée qui sera nécessaire

Les stratégies de développement de la nouvelle génération devront définir un projet concernant la production d'énergie et l'intensité énergétique de la structure de production, l'aménagement et le transport urbains, et l'utilisation des ressources naturelles et l'intensité d'utilisation des ressources naturelles dans la production

¹¹ Nations Unies, *Collection des traités*, vol. 1771, n° 30822.

du charbon moins polluants et exploiter les sources d'énergie renouvelables. Pourtant, les activités d'atténuation, aussi nécessaires qu'elles soient, ne suffiront pas à prémunir les pays en développement contre les menaces que fait peser le changement climatique. Le meilleur moyen de défense contre ces menaces reste la diversification des structures économiques, qui permettra à l'économie de ces pays de ne plus être tributaire d'un petit nombre d'activités, en particulier de celles du secteur primaire qui sont sensibles aux chocs et aux changements climatiques.

Chapitre V

Le transfert de technologies et le problème du climat

Introduction

Dans les chapitres précédents, on a montré qu'un gros effort d'investissement destiné à transformer la production et l'utilisation de l'énergie et à opérer une diversification vers des activités moins vulnérables aux chocs climatiques est indispensable pour faire face de manière intégrée aux problèmes du climat et du développement. Les investissements publics doivent être le fer de lance de cet effort, mais celui-ci ne pourra être soutenu qu'en attirant les investisseurs privés dans une économie verte en voie d'expansion. Il doit également s'accompagner des progrès technologiques nécessaires pour relever les défis de l'atténuation et de l'adaptation. À cet égard, il s'agira de diffuser les technologies peu génératrices d'émissions existantes, de donner une ampleur accrue aux nouvelles technologies prêtes à être commercialisées et de favoriser de nouvelles avancées technologiques.

Un rythme rapide de formation du capital s'accompagne souvent d'une accélération du rythme de modernisation et d'apprentissage technologiques. Toutefois, relevant les défaillances du marché bien connues qui tendent à ralentir ou bloquer le progrès technologique, le chapitre IV a montré qu'un solide programme d'intérêt public combinant des mesures d'incitation relatives aux prix et des mesures réglementaires et interventionnistes, en particulier dans le cadre d'une politique industrielle, serait également nécessaire pour garantir un processus continu d'apprentissage et de modernisation technologiques. Il a également indiqué qu'il faudrait un État développementaliste pour promouvoir pareil programme dans la plupart des pays en développement. Lorsque les technologies requises ne sont pas disponibles au plan national, mais doivent être importées de l'étranger et adaptées à la situation nationale, l'exécution de ce programme devient plus compliquée, essentiellement parce que les utilisateurs de la technologie sont mis encore davantage en position de faiblesse par rapport à ses propriétaires.

La technologie circule en empruntant plusieurs filières bien connues, les plus importantes étant le commerce, les investissements étrangers directs (IED) et la concession de licences de technologie transfrontalières. Par ailleurs, les connaissances scientifiques et techniques circulent au plan international par le biais des publications de recherche, de la collaboration en matière de recherche et des déplacements de personnels qualifiés. L'accélération de la circulation de la technologie respectueuse du climat soulève un grand nombre des mêmes questions et problèmes auxquels fait face tout autre type de technologie. Ce qui différencie ces technologies de beaucoup d'autres, mais pas de toutes, c'est le caractère d'urgence et l'ampleur des transferts qui seront sans doute nécessaires pour relever le défi du climat. Mais les technologies respectueuses du climat posent également un problème moral de fond, dans

Les pays qui portent la plus grande responsabilité du changement climatique ou à tout le moins leurs entreprises ont toutes les chances de tirer profit du transfert de technologies vers des pays qui ne sont pratiquement pas responsables de ce problème

Le transfert de technologies non polluantes et le renforcement des capacités d'utilisation efficace de ces technologies dans les pays en développement requerront un très net approfondissement de la collaboration entre les pays

Les flux de technologies liées au climat Sud-Sud pourraient jouer un rôle important dans cette transition étant donné les progrès accomplis dans certains pays en développement dans des domaines tels que les biocarburants et les énergies renouvelables

la mesure où les pays qui portent la plus grande responsabilité du changement climatique ou à tout le moins leurs entreprises ont toutes les chances de tirer profit du transfert de technologies vers des pays qui ne sont pratiquement pas responsables de ce problème.

La mise en œuvre des mesures appropriées devant faciliter le transfert de technologies non polluantes et renforcer les capacités d'utilisation efficace de ces technologies dans les pays en développement requerra un très net renforcement de la collaboration entre les pays. Cette collaboration pourrait aider à amener plus rapidement les technologies à la phase de commercialisation et encourager de nouvelles avancées dans le domaine des technologies de pointe à faible niveau d'émissions. Toutefois, dans nombre de pays en développement où la principale difficulté réside dans la diffusion des technologies à faible niveau d'émissions existantes, un appui international est nécessaire au titre de la recherche, du développement et du déploiement (R-D et D), de l'élimination des entraves au commerce, de l'accès à un financement à des conditions raisonnables et d'un renforcement bien organisé des capacités. Au demeurant, toute action concertée au niveau international visant à promouvoir l'accès aux technologies à faible niveau d'émissions ne doit pas empêcher les pays en développement de produire eux-mêmes de telles technologies et de devenir compétitifs sur les marchés internationaux.

Le présent chapitre porte sur le transfert international et la diffusion des technologies nécessaires à l'atténuation des effets du changement climatique et à l'adaptation à ce changement¹. Il met l'accent sur le transfert « Nord-Sud » de technologies, qui permettrait aux pays en développement d'engager des activités d'un bon rapport coût-efficacité qui s'intègrent bien dans leur développement économique et social général et soient capables, en principe, de renforcer ce développement. Il recense certains des principaux obstacles à ce transfert et à cette diffusion, et propose des mesures devant permettre d'éliminer ou de surmonter ces obstacles. Compte tenu du caractère limité, à ce jour, des flux technologiques, qui tient en partie à la lenteur de l'ouverture de voies de développement peu génératrices d'émissions et en partie au fait que les promesses faites dans les instruments internationaux n'ont pas été tenues, le présent chapitre accorde une large place à la façon de prévoir les problèmes pouvant surgir à l'avenir. Il montre que, vu l'ampleur et le caractère d'urgence du problème du climat, la communauté internationale doit accorder une attention beaucoup plus grande au type d'architecture nécessaire pour garantir des transferts de technologies plus importants et, ce faisant, accélérer la transition vers des voies de développement peu génératrices d'émissions. Les flux de technologies liées au climat Sud-Sud pourraient également jouer un rôle important dans cette transition étant donné les progrès accomplis dans certains pays en développement dans des domaines tels que les biocarburants et les énergies renouvelables. Les débats qui seront ultérieurement consacrés au problème du transfert de technologies devront également accorder une plus grande attention à la manière de faciliter ces flux Sud-Sud.

¹ Ces technologies sont un sous-ensemble des technologies écologiquement rationnelles (TER) qui sont liées au climat.

Le transfert de technologies pour faire face au changement climatique : un enjeu mondial pour les pouvoirs publics

On s'accorde à considérer que le transfert de technologies sera indispensable à la mise en œuvre de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques² au-delà de 2012. Dès 1972, la Conférence des Nations Unies sur l'environnement (Nations Unies, 1972) avait prévu des dispositions qui soulignaient expressément l'importance du transfert de technologies pour la réalisation des objectifs en matière d'environnement et de développement. Des dispositions se rapportant au transfert de technologies figuraient également dans le Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone (1987³) [voir encadré V.1] et la Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination⁴.

La Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement, tenue à Rio de Janeiro en 1992, a donné un nouveau caractère d'urgence au transfert de TER aux fins de l'atténuation du changement climatique. L'adoption de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques a notamment été suivie, dans le domaine du transfert de technologies, par l'adoption du Plan d'action de Buenos Aires par la Conférence des parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques à sa quatrième session, tenue du 2 au 14 novembre 1998 à Buenos Aires⁵. La Conférence des Parties a demandé aux pays développés de « prendre toutes les dispositions applicables dans la pratique pour promouvoir, faciliter et financer » le transfert de technologies écologiquement rationnelles aux pays en développement et leur accès à ces technologies⁶. En particulier, le Plan d'action envisage la création de « conditions propices... afin d'inciter le secteur privé à investir » dans le transfert de technologies écologiquement rationnelles⁷.

Afin de traduire dans les faits les dispositions pertinentes de la Convention-cadre qui concernent la technologie, le processus intergouvernemental a, par l'intermédiaire de la Conférence des Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques à sa septième session, tenue du 29 octobre au 10 novembre 2001 à Marrakech (Maroc), adopté un cadre relatif au transfert de technologies⁸, comprenant l'ensemble ci-après de thèmes et de domaines d'activités principaux pour la mise en œuvre d'actions judicieuses et efficaces.

- *Détermination et évaluation des besoins en matière de technologies* : elles recouvrent un ensemble d'activités impulsées par les pays qui consistent à étudier et arrêter les priorités en matière de technologies d'atténuation et d'adaptation, en particulier des pays en développement;
- *Information technologique* : ce volet définit les moyens — matériel informatique, logiciels, réseaux, etc. — qui permettent de faciliter la circulation de l'information

² Nations Unies, *Collection des traités*, vol. 1771, n° 30822.

³ Ibid., vol. 1552, n° 26369.

⁴ Ibid., vol. 1673, n° 28911.

⁵ FCCC/CP/1998/16/Add.1, sect. I, décision 1/CP.4. Le Plan d'action a été adopté comme indiqué dans les décisions 2/CP.4 à 8/CP.4.

⁶ Ibid., décision 4/CP.4, par. 3, a.

⁷ Ibid., par. 7, d.

⁸ FCCC/CP/2001/13/Add.1 et Corr.1, décision 4/CP.7, annexe.

Encadré V.1

Enseignements tirés de l'application du Protocole de Montréal

a Nations Unies, *Collection des traités*, vol. 1552, n° 26369.

Le Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone^a a été adopté en 1987 et est entré en vigueur le 1^{er} janvier 1989. Il se faisait l'écho de la constatation des scientifiques selon laquelle certaines substances de synthèse contribuaient à appauvrir la couche d'ozone stratosphérique, qui protège la vie contre les rayonnements ultraviolets nocifs. Considéré comme l'un des accords internationaux sur l'environnement les plus efficaces, ce Protocole a stimulé la mise au point et le transfert mondial de technologies destinées à protéger la couche d'ozone stratosphérique.

Il fait obligation aux Parties d'éliminer les émissions de la plupart des substances qui appauvrissent la couche d'ozone. Pour atteindre cet objectif, on a eu recours à des solutions de remplacement sans danger pour l'environnement et aux technologies associées. Étant donné que beaucoup de ces technologies ne sont courantes que dans un nombre relativement faible de pays et que le marché mondial a été lent à apporter ces technologies à certaines régions du monde, il a fallu mettre en œuvre des programmes internationaux de transfert de technologies systématiques et énergiques pour éliminer les émissions des substances appauvrissant la couche d'ozone (Strelneck et Linquti, 1995).

Le Fonds multilatéral pour l'application du Protocole de Montréal a été créé en 1990 par l'amendement de Londres au Protocole de Montréal pour aider les pays en développement parties au Protocole dont la consommation et la production par habitant annuelles de substances appauvrissant la couche d'ozone sont inférieures à 0,3 kilogramme (kg) à se conformer aux mesures de contrôle prévues par le Protocole. Le Fonds finance les surcoûts afférents au transfert de technologies, et notamment le coût des études techniques effectuées sur place, de l'achat et de l'installation d'équipements, de la formation et de la mise en service. Un financement peut également être accordé au titre des projets de renforcement des capacités, tels que la création de bureaux nationaux de l'ozone et de bureaux régionaux du réseau de l'ozone (Andersen, Madhava Sarma et Taddonio, 2007). En avril 2008, les contributions versées au Fonds multilatéral par 49 pays développés (y compris des pays en transition) dépassaient 2,3 milliards de dollars É.-U.

On a tiré de l'application du Protocole de Montréal des conclusions qui peuvent intéresser les parties prenantes du processus lié au changement climatique (Andersen, Madhava Sarma et Taddonio, 2007). Les enseignements présentant une utilité pour le transfert de technologies sont notamment les suivants : la nécessité de procéder à des évaluations technologiques clairvoyantes; le fait de donner au mécanisme de financement les moyens d'être un instrument proactif au service du transfert de technologies; l'élaboration et l'exécution de programmes de formation; et l'application de réglementations et de politiques concernant la promotion du transfert de technologies.

entre les différentes parties prenantes pour stimuler la mise au point et le transfert de TER;

- *Création d'un environnement propice* : ce volet met l'accent sur les actions des pouvoirs publics — politiques visant à assurer des pratiques commerciales loyales, élimination des obstacles techniques, juridiques et administratifs au transfert de technologies, politique économique avisée, réglementation, transparence, etc. — qui sont toutes de nature à créer un environnement propice au transfert de technologies du secteur public et du secteur privé;
- *Renforcement des capacités* : il s'agit d'un processus qui vise à développer, à consolider, à étoffer et à améliorer les compétences, les capacités et les structures scientifiques et techniques dont disposent en particulier les pays en développement parties, aux fins de l'évaluation, de l'adaptation, de la gestion et de la mise au point de technologies écologiquement rationnelles;

- *Mécanismes relatifs au transfert de technologies* : ils visent à faciliter la promotion d'activités financières, institutionnelles et méthodologiques ayant pour but : *a*) de renforcer la coordination entre tous les partenaires des différents pays et régions; *b*) d'amener ceux-ci à entreprendre des actions concertées grâce à l'instauration d'une coopération et de partenariats technologiques (entre entités publiques, entre secteur privé et secteur public et entre entités privées); et *c*) de faciliter la mise au point de projets et de programmes en ce sens.

Par la suite, un groupe d'experts du transfert de technologies a été créé en tant que mécanisme institutionnel chargé de faciliter la mise en œuvre du cadre relatif au transfert de technologies⁹, et il a été décidé de mener une action renforcée dans le domaine de la mise au point et du transfert de technologies pour appuyer les mesures d'atténuation et d'adaptation prévues par le Plan d'action de Bali¹⁰.

Le débat sur la promotion du transfert de technologies dans l'optique de la lutte contre le changement climatique s'est développé d'une façon parallèle, mais plus au moins indépendante du débat récent sur les meilleurs moyens de transférer les technologies pour concourir à la réalisation d'objectifs de développement. Pour l'essentiel, le premier débat concerne la rapidité avec laquelle les connaissances technologiques nécessaires pour s'attaquer au problème du climat peuvent être largement diffusées dans l'économie, que ce soit celle des pays développés ou celle des pays en développement, par le biais de l'apprentissage et de l'adaptation. Le projet qui en résulte reconnaît implicitement la nécessité de remédier à diverses défaillances du marché qui peuvent entraver la diffusion des connaissances technologiques. Ces dernières années, l'examen du problème du développement s'est par trop focalisé sur la protection de la position internationale des créateurs et titulaires de technologies en liant les droits de propriété intellectuelle à des règles commerciales internationales telles que l'Accord sur les aspects des droits de propriété intellectuelle qui touchent au commerce (ADPIC) [Organisation mondiale du commerce, 1994] et l'Accord sur les mesures concernant les investissements et liées au commerce (ibid.), ainsi que dans le cadre de négociations bilatérales¹¹. Cette optique met davantage l'accent sur l'importance de l'innovation. Par ailleurs, la protection des détenteurs de savoirs est souvent considérée comme un critère permettant d'évaluer le degré d'attachement des pays à la bonne gouvernance et de déterminer si le climat d'investissement peut y attirer les entreprises étrangères, dont la présence est perçue comme le plus sûr garant de l'accès aux technologies plus avancées (Maskus, 2000).

Toutefois, aucune de ces deux perspectives ne semble rendre bien compte du caractère d'urgence du problème technologique ni de ses liens avec l'idée d'une forte poussée vers une voie de croissance peu génératrice d'émissions, en particulier dans les pays en développement. En fait, comme on l'a vu au chapitre II, les dépenses de R-D et D consacrées à certaines des principales technologies nécessaires pour appuyer cette transition semblent s'orienter dans la mauvaise direction. Il sera indispensable d'inverser cette tendance pour engendrer une dynamique favorable à un avenir peu générateur d'émissions. Toute action en ce sens devra probablement recourir à divers mécanismes à l'échelle internationale et requerra en dernière analyse une capacité de mobilisation qui permette de faire passer la sécurité collective avant les intérêts commerciaux étroits.

⁹ Ibid., décision 4/CP.7, par. 2.

¹⁰ FCCC/CP/2007/6/Add. 1, décision 1/CP.13, par. 1, *d*.

¹¹ Voir Littleton (2008) pour un examen complet.

Droits de propriété intellectuelle

Incitations ou obstacles

L'obligation de respecter les droits de propriété intellectuelle augmente le coût de l'accès à la technologie. La question de savoir si cela constituera une importante entrave au transfert de technologies dépendra notamment de l'existence de technologies pouvant remplacer d'une façon à la fois efficace et économique les technologies brevetées et de l'ampleur de la concurrence dans la branche d'activité considérée, qui peut influencer sur le prix des licences concédées et les conditions auxquelles elles le sont. De plus, la technologie protégée par un brevet donné peut ne fournir qu'une capacité partielle d'exploiter une innovation; la capacité totale peut en fait dépendre de technologies protégées par des brevets multiples ou d'une association de technologies brevetées et d'autres formes de savoirs. Les formes de protection juridique des droits de propriété telles que les brevets et le droit d'auteur ne constituent que l'un des moyens de protéger un avantage technologique. Les secrets commerciaux et le savoir-faire propre à une entreprise, notamment les connaissances incarnées dans le personnel qualifié, ont également leur importance.

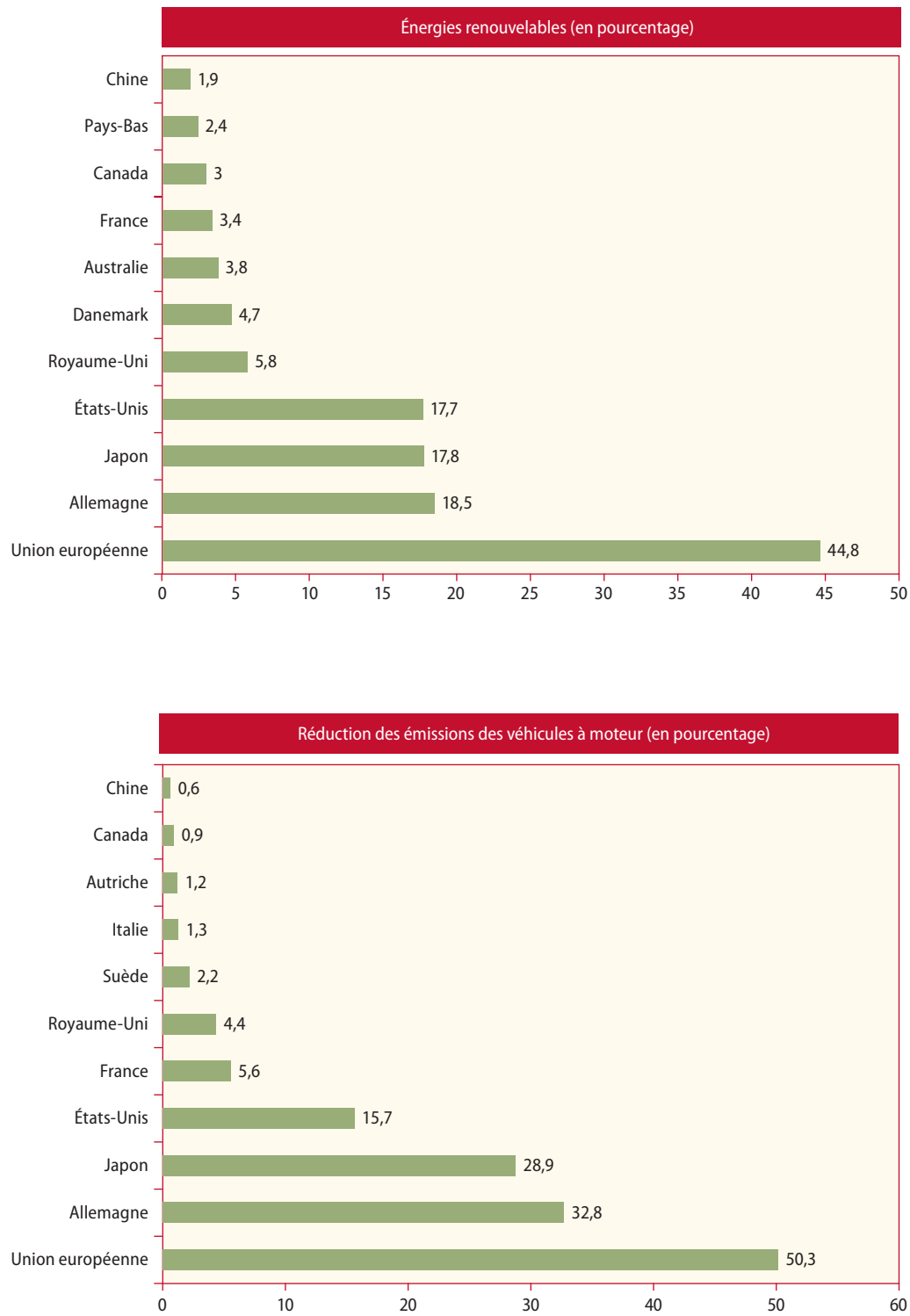
La question de savoir si, tout bien considéré, les droits de propriété intellectuelle facilitent ou entravent le transfert de technologies est très débattue. Les données ne permettent pas de tirer des conclusions et on relève par ailleurs des différences selon les branches d'activité : entrent en effet en jeu des caractéristiques telles que le dynamisme du marché, le degré de complexité de la technologie, l'importance de la R-D et D, et la facilité d'imitation et d'entrée sur le marché. On note également des différences en fonction du niveau de développement économique. Dans les pays à revenu élevé, une meilleure garantie des droits de brevet a été associée à des niveaux de productivité, de R-D et D, de flux commerciaux, d'IED et de complexité des technologies transférées supérieurs. Toutefois, même parmi ces pays, on observe des différences considérables et il n'est pas facile de déterminer si les droits de propriété intellectuelle sont une cause ou un effet de ces résultats. D'un autre côté, la précarité des droits de propriété intellectuelle dans les pays les moins avancés est généralement associée à de faibles niveaux de R-D et D, d'apports d'IED, etc. (Blyde et Acea, 2003; Smith, 2001¹²). Toutefois, la cause et l'effet sont une fois encore difficiles à distinguer et, même lorsque la technologie est transférée aux pays les moins avancés, le principal obstacle à sa généralisation est le plus souvent le caractère limité de la capacité d'absorption des pays en question (Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement, 2007).

Une approche plus graduée ne saurait probablement appuyer un transfert de technologies à grande échelle que si elle s'accompagne de mesures complémentaires concernant le financement, la R-D et D et la coopération technique

Étant donné que le renforcement de la protection des droits de propriété intellectuelle augmente les coûts d'obtention des technologies, on considère généralement que les pays en développement à faible revenu ne devraient pas avoir à assumer des obligations importantes en matière de droits de propriété intellectuelle et que l'importance de ces obligations ne devrait grandir que parallèlement au niveau de développement (Hoekman, Maskus et Saggi, 2004). Or, dans la mesure où le régime actuel est nettement plus favorable aux propriétaires de technologies qu'à leurs utilisateurs, une approche plus graduée ne saurait probablement appuyer un transfert de technologies à grande échelle que si elle s'accompagne de mesures complémentaires concernant le financement, la R-D et D et la coopération technique, ce qui n'a pas été le cas ces dernières années.

¹² Cela étant, au moins un chercheur a constaté des corrélations positives entre une solide protection des droits de propriété intellectuelle et la croissance économique dans les pays à faible revenu, mais non dans les pays à revenu intermédiaire (Falvey, Foster et Greenaway, 2006).

Figure V.1
Proportion de brevets détenus par certains pays dans les domaines des énergies renouvelables et de la réduction des émissions des véhicules à moteur, 2000-2004



Source : Organisation de coopération et de développement économiques (2007).

L'arbitrage potentiel à faire entre la protection des droits de propriété intellectuelle et la mise au point et le transfert des technologies est une question qui revêt une grande importance dans le contexte du changement climatique. Comme le montre bien la figure V.1, la distribution de la titularité des brevets relatifs à des technologies liées au climat fait apparaître un biais très net en faveur des pays avancés. Toutefois, à ce jour, Barton (2007) constate que les droits de propriété intellectuelle ne jouent pas nécessairement un rôle très important pour ce qui concerne le transfert de technologies. En se basant sur l'examen de trois secteurs (énergie photovoltaïque, énergie éolienne et biocarburants), il conclut que, plutôt que des technologies de base, ce qui est généralement breveté, ce sont des améliorations ou des caractéristiques spécifiques. Ce qui compte davantage, ce sont les autres distorsions du marché. Dans le secteur photovoltaïque, les pays en développement doivent faire face à une sorte d'oligopole avec un grand nombre de nouveaux concurrents potentiels. C'est ainsi que des pays en développement tels que l'Inde et la Chine ont été capables de pénétrer le secteur et de s'y montrer compétitifs. En ce qui concerne les technologies fondées sur les biocarburants, il ne semble pas que les droits de propriété intellectuelle empêchent les pays en développement d'accéder aux technologies de la dernière génération, comme le montrent les progrès réalisés dans nombre de pays, tels que le Brésil, la Malaisie, l'Afrique du Sud et la Thaïlande.

Encadré V.2

Investissement étranger direct (IED) et transfert de technologies dans le secteur éolien

Une étude récente sur l'énergie éolienne en Chine, qui portait sur les entreprises étrangères et nationales ayant des activités dans l'industrie chinoise des turbines éoliennes, a comparé le degré de transfert de technologies dans quatre études de cas. Ces quatre cas représentaient trois types de régime de propriété, qui influençaient beaucoup le degré de transfert de technologies : a) les coentreprises dans lesquelles l'ensemble des matériels et de la technologie sont mis au point par l'entreprise étrangère et sont sa propriété, mais sont fabriqués avec de la main-d'œuvre et des matériaux chinois (par exemple, NEG Micon/Vestas et GE Wind); b) les coentreprises dans lesquelles une entreprise étrangère met au point la technologie, qui appartient ensuite à une entreprise chinoise, et les éléments sont réalisés à l'aide de main-d'œuvre et de matériaux chinois (par exemple, Xi'an-Nordex); et c) les entreprises chinoises qui mettent au point la technologie et en sont les propriétaires, et contrôlent la fabrication des matériels (par exemple, Goldwind-China).

L'étude a permis de constater que, quel que soit le régime de propriété, très peu d'entreprises étrangères avaient transféré des technologies relatives à l'énergie éolienne. Ces entreprises n'ont pas contesté la proportion exigée d'éléments d'origine locale car elles ont réussi à bien s'implanter sur le marché et ont pu conserver le contrôle de leur propriété intellectuelle.

Le Gouvernement chinois a donc été amené à envisager d'imposer des prescriptions nationales en matière de propriété intellectuelle dans le domaine de l'énergie éolienne pour tenter d'inciter les entreprises internationales à transférer davantage de technologies. Les entreprises internationales pourraient contester ces prescriptions en vertu des règles de l'Organisation mondiale du commerce ou simplement en limitant les nouveaux IED dans ce secteur.

Le Gouvernement s'est également employé, avec un certain succès, à promouvoir des entreprises chinoises puissantes et indépendantes dans ce secteur. Parmi les entreprises chinoises de production d'énergie éolienne, plusieurs fabriquent des matériels qui sont jusqu'à 30 % moins chers que ceux que produisent leurs homologues étrangers, mais la conception de ces matériels n'est généralement pas aussi avancée. Par exemple, les entreprises chinoises utilisent des turbines d'une capacité comprise entre 600 et 750 kilowatts (KW), tandis que General Electric propose des turbines de 1,5 mégawatt (MW) et Vestas fournit des turbines de 2 MW. La capacité de production de la Chine évolue rapidement et le pays est bien parti pour dépasser l'objectif de 30 gigawatts (GW) d'ici à 2020.

Source : Lewis, 2006.

Il est beaucoup plus difficile de répondre à la question de savoir de quoi l'avenir sera fait. Si les pays en développement consentent un gros effort d'investissement pour s'engager dans une voie de développement peu génératrice d'émissions, on peut s'attendre à ce que le marché des nouvelles technologies s'élargisse rapidement. Des obstacles imprévus au transfert de technologies pourraient ralentir cette transition, en particulier l'émergence de nouveaux secteurs liés à ces technologies, ou requérir d'importants transferts de ressources à des pays déjà avancés, sous la forme de paiements au titre de la technologie.

Il est probable que les entraves et distorsions les plus importantes seront associées à la position dominante d'un petit nombre de producteurs implantés dans les pays avancés. Le secteur de l'énergie éolienne apparaît comme le plus concentré des trois secteurs liés aux énergies renouvelables examinés dans l'étude de Barton, et un contrôle rigoureux de la propriété intellectuelle pourrait décourager le transfert de technologies. Cela étant, certains pays en développement ont pu construire des parcs éoliens avec du matériel acquis sur le marché mondial sans devoir acquitter des coûts exorbitants au titre de la propriété intellectuelle. Pour ces pays en développement, le problème consiste à pénétrer le marché mondial des turbines éoliennes. Les principaux fabricants actuels sont en position de force et rechignent à partager une technologie de pointe de peur de se créer de nouveaux concurrents (voir encadré V.2). Deux pays en développement disposant d'outils de négociation importants, à savoir la Chine et l'Inde, ont réussi à mettre sur pied des entreprises importantes au cours des dix dernières années. On ne sait pas si d'autres pays en développement parviendront à en faire autant.

Les activités multilatérales destinées à accélérer le transfert de technologies peuvent prendre différentes formes : celles qui exploitent les flexibilités découlant de l'Accord sur les ADPIC, celles qui requièrent une modification de cet Accord et d'autres disciplines dans le cadre de l'OMC et celles qui ne sont pas nécessairement liées au cadre commercial multilatéral, notamment les initiatives visant à favoriser, par le biais de la coopération internationale, la capacité d'absorption concernant la technologie et l'innovation dans les pays en développement.

Profiter des flexibilités découlant de l'Accord sur les aspects des droits de propriété intellectuelle qui touchent au commerce

On pourrait tirer parti de plusieurs des flexibilités découlant de l'Accord sur les ADPIC, à savoir la limitation de la brevetabilité, l'application du régime des licences obligatoires ou l'élargissement de l'application de l'Accord au profit des marchés régionaux.

Limitation de la brevetabilité

La brevetabilité s'entend des limites fixées pour déterminer les inventions susceptibles d'être brevetées. L'article 27 de l'Accord sur les ADPIC stipule qu'« un brevet pourra être obtenu pour toute invention... dans tous les domaines technologiques, à condition qu'elle soit nouvelle, qu'elle implique une activité inventive et qu'elle soit susceptible d'application industrielle ». Ces critères relativement vagues de brevetabilité laissent aux pays une certaine marge de manœuvre concernant la formulation de leurs politiques respectives, s'agissant notamment de limiter la brevetabilité. Préciser les critères et, ce faisant, limiter cette brevetabilité peuvent avoir un effet positif sur le transfert de technologies et l'innovation en réduisant les éventuels conflits avec des brevets en vigueur (Oliva, 2008).

Certaines technologies pourraient être exclues de la brevetabilité, en particulier celles qui sont réputées nécessaires pour faire face au changement climatique et/ou font l'objet de mesures anticoncurrentielles

Compte tenu des objectifs et principes directeurs de l'Accord sur les ADPIC concernant le transfert de technologies, certaines technologies pourraient être exclues de la brevetabilité, en particulier celles qui sont réputées nécessaires pour faire face au changement climatique et/ou font l'objet de mesures anticoncurrentielles, ce sans porter atteinte aux principes de l'Accord (Littleton, 2008). La Convention sur la diversité biologique¹³ et le Traité international sur les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture¹⁴ contiennent déjà des exemples d'exclusions de ce genre (Littleton, 2008). Étant donné que les négociations engagées sous les auspices de l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (OMPI) sur un traité concernant le droit matériel des brevets élimineraient cette possibilité (Organisation mondiale de la propriété intellectuelle, 2008), les effets de ce traité sur le transfert de technologies climatiques devraient faire l'objet d'un examen attentif avant l'achèvement de ces négociations.

Le fait d'exclure de la brevetabilité les technologies respectueuses du climat est un moyen de réduire les coûts. Une telle proposition tire sa raison d'être de la gravité du problème du changement climatique et de la menace qu'il pose, en particulier pour les pays en développement. Cette proposition comporte plusieurs variantes : exclusion de la brevetabilité des technologies et produits respectueux du climat; exclusion de la brevetabilité dans les pays en développement uniquement; fait d'autoriser les pays en développement à exclure de la brevetabilité les technologies et produits respectueux du climat s'ils le souhaitent; octroi de licences volontaires sur demande, libres de redevances; et octroi automatique de licences volontaires, avec versement d'une compensation au propriétaire de la technologie¹⁵.

Ces options pourraient peut-être être appliquées de façon graduée à des pays parvenus à des niveaux de développement différents, les trois premières aux pays en développement à faible revenu et les deux dernières aux pays en développement à revenu intermédiaire ou élevé. La taille du pays pourrait être un autre critère de choix du type de flexibilité approprié¹⁶. Pour un petit pays, l'acquisition d'une licence d'exploitation d'une technologie climatique pourrait, même s'il s'agit d'un pays en développement à revenu intermédiaire ou élevé, n'être rentable que s'il peut utiliser cette licence pour exploiter les marchés d'exportation. En pareil cas, les redevances pourraient être réduites ou supprimées et/ou l'épuisement des droits de brevet pourrait être étendu à toute une région.

Régime des licences obligatoires

Même lorsqu'une technologie a été brevetée, les articles 30 et 31 de l'Accord sur les ADPIC prévoient des possibilités d'utilisation sans autorisation et automatique d'une technologie brevetée sans le consentement du titulaire du brevet dans le cadre de l'application, dans certaines situations, du régime des licences obligatoires. Pour pouvoir se prévaloir de l'article 30 pour obtenir des licences obligatoires, les pays auraient à faire valoir que l'atténuation du changement climatique et l'adaptation à ce changement mettent en jeu les « intérêts légitimes des tiers », comme l'exige cet article. Une deuxième exception prévoit l'utilisation sans

¹³ Nations Unies, *Collection des traités*, vol. 1760, n° 30619.

¹⁴ Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, *Rapport de la Conférence de la FAO, trente et unième session, Rome, 2-13 novembre 2001* (C 2001/REP), appendice D.

¹⁵ Dans le cas des deux dernières options, il s'agit non pas d'une exclusion de la brevetabilité, mais d'une exception aux droits attachés aux brevets.

¹⁶ Toutefois, tous les pays en développement font observer à juste titre que les nouvelles technologies sont nécessaires pour conjurer une menace mondiale qui a été créée par les pays actuellement avancés.

autorisation par un pays lorsque cela est « nécessaire à la protection des intérêts essentiels de sa sécurité » (art. 73, *b*) ou en vue du « maintien de la paix et de la sécurité internationales » (art. 73, *c*). La question de savoir si cette condition peut être invoquée dépendrait de l'existence d'une menace de catastrophe climatique.

L'article 31 de l'Accord énonce les autres conditions à remplir pour pouvoir bénéficier d'une licence obligatoire d'exploitation d'un produit breveté. Pour pouvoir bénéficier de l'une des exceptions prévues à cet article, tout Membre de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) doit satisfaire à deux critères principaux.

Premièrement, il doit avoir déployé des efforts suffisants pour obtenir l'autorisation voulue du détenteur des droits de propriété intellectuelle en question (art. 31, *b*). Un Membre peut déroger à cette prescription de négociation lorsqu'il établit (sur la base de son propre jugement) qu'une « situation d'urgence nationale » ou « d'autres circonstances d'extrême urgence » exigent une utilisation immédiate sans autorisation. Le détenteur des droits doit néanmoins en être avisé « aussitôt qu'il sera raisonnablement possible ».

Les discussions ayant débouché sur la reconnaissance d'exceptions liées à la santé publique ont témoigné d'une certaine souplesse dans l'interprétation de ce qui constitue un « cas de force majeure¹⁷ », ouvrant ainsi la voie à l'utilisation potentielle de ces exceptions dans le contexte du changement climatique¹⁸. Ce dernier est de plus en plus souvent considéré comme une « situation d'urgence » en matière de santé publique qui justifierait l'application des exceptions valant licence obligatoire prévues par l'article 31 (Third World Network, 2008). De fait, l'Agence de protection de l'environnement (EPA) des États-Unis a reçu de la Cour suprême l'ordre de déterminer si le dioxyde de carbone (CO₂) était un polluant qui mettait en danger la santé et le bien-être publics; si tel était le cas, l'Agence serait tenue de le réglementer en vertu de la loi relative à la pureté de l'air (Clean Air Act) de 1990. Le 20 mars 2009, l'Agence a publié un « constat de menace¹⁹ ».

Deuxièmement, les ventes des biens protégés doivent servir principalement à approvisionner le marché intérieur de l'entité bénéficiant de l'exception (art. 31, *f*). Ainsi, les exceptions liées au changement climatique devraient-elles être demandées par les entreprises de différents pays en développement afin de garantir une diffusion efficace et rapide de la technologie. Toutefois, le fait de limiter la technologie à un pays (petit ou pauvre) risquerait d'empêcher la réalisation d'économies d'échelle qui rendrait rentable cette technologie. La reconnaissance de ce fait dans le cas de l'exception au titre de la santé publique s'est traduite par la dispense temporaire de l'application du critère du marché intérieur dans les pays où la production nationale est insuffisante²⁰.

Le Conseil général de l'OMC a adopté un amendement de l'Accord sur les ADPIC²¹, selon lequel la restriction relative au marché intérieur ne serait pas appliquée aux pays en

¹⁷ S'entend d'une situation d'urgence requérant la prise rapide de mesures permettant d'éviter que des vies ne soient mises en danger ou que des biens ne soient exposés à de graves dommages, ou de prévenir la fuite imminente d'un suspect ou la destruction de preuves.

¹⁸ Voir, par exemple, la Déclaration relative à l'Accord sur les ADPIC et la santé publique (Organisation mondiale du commerce, 2001), par. 5, *c*.

¹⁹ Bryan Walsh, « EPA calls CO₂ a danger—at last », *Time*, 23 mars 2009.

²⁰ Voir la décision du Conseil général de l'Organisation mondiale du commerce du 30 août 2003 sur la mise en œuvre du paragraphe 6 de la Déclaration de Doha sur l'Accord sur les ADPIC et la santé publique (Organisation mondiale du commerce, 2003), par. 2, *a*, *ii*.

²¹ Voir la décision du Conseil général du 6 décembre 2005 concernant l'amendement de l'Accord sur les ADPIC (WT/L/641).

développement au titre de certains produits pharmaceutiques, de façon que ces produits puissent être exportés vers les marchés régionaux²² (cet amendement n'ayant pas encore été ratifié par les deux tiers des Membres, il n'est pas entré en vigueur). Cette dérogation pourrait très bien être étendue aux technologies respectueuses du climat, compte tenu en particulier des dispositions du paragraphe 5, *b* de la Déclaration sur l'Accord sur les ADPIC et la santé publique, aux termes duquel « (c)haque Membre a le droit d'accorder des licences obligatoires et la liberté de déterminer les motifs pour lesquels de telles licences sont accordées ». Pareille modification se heurterait assurément à une forte résistance de la part des propriétaires de technologies dans les pays membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), qui pourraient perdre des rentes potentielles. Toutefois, et même en ne tenant pas compte du parallèle de la santé, on peut soutenir que si ces technologies ne sont pas actuellement accessibles aux pays en développement, la perte de rente occasionnée en leur accordant l'accès obligatoire serait limitée (Hoekman, Maskus et Saggi, 2004).

Une approche régionale peut également être bénéfique en ce qui concerne les règles d'épuisement, qui renvoient à l'expiration de la protection par brevet d'un produit spécifique une fois qu'il a été vendu (Littleton, 2008). En vertu de l'article 6 de l'Accord sur les ADPIC, il appartient à chaque Membre de fixer ces règles. D'une façon générale, l'épuisement peut être universel ou territorial. Conformément à la règle de l'épuisement universel, le titulaire du brevet ne peut pas limiter la distribution du produit une fois qu'il a été vendu. Cela ouvre la voie à l'importation parallèle et permet à d'autres d'entrer en concurrence avec le titulaire du brevet dans d'autres pays. La règle de l'épuisement territorial, qui a généralement la préférence des titulaires de brevets, limite le droit de vendre le produit sans l'autorisation du titulaire de brevet et, de ce fait, aucune opération d'importation parallèle ne peut avoir lieu sans son consentement. Ces différents systèmes offrent différentes incitations pour le transfert de technologies et l'innovation. Les importations parallèles développent la concurrence et peuvent faire baisser les prix et rendre la technologie plus accessible, mais elles peuvent décourager l'innovation en limitant les bénéfices des titulaires de brevets. L'épuisement régional pourrait constituer une solution de compromis intéressante. Dans ce cas, l'importation parallèle ne serait autorisée que lorsque le produit serait vendu dans les limites de la région en question. En créant des zones géographiques tampons pour la protection par brevet tout en autorisant l'importation parallèle, l'épuisement régional pourrait tenir la balance égale entre le transfert de technologies et les incitations à innover (Littleton, 2008).

Modification de l'Accord sur les ADPIC²³

Les exceptions au titre des technologies liées au climat pourraient être demandées selon les mêmes modalités que pour obtenir des exceptions pour les médicaments essentiels

Les exceptions au titre des technologies liées au climat pourraient être demandées selon les mêmes modalités que pour obtenir des exceptions pour les médicaments essentiels, comme indiqué plus haut. Une nouvelle « Déclaration sur les ADPIC et le changement climatique » pourrait préciser les flexibilités en vigueur et offrir de nouvelles incitations au transfert de TER. En particulier, des exceptions pourraient être appliquées en faveur des pays les moins avancés et des petits États insulaires en développement, étant donné que, dans ces pays, il ne semble pas que les flux commerciaux et d'investissements tiennent autant compte de la protection des droits de propriété intellectuelle, et les dangers posés par le changement

²² Ibid., appendice, annexe, par. 3.

²³ La présente section s'inspire de Littleton (2008).

climatique sont particulièrement graves²⁴. Comme on l'a vu, une telle modification devrait prendre en considération la nature sans cesse évolutive du problème du changement climatique et en compte les technologies d'adaptation aussi bien que les technologies d'atténuation.

Par ailleurs, des dispositions favorables à la concurrence solides et intégrées encourageraient le transfert de technologies. La catégorie de pratiques commerciales restrictives dont il est question à l'article 40 de l'Accord sur le ADPIC pourrait être élargie, et l'octroi des licences obligatoires prévues à l'article 31 pourrait être facilité pour les TER. Comme l'ont noté Matsushita, Schönbaum et Mavroidis (2006), « nombre de pays en développement considèrent que l'application du régime des licences obligatoires devrait être requise si l'intérêt général est lésé par l'utilisation abusive d'un monopole associé à un brevet ». Profitant de leur influence grandissante au sein de l'OMC, ces Membres pourraient, dans ce contexte, redéfinir la notion d'« utilisation abusive » en l'élargissant au-delà des restrictions liées à une concession sous licence de façon à inclure les autres pratiques liées aux droits de propriété intellectuelle qui entravent le transfert de technologies respectueuses du climat (Hutchison, à paraître²⁵). Dans cet ordre d'idées, les pays développés pourraient donner l'exemple en prescrivant l'octroi de licences obligatoires en ce qui concerne les droits de propriété intellectuelle garantis au niveau national, stratégie qui n'a pas encore été essayée²⁶. Toutefois, des dispositions favorisant la concurrence se heurteraient à la vive résistance des détenteurs de droits de propriété intellectuelle qui exercent une grande influence auprès de plusieurs membres de l'OMC.

Les procédures de contestation de brevets pourraient être allégées de façon à abaisser les coûts pour les pays en développement (Stiglitz, 2008). La mise en place d'une procédure simple d'opposition préalable à la délivrance d'un brevet pourrait encore réduire les coûts et prévenir les abus.

On pourrait adopter des principes directeurs relatifs à la concession de licences qui prévoient le versement de droits de licence fixes et modérés par les preneurs de licences de brevets de TER. Dans les cas où le bien protégé présente manifestement des avantages pour l'environnement, il incomberait au détenteur du droit de propriété intellectuelle de démontrer pourquoi l'octroi d'une licence obligatoire ne serait pas justifié (Scherer, 1984; Stiglitz, 2008). Un système à plusieurs niveaux de taxes de dépôt pourrait dispenser du paiement de cette taxe les déposants qui autorisent le transfert de technologies respectueuses du climat aux pays en développement (Barton et Maskus, 2006; Maskus, 2004).

Si la concession de licences complètes est une option irréaliste, des licences temporaires pourraient être concédées selon les modalités fixées pour l'attribution d'exemptions en faveur des obtenteurs de variétés végétales et de ce que l'on appelle le privilège de l'agriculteur, exemptions et privilèges prévus par le Traité international sur les ressources phytogénétiques

24 Toutefois, nombre de pays en développement soutiennent que ce qui est en jeu, ce ne sont pas les ressources dont ils disposent, mais la nécessité de faire porter le fardeau du problème du climat à ceux qui sont responsables de ce problème.

25 D'un autre côté, la crainte excessive d'une concurrence de plus en plus âpre pourrait, en définitive, faire obstacle au transfert de technologies.

26 Par exemple, les États-Unis d'Amérique pourraient prescrire aux titulaires de brevets de technologies respectueuses du climat de concéder leurs technologies sous licence à l'étranger dans des conditions spécifiées. Il est vrai que, pour des raisons politiques, il serait très difficile de faire accepter cette proposition.

Les mécanismes d'évaluation des progrès en matière de transfert de technologies gagneraient à être renforcés

pour l'alimentation et l'agriculture²⁷. Par exemple, les détenteurs de droits de propriété intellectuelle pourraient fournir aux utilisateurs des pays en développement des technologies pour une période limitée, en escomptant recevoir une rémunération une fois la technologie « tropicalisée », c'est-à-dire adaptée aux exigences nationales. Cette proposition concernerait aussi bien les technologies d'adaptation au changement climatique que les technologies d'atténuation de ce changement.

Les mécanismes d'évaluation des progrès en matière de transfert de technologies gagneraient à être renforcés. Ces mécanismes pourraient s'appuyer sur l'Accord sur les ADPIC ou mettre à contribution des accords multiples de l'OMC (Maskus, 2004). Les problèmes actuels en matière d'évaluation tiennent à l'absence de transparence et d'un mécanisme de contrôle viable. En l'absence d'un contrôle formel, la dénonciation de certaines situations fournirait à tout le moins un début de responsabilisation.

Naturellement, la modification de tout Accord de l'OMC soulève de grandes difficultés politiques. Les mesures en faveur du transfert de technologies peuvent souvent défavoriser les détenteurs de droits de propriété intellectuelle, qui exercent une grande influence politique dans les pays développés. De plus, en dépit de la prise en compte des objectifs de développement, c'est l'égalité de traitement des pays qui est au cœur de l'Accord sur les ADPIC. Toutefois, l'égalité de traitement des technologies pourrait ne pas être aussi cruciale, comme l'attestent les progrès réalisés en ce qui concerne les médicaments essentiels. L'action à entreprendre à l'échelle mondiale pour faire face au changement climatique n'est assurément pas un jeu à somme nulle, et n'importe quel Membre de l'OMC espérant modifier l'Accord sur les ADPIC dans ce domaine devra mettre en avant l'intérêt commun de la promotion du bien public mondial que constitue la stabilité du climat. Cela étant, toute réforme devra également tenir compte des questions d'équité.

Options supplémentaires concernant la prise en compte des questions liées aux droits de propriété intellectuelle et des incitations à l'innovation

On a « à peine commencé à réfléchir » au rôle institutionnel de l'OMC dans le domaine du changement climatique (Evans et Steven, 2009, p. 32). Toutefois, le fait de rapprocher des disciplines commerciales et des préoccupations en matière de climat pose de graves problèmes, en particulier pour les pays en développement. On présente ci-après quelques autres propositions de facilitation de l'accès aux technologies et de leur diffusion, susceptibles ou non d'être intégrées dans un cadre de l'OMC.

Accès aux informations blanches et renforcement du partage des résultats de la R-D et D publique

La difficulté d'accès à l'information sur les technologies existantes est un obstacle au transfert et à l'adoption de technologies. Pour régler ce problème, il est notamment proposé de mettre en place un accord concernant l'accès à l'information. La création d'un organisme centrali-

²⁷ Les exemptions en faveur des obtenteurs de variétés végétales permettent à ces derniers d'utiliser les variétés protégées pour créer de nouvelles variétés en procédant à des essais. En vertu du privilège de l'agriculteur, ce dernier peut utiliser une partie de la récolte issue d'une variété protégée pour ensemercer son champ l'année suivante.

sateur de l'information sur les technologies respectueuses du climat a été préconisée dès 1992 [voir, par exemple, le chap. 34 d'Action 21 (Nations Unies, 1992)]. La Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques a déployé certains efforts pour promouvoir son cadre relatif au transfert de technologies et réaliser des évaluations des besoins en matière de technologies. Toutefois, il convient d'élargir ces efforts et de mieux les intégrer au problème du développement en général.

Le système multilatéral d'accès et de partage des avantages du Traité international sur les ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture pourrait inspirer un accord concernant l'accès aux technologies respectueuses du climat (Halewood et Nnadozie, 2008). Dans cet esprit, Barton et Maskus (2006) ont proposé de mettre en place un accord formel concernant l'accès à la technologie et aux sciences fondamentales « afin de généraliser l'accès aux résultats scientifiques essentiels et de développer le transfert des informations technologiques de base au monde en développement à un coût raisonnable ». En tant qu'accord de l'OMC, cet instrument pourrait tirer parti des mécanismes de règlement des différends et des autres structures institutionnelles.

La mise en place d'un accord de ce type n'irait pas sans certains problèmes. Pour commencer, il serait difficile de tracer la frontière entre la recherche « fondamentale » et la recherche « appliquée ». Pour favoriser les technologies respectueuses du climat, la notion de ce qui est « fondamental » pourrait être interprétée d'une manière moins restrictive dans le contexte des biens publics mondiaux (Barton et Maskus, 2006). Dans les cas limites, il faudrait élaborer des principes directeurs permettant de faire la distinction entre les résultats de la recherche devant rester confidentiels et ceux qui pourraient être rendus publics.

Mécanismes spécialisés de financement

Les gouvernements peuvent subventionner la mise au point et le transfert de technologies, soit à titre individuel, soit en association avec d'autres gouvernements. Les subventions, les réductions d'impôt et les autres incitations financières consenties par les pays à titre individuel sont les moyens de financement les plus simples. Ils peuvent orienter les entreprises privées vers certains secteurs, comme ceux qui englobent les technologies liées au changement climatique, en réduisant le niveau de risque des projets de R-D et D (Stiglitz, 2008). Toutefois, l'impact financier des gouvernements pris isolément est limité. De surcroît, ces dépenses peuvent être exploitées par des « resquilleurs » à l'échelle mondiale (Barton et Maskus, 2006).

Un mécanisme de financement coordonné au niveau international aiderait à régler le problème des resquilleurs. Ce pourrait notamment être un fonds d'affectation spéciale encourageant directement la R-D et D dans les pays en développement (Roffe, 2002), un fonds d'acquisition de brevets créé pour acheter des droits de propriété intellectuelle aux titulaires de brevets (Nations Unies, Département des affaires économiques et sociales, 2008) et un fonds qui couvrirait la différence de coût entre les TER et la technologie classique pour les entreprises des pays en développement (à l'instar du Fonds multilatéral pour l'application du Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone, voir encadré V.I).

Les problèmes liés aux droits de propriété intellectuelle pourraient être neutralisés par un système de prix technologiques, en vertu duquel les caractéristiques de performance d'une technologie souhaitée seraient définies. Un concours serait annoncé en vue de sa mise au point et un prix serait accordé à l'innovateur retenu en échange des droits de propriété intellectuelle. Les prix contribuent à réduire le gaspillage en dépenses de commercialisation et à diminuer les incitations à un comportement anticoncurrentiel (Stiglitz, 2008). Comme

Les gouvernements peuvent subventionner la mise au point et le transfert de technologies, soit à titre individuel, soit en association avec d'autres gouvernements

Un mécanisme de financement coordonné au niveau international aiderait à régler le problème des resquilleurs

les fonds ou accords d'achats anticipés, les prix donnent les meilleurs résultats si un objectif spécifique et bien défini leur est assigné (tel qu'un vaccin contre une certaine maladie).

Mécanismes de mise au point et de transfert de technologies

Au niveau international, un mécanisme de transfert de technologies pourrait être mis en place sous les auspices de la Conférence des Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques

Au niveau international, un mécanisme de ce genre pourrait être mis en place sous les auspices de la Conférence des Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, et appuyé par un secrétariat et divers groupes d'experts chargés d'étudier les diverses dimensions du problème de la technologie dans les pays en développement et, le cas échéant, de fournir une assistance technique concernant les diverses solutions technologiques disponibles pour atténuer les effets du changement climatique et s'adapter à ce changement. Ce modèle, qui a été utilisé avec succès dans le cadre de la structure institutionnelle du Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone, pourrait être adapté au contexte du changement climatique.

Aux niveaux régional et national, des centres spécialisés dans les nouvelles technologies à faibles niveaux d'émissions et leur diffusion pourraient être créés et reliés entre eux par le biais du mécanisme international. Ils contribueraient largement à rendre les technologies accessibles et économiques dans les pays en développement. Au moins dans leur phase initiale, ces centres seraient sans doute financés par l'État, même si le niveau des contributions respectives des donateurs, de l'État et du secteur privé varierait selon les pays et dans le temps. Le dosage de recherche fondamentale, d'essais sur le terrain, de services d'incubateurs d'entreprises, de capitaux d'investissement, de conseils et d'appui techniques, et d'analyses directives et d'analyses de marchés à retenir sera très largement tributaire de la situation et des problèmes nationaux.

Transfert de technologies par le biais de l'investissement

Accéder à des technologies non polluantes par le biais de l'investissement étranger direct

De nombreuses analyses de l'investissement étranger direct (IED) soulignent que c'est l'exploitation d'avantages propres à une entreprise, et notamment la propriété intellectuelle et les technologies de pointe, qui permet aux grosses sociétés d'entreprendre des activités risquées et coûteuses en dehors de leurs lieux d'implantation nationaux et régionaux immédiats. Le fait d'accueillir des entreprises de ce genre a été considéré comme l'un des moyens dont disposent les pays en développement pour combler leur retard technologique par rapport aux pays plus avancés. Ces dernières années, les politiques conçues par les pays en développement pour attirer ces entreprises ont été réorientées : au lieu de fournir à ces entreprises un marché national protégé, elles ont libéralisé les règles nationales régissant les IED et le commerce, notamment en créant des zones franches industrielles. Ces pays pensaient surmonter ainsi non seulement l'obstacle technologique, mais aussi l'obstacle à la croissance qui était lié au change. Les résultats ont souvent été décevants, en particulier dans les cas où l'IED s'est substitué aux activités de renforcement des capacités nationales (Nations Unies, 2006).

La technologie peut être physiquement transférée du pays d'origine au pays d'accueil par le biais de l'IED, mais une question continue de se poser, qui est celle de savoir quel type de liens ce transfert crée avec le reste de l'économie du pays d'accueil. Quelle est l'impor-

tance des retombées technologiques et servent-elles, comme Hirschman (1971) l'a demandé il y a près de 40 ans, à « stimuler le développement des intrants nationaux manquants » ou, en fait, « nuisent-elles à la qualité des facteurs de production nationaux »? Pour apporter des réponses détaillées à ces questions, il faudrait faire une longue digression qui sortirait du champ de la présente *Étude*. Toutefois, il convient de relever, dans ce qui est déjà une documentation abondante, deux constatations générales qui ne seront pas sans effet sur le rôle des IED lorsqu'il s'agira de s'engager dans une nouvelle voie peu génératrice d'émissions quelle qu'elle soit. En premier lieu, l'IED est généralement une variable retardée dans le processus de croissance; en d'autres termes, il est attiré par divers facteurs tels que la taille du marché, la présence de fournisseurs et le capital humain, qui sont le fruit d'un effort de développement ayant donné de bons résultats. En second lieu, même lorsqu'il se matérialise, des mesures énergiques doivent être prises pour garantir des retombées très positives dans l'économie nationale²⁸.

Ces retombées peuvent prendre un certain nombre de formes différentes : déplacement de personnel qualifié entre une filiale multinationale ou une coentreprise et d'autres entreprises, imitation technologique par les concurrents, et partage des technologies avec les fournisseurs, les clients ou les partenaires commerciaux.

Pour que les investissements étrangers massifs se matérialisent, il n'est pas nécessaire de prévoir une solide protection des droits de propriété intellectuelle, comme le montre l'exemple de la Chine. Le vaste marché et la rapidité de la croissance du pays ont obligé les entreprises étrangères à investir, même au risque de perdre le contrôle de technologies exclusives. Les pays où le régime de droits de propriété intellectuelle est « précaire », par exemple la République de Corée, la province chinoise de Taiwan et le Brésil d'avant l'Accord sur les ADPIC, ont figuré parmi les principaux emprunteurs de technologies (Correa, 2005, p. 228).

La recherche récente sur l'IED en tant qu'instrument de transfert de technologies (Todo et Miyamoto, 2006; O'Connor et Lunati, 2008) a relevé quelques conditions qui influent sur l'importance des retombées technologiques ou de la diffusion des connaissances. Todo et Miyamoto ont utilisé les données de groupes d'experts de l'industrie indonésienne pour étudier la diffusion des connaissances entre les filiales de multinationales japonaises et des entreprises indonésiennes. Ils ont abouti à la conclusion que les retombées n'étaient importantes que dans les cas où les filiales japonaises avaient investi elles-mêmes dans la R-D et D; dans les autres cas, elles étaient négligeables. D'autres études ont permis de constater que la R-D et D effectuée par des entreprises nationales influait également sur l'importance de la diffusion des connaissances à partir des entreprises bénéficiant d'investissements étrangers. Miyamoto (2008) a constaté une corrélation positive en Indonésie entre les investissements dans la formation réalisés par des entreprises nationales et l'importance de la diffusion des connaissances à partir d'entreprises étrangères. Toutes ces constatations amènent à conclure que le transfert de technologies ou de connaissances par le biais des IED n'est pas automatique : il dépend des investissements complémentaires réalisés par des entreprises étrangères et nationales.

À ce jour, la contribution des retombées dues aux IED à la promotion d'une voie de croissance peu génératrice d'émissions n'a pas fait l'objet de recherches poussées. Toutefois, l'exemple de la technologie éolienne en Chine montre que le fait d'accueillir des IED n'est pas en soi une garantie (voir encadré V.2). Une étude récente de l'industrie automobile

L'IED est généralement une variable retardée dans le processus de croissance : même lorsqu'il se matérialise, des mesures énergiques doivent être prises pour garantir des retombées très positives dans l'économie nationale

Le transfert de technologies ou de connaissances par le biais des IED n'est pas automatique : il dépend des investissements complémentaires réalisés par des entreprises étrangères et nationales

²⁸ Sur les liens entre l'IED et le développement, voir Kozul-Wright et Rayment (2007, chap. 4).

Le Gouvernement chinois devra s'orienter vers l'adoption d'une approche plus globale et intégrée qui vise à soutenir l'apprentissage national

chinoise (Gallagher, 2006) est également instructive à cet égard. Le secteur des transports fait partie intégrante d'un ensemble de secteurs interconnectés qui devraient faire passer la Chine à l'étape suivante du développement industriel. Ce secteur se développe à vive allure depuis le début des années 80, grâce en partie aux coentreprises créées avec des constructeurs automobiles étrangers dont la production alimente essentiellement un marché intérieur en expansion. Ce développement a contribué à son tour, ces dernières années, à l'accroissement très rapide des importations chinoises de pétrole. Jusqu'en 2000, le secteur était peu réglementé en ce qui concerne les normes d'émissions. Depuis, le pays a mis en place des réglementations plus strictes pour obliger les entreprises étrangères à transférer des technologies moins polluantes. Toutefois, selon les indications disponibles, ces entreprises ont bien adopté des technologies de lutte contre la pollution plus modernes, mais se sont montrées peu disposées à mettre en œuvre des technologies de pointe, et l'impact global de leurs activités dans ce domaine a représenté peu de chose par comparaison avec l'effet d'échelle de l'accroissement de la motorisation. L'étude conclut qu'il est peu probable que les incitations économiques aident en elles-mêmes la Chine à passer à l'étape suivante en matière de véhicules moins polluants, tels que les véhicules à pile à combustible, vu les prix prohibitifs et le contrôle exercé sur la propriété intellectuelle par les entreprises étrangères. L'étude a montré que les fabricants actuels de véhicules hybrides, par exemple, refusent de transférer les technologies de fabrication correspondantes en vue de produire ces véhicules en Chine. Le Gouvernement devra plutôt s'orienter vers l'adoption d'une approche plus globale et intégrée qui vise à soutenir l'apprentissage national dans le secteur automobile par la promotion de la R-D et D et la formation d'ingénieurs, notamment par le biais des études à l'étranger, et à stimuler la demande d'automobiles moins polluantes compte tenu de l'augmentation des prix et du caractère plus contraignant des réglementations. Ces mesures peuvent inciter les investisseurs privés, nationaux aussi bien qu'étrangers, à passer à des technologies moins polluantes, mais il faudra également planifier au niveau national l'amélioration et le développement des infrastructures publiques pour permettre au système des transports d'évoluer en fonction des objectifs climatiques.

Le MDP et le transfert de technologies

Le mécanisme pour un développement propre (MDP), axé sur le marché, a été mis en place en application du Protocole de Kyoto à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques²⁹ pour aider les pays développés à atteindre leurs objectifs d'émissions, en encourageant les entreprises du secteur privé à contribuer à la réduction des émissions et en investissant dans les pays en développement. Sans nécessairement mettre en jeu des IED, nombre de ces projets font appel aux sociétés transnationales des pays avancés. On attendait de ces transferts par le secteur privé qu'ils aident à transférer des TER aux pays en développement.

Quelques études ont essayé de déterminer la mesure dans laquelle le MDP contribue effectivement au transfert de technologies. Tout récemment, le Groupe de l'enregistrement et de la publication CDM/SDM de la Convention-cadre (Seres et Haites, 2008) a publié son propre rapport sur le MDP et le transfert de technologies. Sur la base de la documentation concernant 3 296 projets enregistrés et proposés au titre du MDP, ce rapport a constaté qu'environ 36 % des projets, qui représentaient 59 % des réductions d'émissions annuelles

²⁹ Nations Unies, *Collection des traités*, vol. 2303, n° 30822.

estimées, assuraient mettre en jeu un transfert de technologies, en indiquant que l'échelle de ces projets était en moyenne nettement plus importante que celle des projets qui ne disaient pas mettre en jeu un tel transfert. Il a également constaté qu'environ 30 % des projets unilatéraux, 40 % des projets exécutés avec le concours de participants étrangers et 30 % des petits projets assuraient mettre en jeu un transfert de technologies, contre 36 % de l'ensemble des projets. L'étude a constaté que les technologies transférées l'avaient surtout (plus de 70 %) été des pays suivants : Japon, Allemagne, États-Unis d'Amérique, France et Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord.

Les études révèlent d'importantes variations selon les pays en ce qui concerne les transferts de technologies signalés associés à des projets relevant du MDP. Dechezleprêtre, Glachant et Ménière (2009) se sont penchés sur le cas de quatre pays qui représentaient environ les trois quarts de l'ensemble des projets relevant du MDP, à savoir le Brésil, la Chine, l'Inde et le Mexique. Si 68 % des projets réalisés au Mexique mettaient en jeu un transfert international de technologies, les taux de l'Inde, du Brésil et de la Chine étaient respectivement de 12 %, de 40 % et de 59 %. L'une des raisons expliquant les taux élevés de transfert de technologies au Mexique et au Brésil est que, dans ces pays, les entreprises étrangères s'impliquent largement dans des projets relevant du MDP, ce qui est moins le cas en Chine et en Inde. Seres et Haites (2008) ont fait observer que ces variations entre pays pourraient également être attribuées à la politique commerciale, certains pays imposant des droits de douane nettement plus élevés sur le matériel importé que d'autres. Le point de savoir si ce facteur handicape le déploiement technologique dépend manifestement de la question de savoir si les capacités technologiques nationales peuvent valablement se substituer aux importations. Le transfert de technologies dans un type spécifique de projet relevant du MDP diminue généralement avec le temps, ce qui montre qu'il est fait progressivement davantage appel aux savoirs et au matériel nationaux.

Jusqu'à présent, le MDP a fonctionné à une échelle beaucoup trop limitée et a été trop axé sur un petit nombre de pays en développement pour pouvoir amorcer et maintenir le type de forte poussée vers les technologies moins polluantes que préconise la présente *Étude*. La démarche tendant à créer un MDP simplifié, assorti de critères sectoriels ou technologiques, pourrait lui permettre de relever plus efficacement les normes technologiques à plus long terme, mais cela prendra sans doute du temps.

Le commerce et le transfert de technologies liées au climat

Les gouvernements étant de plus en plus enclins à faire sérieusement face au changement climatique, on a assisté à une relance des débats Nord-Sud sur le commerce et l'environnement qui ont pour fin d'établir une distinction entre les mesures légitimes de protection de l'environnement et de la santé, autorisées au sein de l'OMC, et les mesures de protectionnisme commercial déguisées. En dépit de la création en 1994, au sein de l'OMC, d'un Comité du commerce et de l'environnement chargé de traiter des questions commerciales et environnementales litigieuses, telles que la question de savoir comment accélérer le transfert de TER tout en respectant les règles de l'OMC, on n'a guère avancé dans ce domaine. Les quelques éclaircissements qui ont été fournis l'ont plutôt été par les organes de règlement des différends de l'OMC qui se penchaient sur la question de savoir si les pays importateurs pouvaient interdire l'importation de thon et de crevettes en provenance de pays qui ne mettaient pas en œuvre les dispositifs permettant d'éviter les prises accessoires de dauphins et

L'une des raisons expliquant les taux élevés de transfert de technologies au Mexique et au Brésil est que, dans ces pays, les entreprises étrangères s'impliquent largement dans des projets relevant du MDP, ce qui est moins le cas en Chine et en Inde

de tortues menacées d'extinction. On peut s'attendre à une augmentation de ces différends commerciaux, étant donné l'absence d'accords préalables concernant les modalités de gestion des mesures proposées pour comptabiliser la teneur en carbone des marchandises échangées, ainsi que les subventions destinées à stimuler l'exploitation de sources d'énergie à moindre teneur en carbone.

Nous passons en revue ci-après ces questions et certaines des propositions qui ont été avancées s'agissant d'accélérer le transfert de technologies climatiques selon des modalités qui tiennent compte du principe des responsabilités communes mais différenciées consacré par la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques et son pendant dans le cadre de l'OMC, à savoir le principe du traitement spécial et différencié en faveur des pays en développement. Les pays se sont entendus sur ces principes en considérant qu'ils traduisaient les différences au niveau des capacités et de la responsabilité de l'accumulation d'émissions de GES à laquelle on devait le changement climatique. On relevait également une prise de conscience du fait que les pays en développement aspiraient à atteindre des niveaux supérieurs de développement économique et de bien-être social pour leurs habitants.

Par exemple, en vertu du Protocole de Kyoto, les pays en développement ne prennent pas d'engagements contraignants en matière de réduction des émissions de GES, encore qu'ils doivent recueillir des données et adopter des mesures d'atténuation et d'adaptation. Le niveau et la portée de ces mesures d'atténuation dépendront de l'appui financier, technologique et en matière de renforcement des capacités promis par les pays développés.

Au nombre des actions liées au commerce qui ont été proposées, on trouve l'accélération de la libéralisation des échanges de biens et de services environnementaux liés au climat, proposition qui invite à rendre le régime des droits de propriété intellectuelle plus indulgent à l'égard de ces biens et services, et à revoir l'Accord sur les subventions et les mesures compensatoires, figurant dans l'Accord de Marrakech (Organisation mondiale du commerce, 1994), de façon à autoriser les subventions qui encouragent les investissements dans des technologies à faible niveau d'émissions.

Les avantages potentiels de la libéralisation des échanges pour l'environnement, notamment la lutte contre le changement climatique, ont été mis en relief depuis l'adoption d'Action 21 (Nations Unies, 1992). En vertu du principe 12 de la Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement (ibid.), les Gouvernements doivent « promouvoir un système économique international qui soit porteur et ouvert et qui mène à une croissance économique et à un développement durable de tous les pays, pour mieux s'attaquer aux problèmes posés par la dégradation de l'environnement ». Le commerce est important dans la mesure où les biens d'équipement et les services importés sont un moyen supplémentaire d'accéder aux technologies et au savoir-faire environnementaux créés dans les pays développés, qui vient s'ajouter aux IED et à la concession de licences.

Toutefois, la libéralisation des échanges ne suffit pas en soi à garantir un véritable transfert de technologies. De fait, en dépit d'une libéralisation des marchés sans précédent et de plusieurs engagements pris en faveur du transfert de technologies tant dans la Convention-cadre que dans le Protocole de Kyoto, ainsi qu'au sein de l'OMC, le transfert de technologies n'est guère confirmé par les faits. On pensait que la libéralisation rapide des biens et services environnementaux concourrait à la réalisation des objectifs environnementaux en abaissant les prix de ces biens et services par rapport à ceux de leurs homologues non environnementaux ou classiques, ce qui favoriserait et encouragerait l'adoption de modes de production et de consommation plus écologiques. Pour appuyer les activités de lutte contre le changement climatique, la Banque mondiale (2008a) a proposé une accélération de la libéralisation des

Le niveau et la portée des mesures d'atténuation prises dans les pays en développement dépendront de l'appui financier, technologique et en matière de renforcement des capacités promis par les pays développés

Toutefois, la libéralisation des échanges ne suffit pas en soi à garantir un véritable transfert de technologies

produits, technologies et services utilisés dans les projets relevant du MDP afin de réduire les dépenses d'équipement et autres dépenses. La libéralisation des biens et services environnementaux a été ralentie non seulement par le fait que le cycle de Doha n'a pas pu être mené à bonne fin, mais aussi par l'absence d'une définition des biens et services environnementaux et les divergences de vues entre le Nord et le Sud sur le point de savoir quels droits de douane il convient d'abaisser plus rapidement.

La libéralisation des échanges de biens et de services environnementaux liés au climat

En règle générale, les pays en développement sont nettement plus tributaires des droits de douane pour générer des recettes que ne le sont les pays développés, qui ont mis en place les institutions qui leur permettent de collecter des impôts et des taxes sur les ventes ou taxes à la valeur ajoutée. Toute réduction importante de ces droits implique une baisse des recettes pouvant être investies dans le développement social et infrastructurel.

S'agissant de la libéralisation des biens et services environnementaux, les objectifs des pays en développement et des pays développés diffèrent. Les premiers veulent avoir accès aux technologies d'adaptation tout en protégeant leurs industries naissantes de biens et services environnementaux de façon à pouvoir ultérieurement se positionner dans ces secteurs nouveaux. Les pays développés, qui disposent d'avantages comparatifs en ce qui concerne les biens et services environnementaux à forte intensité de capital et de technologie, proposent une libéralisation rapide de ces biens. Un autre obstacle qui empêche de s'entendre sur la définition d'une liste de biens et services environnementaux ou de technologies liées au climat « admissibles » est lié à l'absence de spécificité de la manière dont ils sont identifiés à des fins douanières et de fixation des droits de douane. Ils sont identifiés à l'aide du Système harmonisé de désignation et de codification des marchandises (SH) et n'ont été harmonisés que jusqu'au niveau des positions à six chiffres. Ce niveau restant très agrégé, il regroupe des biens destinés à des fins environnementales ou non environnementales, tels que les « pompes pour liquides », souvent utilisées dans la fabrication de turbines éoliennes, mais aussi dans d'autres processus industriels. La libéralisation de ces biens visés par ce code SH aboutirait à renoncer aux recettes douanières à tirer de toutes les pompes de ce genre et à exposer à la concurrence internationale les entreprises nationales, qui sont souvent petites ou moyennes.

Les pays en développement craignent donc que les négociations sur les biens et services environnementaux ne représentent une autre tentative pour ouvrir leurs marchés. Par ailleurs, ils font observer que les pays développés ont été lents à remplir leurs obligations en ce qui concerne le transfert de technologies, le renforcement des capacités et l'aide financière dont les pays en développement ont besoin pour acquérir les technologies liées au climat nécessaires.

Ces derniers pays conserveraient assurément une plus grande marge de manœuvre s'ils n'étaient pas tenus, en vertu d'engagements pris à l'OMC, d'abaisser les droits de douane sur les « biens environnementaux » jusqu'à des niveaux très bas, voire de les ramener à zéro, conformément aux engagements contraignants pris à l'OMC. Ils pourraient alors choisir de développer leurs propres industries et de mettre au point leurs propres produits tout en maintenant des droits de douane adaptés à cet objectif, ou de libéraliser les droits appliqués sur certains produits liés à l'environnement. C'est important parce que, de plus en plus, les réductions de droits de douane de l'OMC sont consolidées; en d'autres termes, les taux de ces

S'agissant de la libéralisation des biens et services environnementaux, les objectifs des pays en développement et des pays développés diffèrent

Les pays développés ont été lents à remplir leurs obligations en ce qui concerne le transfert de technologies, le renforcement des capacités et l'aide financière dont les pays en développement ont besoin pour acquérir les technologies liées au climat nécessaires

Les pays en développement conserveraient une plus grande marge de manœuvre s'ils n'étaient pas tenus d'abaisser les droits de douane sur les « biens environnementaux » jusqu'à des niveaux très bas, voire de les ramener à zéro

droits, une fois abaissés, ne peuvent pas être relevés³⁰. En l'absence de garanties appropriées, l'accélération de la libéralisation des droits perçus sur les biens et services environnementaux réduirait la marge d'action des pays en développement pour ce qui est de promouvoir la production nationale dans le cadre d'une voie de développement peu génératrice d'émissions (Khor, à paraître).

Le second problème de définition concerne les biens et services environnementaux classiques, tels que l'épuration de l'eau ou les technologies de collecte des ordures, par opposition aux produits écologiques. La liste initiale des biens et services environnementaux proposée par les pays développés reprenait celle de la Coopération économique Asie-Pacifique (APEC) et énumérait des produits le plus souvent à haute intensité de capital et technologique. Les produits écologiques, au lieu de fournir une solution en aval au problème de la pollution, réduisent celle-ci au stade de la production ou de l'utilisation d'un produit. On peut citer, entre autres exemples bien connus, les aliments organiques et le café, ainsi que les produits dont la fabrication est moins génératrice d'émissions ou qui ont un meilleur rendement énergétique à l'utilisation, tels que les voitures hybrides. Le débat concernant les produits écologiques à l'OMC est au fond un débat sur le point de savoir si (et comment) l'Organisation peut distinguer des produits par ailleurs similaires en se fondant sur les procédés et méthodes de production de ces produits.

Les principes du traitement de la nation la plus favorisée et du traitement national actuellement consacrés par l'OMC empêchent toute discrimination entre « produits similaires » provenant de différents partenaires commerciaux, ainsi qu'entre les produits similaires de fabrication locale et les produits importés. Les pays en développement, craignant que les pays développés n'utilisent des procédés et méthodes de production pour créer des obstacles non tarifaires (en imposant des normes environnementales élevées au niveau des procédés, auxquelles les pays en développement aient du mal à se conformer), ont toujours été d'avis que si les produits finals ont les mêmes caractéristiques physiques, ce sont des « produits similaires » quel que soit leur procédé de fabrication. Cela dit, les conclusions récentes des organes de règlement des différends au sujet de la question de l'importation de crevettes et des prises accessoires de tortues dont il a été question plus haut semblent indiquer que, dès l'instant où les mesures de protection de l'environnement (en l'occurrence, de l'espèce de tortue menacée d'extinction) n'établissent aucune discrimination entre les producteurs nationaux et internationaux ou entre producteurs internationaux, elles sont conformes aux règles de l'OMC en vertu de l'article XX de l'Accord général sur les tarifs douaniers et le commerce (GATT), qui autorise des exceptions aux règles commerciales de l'OMC afin de protéger la vie ou la santé humaine, animale ou végétale. Les pays d'Amérique latine ont récemment proposé d'inscrire les produits de l'agriculture durable sur la liste des biens et services environnementaux, ce qui constituait manifestement une ouverture à l'égard des produits écologiques³¹.

Devant l'absence de progrès au niveau multilatéral, l'Institut international pour le développement durable (Cosbey, 2008) a proposé d'envisager la conclusion d'accords bilatéraux

³⁰ Pendant le Cycle de négociations commerciales multilatérales d'Uruguay, les pays en développement ont fait passer la proportion de produits d'importation dont les taux de droits étaient « consolidés » (faisant l'objet d'un engagement à l'OMC et difficiles à relever) de 21 % à 73 %. Données consultables sur le site Web de l'OMC : http://www.uto.org/english/theWTO_el/whatis_el/tif_el/agrm2_e.htm (consulté le 13 mai 2009).

³¹ Cette proposition, de même que la proposition brésilienne d'inscrire l'éthanol sur la liste, s'est heurtée à l'opposition des pays membres de l'OCDE.

et régionaux et/ou d'accords plurilatéraux analogues aux accords sur les marchés publics de l'OMC, en vertu desquels les membres pourraient opter pour des accords volontaires qui n'entreraient en vigueur que lorsqu'un nombre suffisant de pays y auraient adhéré. Selon d'autres propositions, les technologies devaient être déterminées par la demande : les pays en développement évalueraient leurs besoins en matière d'adaptation et d'atténuation et/ou leurs objectifs de développement et inscriraient les technologies en question sur la liste.

Carbone incorporé

La question litigieuse liée aux produits écologiques ou aux procédés et méthodes de production a été relancée lors des pourparlers sur les ajustements à la frontière, qui consisteraient à moduler les droits de douane appliqués sur les produits entrant dans un pays ou un bloc de pays en fonction du carbone émis par leurs procédés de production ou du carbone incorporé dans ces produits. Les juristes s'opposent sur les détails, mais semblent tous conclure que la plupart des ajustements à la frontière en fonction du carbone seraient difficiles à mettre en œuvre d'une façon qui soit compatible avec les règles actuelles de l'OMC.

À mesure que les pays développés mettent en place des politiques visant à faire face au changement climatique, leurs industries à forte intensité d'énergie et de carbone craignent d'avoir à affronter la concurrence de producteurs qui ne sont pas confrontés à une augmentation des prix de l'énergie dans les pays non visés à l'annexe I. Les gouvernements des pays développés peuvent également redouter ce qu'il est convenu d'appeler les « fuites » de carbone; à savoir la délocalisation de ces industries vers des pays dépourvus de réglementations dans ce domaine, avec les coûts économiques associés et sans aucun avantage pour l'environnement. Un certain nombre de pays développés proposent donc des ajustements à la frontière qui « redresseraient » l'écart au niveau du carbone émis dans la fabrication des produits importés. Si tous les pays développés adhèrent à un régime d'objectifs chiffrés contraignants en matière d'émissions, ces mesures seraient essentiellement dirigées contre les pays en développement, en particulier les principaux pollueurs, l'intention étant de les inciter à adhérer eux aussi à un régime d'objectifs contraignants.

En tout état de cause, les pays en développement finiront par devoir opérer des réductions importantes d'émissions par rapport aux trajectoires de maintien du statu quo s'ils veulent limiter la probabilité d'un changement climatique catastrophique. Toutefois, pour les raisons décrites dans les chapitres précédents, on ne peut pas s'attendre à ce qu'ils le fassent dans les mêmes conditions ou les mêmes délais que les pays développés, ou sans l'appui financier et technologique de ces derniers.

L'utilisation de mesures plus énergiques pour amener les pays en développement à prendre des engagements contraignants ne peut qu'émousser la confiance entre le Nord et le Sud, d'autant que les pays développés n'ont toujours pas fait aux pays en développement de promesses fermes d'appui financier et technologique à la mesure de l'enjeu.

Non seulement les ajustements à la frontière pourraient être inutiles, mais il est peu probable qu'ils atteignent leur objectif (Cosbey, 2008). Ils pourraient être inutiles parce qu'un petit nombre seulement de secteurs à forte intensité d'énergie (acier, aluminium, papier, produits chimiques et ciment) seraient concernés, et ces secteurs ne représentent qu'une faible proportion de l'activité économique dans le monde développé. Au Royaume-Uni, par exemple, leur part du produit intérieur brut (PIB) n'est que de 0,5 % (ibid.). Les ajustements à la frontière pourraient ne pas atteindre leur objectif parce qu'ils ne feraient probablement que changer l'itinéraire du commerce via des pays ayant mis en place d'énergiques mesures

L'utilisation de mesures plus énergiques pour amener les pays en développement à prendre des engagements contraignants ne peut qu'émousser la confiance entre le Nord et le Sud

Non seulement les ajustements à la frontière pourraient être inutiles, mais il est peu probable qu'ils atteignent leur objectif

en faveur du climat. Par exemple, les exportations chinoises de produits à forte intensité de carbone à destination des États-Unis en proportion du PIB chinois sont loin d'atteindre ne serait-ce que 1 %. De plus, si les mesures à la frontière ne s'appliquent qu'aux matières de base (comme l'aluminium), elles pénalisent les producteurs nationaux qui utilisent cet intrant. Si elles s'appliquaient aux produits manufacturés (comme les bicyclettes à cadre en aluminium), il deviendrait très difficile d'évaluer les ajustements à la frontière. Comme on l'a vu plus haut, si l'on veut qu'elles soient compatibles avec le principe de non-discrimination de l'OMC et avec le principe des responsabilités communes mais différenciées consacré par la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, elles seront extrêmement difficile à élaborer.

En l'absence des mesures d'incitation et d'appui appropriées, la baisse des prix des combustibles fossiles augmentera probablement la consommation de ces combustibles à forte intensité de carbone dans les pays en développement n'ayant pas adopté de politiques nationales comparables

La nécessité d'apporter un soutien financier et technologique aux pays en développement est rendue d'autant plus pressante que, lorsque les pays développés mettront en place des mesures visant à décourager l'utilisation des combustibles fossiles, la diminution de leur demande de ces combustibles fera baisser les cours mondiaux du charbon et du pétrole. En l'absence des mesures d'incitation et d'appui appropriées, la baisse des prix des combustibles fossiles augmentera probablement la consommation de ces combustibles à forte intensité de carbone dans les pays en développement n'ayant pas adopté de politiques nationales comparables (Fortunato, 2009; Cosbey, 2008).

Subventions aux énergies à faibles niveaux d'émissions

L'effort de décarburation des économies devra reposer sur des mesures d'incitation (et des réglementations) officielles

En sus de la question du carbone incorporé, les subventions à l'appui des sources d'énergie à moindre niveau d'émissions peuvent soulever des questions concernant la conformité aux règles de l'OMC. Le secteur de l'énergie produit les deux tiers des émissions de GES responsables du changement climatique. Les mesures visant à contenir le changement climatique consistent principalement à taxer ou à plafonner les émissions de CO₂ liées aux combustibles fossiles et/ou à subventionner les sources d'énergie de remplacement. Or, l'effort de décarburation des économies devant reposer sur des mesures d'incitation (et des réglementations) officielles, les pays doivent impérativement préciser les subventions qui seraient conformes aux règles de l'OMC. Ce problème pourrait être plus facile à régler que les questions susvisées concernant les produits écologiques et la libéralisation des biens et services environnementaux car il existe un précédent : l'Accord sur les subventions et les mesures compensatoires, qui est venu à expiration en 1999, avait prévu une exception pour les subventions environnementales, exception qui pourrait être réactivée pour autoriser des subventions liées au climat qui ne portent pas préjudice aux concurrents opérant dans les autres pays.

Si le caractère licite de ces subventions pouvait être rétabli, les pays développés et les pays en développement seraient autorisés à subventionner la recherche générale (aide aux activités de recherche menées par des entreprises ou des établissements d'enseignement supérieur ou de recherche passant des contrats avec des entreprises) sur l'atténuation des effets du changement climatique et l'adaptation à ce changement, sans avoir à redouter des sanctions commerciales (Hoekman, Maskus et Saggi, 2004).

S'agissant des systèmes d'échange de droits d'émission de carbone, on ne sait pas si l'attribution gratuite de quotas d'émission serait considérée comme une subvention au regard de l'Accord sur les subventions et les mesures compensatoires, car il n'existe aucune jurisprudence en la matière (Hufbauer et Kim, 2009). Il convient de noter qu'en vertu de cet Accord, il ne serait pas possible d'appliquer des droits compensateurs aux pays qui ne prendraient pas

de mesures pour lutter contre le changement climatique. L'inaction ne constitue pas « une subvention » au regard de l'Accord³².

L'accord multilatéral sur les investissements, à savoir l'Accord sur les mesures concernant les investissements et liées au commerce, prévoit peu d'obligations. Toutefois, les 2 500 accords bilatéraux d'investissement et les accords commerciaux régionaux contiennent des mesures énergiques. Dans l'Accord de libre-échange nord-américain (ALENA), les possibilités d'expropriation étaient si vastes et avaient donné lieu à un si grand nombre d'arbitrages que les États-Unis, le Canada et le Mexique ont décidé de donner une définition plus précise et plus étroite des investisseurs autorisés à former des recours pour expropriation en vertu du chapitre de l'Accord concerné. Ces arbitrages ont parfois eu un effet dissuasif sur les pays qui envisageaient d'adopter des réglementations plus strictes. Ils craignaient que les investisseurs ne puissent faire valoir que les nouvelles réglementations constituaient un traitement déloyal et inéquitable. Il y aurait lieu de préciser les investissements liés au climat qui sont susceptibles de constituer une expropriation indirecte, afin de donner aux pays une marge de manœuvre suffisante pour qu'ils puissent mettre en place les réglementations appropriées sans redouter d'avoir à verser des indemnités excessives à des entreprises étrangères.

Politiques et mesures internationales de renforcement des capacités dans les pays en développement

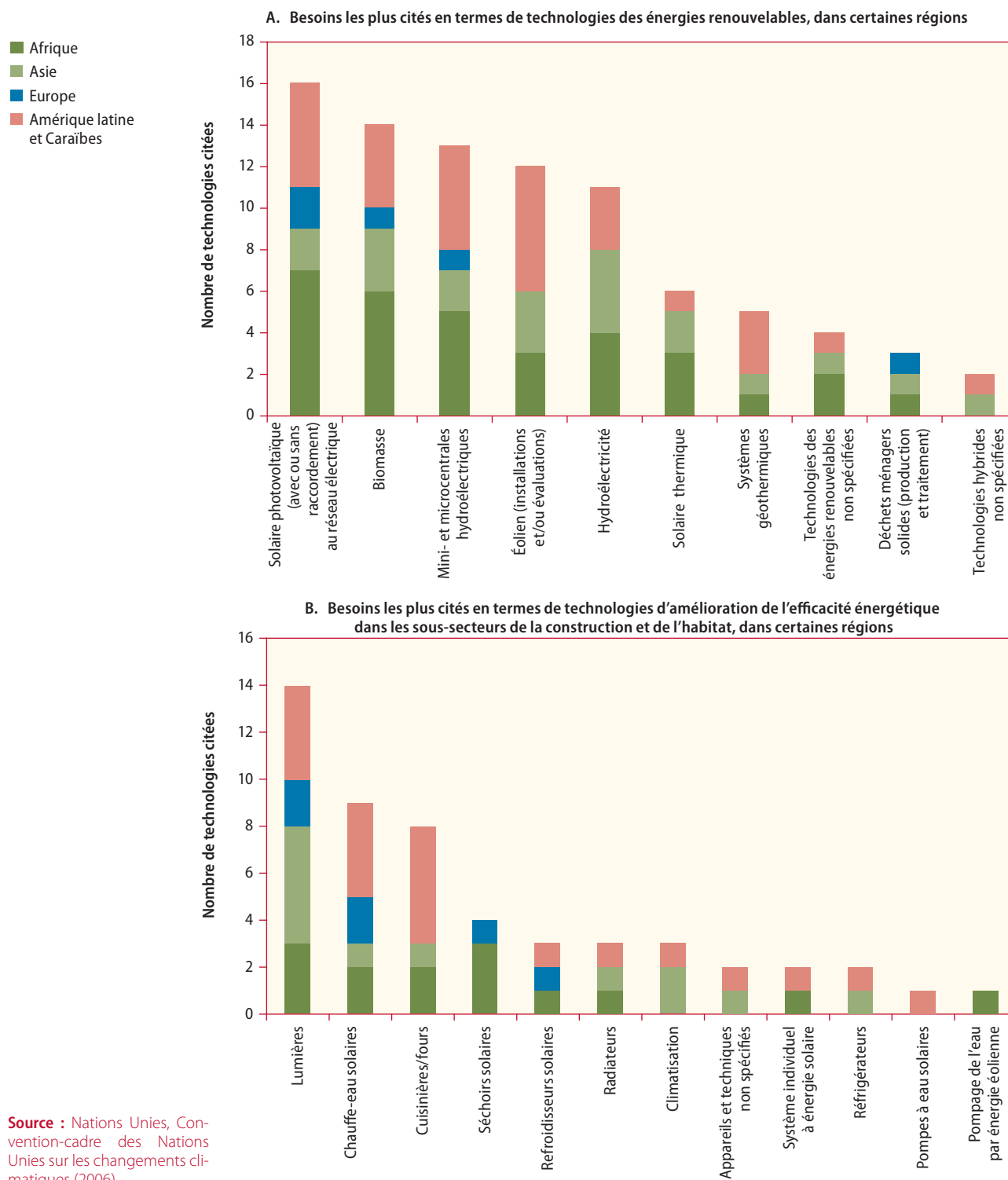
Pour absorber les technologies, il faut pouvoir compter sur des investissements dans le capital tant physique qu'humain. Plus le rythme de formation du capital est rapide, plus grande est la probabilité d'une telle absorption. Toutefois, comme nous l'avons vu au chapitre IV, le succès de l'utilisation des savoirs technologiques face au problème du climat dépendra de la promotion de l'apprentissage et des capacités technologiques nationales. Comme le montre la figure V.2, les besoins technologiques différeront d'une région à l'autre. Mais, dans tous les cas, les mesures énergiques prises par les pouvoirs publics seront l'un des ingrédients du succès (voir chap. IV). De plus, le caractère d'urgence au niveau mondial du problème du climat implique que la diffusion rapide des solutions technologiques appropriées requerra une collaboration internationale.

C'est particulièrement le cas dans le domaine de la R-D et D, où les pays en développement accusent un retard important et risquent de se laisser distancer encore davantage à mesure de l'apparition de nouvelles technologies. Parmi les technologies dont l'importance sera déterminante pour une nouvelle voie de développement, on peut citer le captage et le piégeage du carbone, les biocarburants à faibles niveaux d'émissions et les avancées dans les ressources d'énergie renouvelables telles que les panneaux solaires. De surcroît, les pays en développement doivent avoir accès aux pratiques optimales en matière de technologies d'adaptation, dans les domaines de l'agriculture, de la gestion des catastrophes et de l'urbanisme. Ces technologies sont souvent étroitement interdépendantes et établissent un lien entre la menace climatique et les autres menaces, telles que les menaces pour la sécurité alimentaire et la sécurité des approvisionnements énergétiques. Il s'ensuit que les mesures à prendre pour avancer sur tous ces fronts doivent l'être de préférence dans le cadre d'un programme d'action

Le caractère d'urgence au niveau mondial du problème du climat implique que la diffusion rapide des solutions technologiques appropriées requerra une collaboration internationale

³² L'expérience antérieure montre que les efforts déployés avec succès en matière d'efficacité peuvent entraîner un « effet de rebond » faisant augmenter la consommation globale. Les mesures devront prendre en compte la consommation absolue d'énergie.

Figure V.2
**Besoins les plus cités en termes de technologies des énergies renouvelables
 et de technologies d'amélioration de l'efficacité énergétique dans les sous-secteurs
 de la construction et de l'habitation, dans certaines régions**



Droits de propriété intellectuelle et technologies financées sur fonds publics

Encadré V.3

La question du transfert de technologies relevant du secteur public a été traitée lors de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement, tenue en 1992 à Rio de Janeiro. L'Action 21^a (chap. 34, par. 34.18, *a*) stipule que les gouvernements et les organisations internationales doivent promouvoir la « formulation de politiques et de programmes de transfert efficace de technologies écologiquement rationnelles qui relèvent du secteur public ou appartiennent au domaine public ». L'application de cette disposition a beaucoup laissé à désirer.

Les gouvernements des pays développés financent diverses activités de recherche-développement (R-D) axées sur la mise au point de technologies climatiques. Par exemple, en 2001, les gouvernements des pays de l'Union européenne (UE) ont consacré près de 350 millions d'euros à la R-D dans le domaine des énergies renouvelables, soit plus de la moitié des dépenses totales (Direction générale de la recherche de l'UE, 2006). Les dépenses publiques sont tout aussi importantes aux États-Unis d'Amérique. Par exemple, le Ministère de l'énergie des États-Unis a consacré environ 356 millions de dollars (budget de 2008) aux secteurs de l'énergie éolienne, des biocarburants et de l'énergie solaire photovoltaïque (Barton, 2007, p. 7).

Passant en revue la R-D financée par l'État aux États-Unis, au Canada, au Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, en République de Corée et dans les autres pays membres de l'OCDE, Sathaye, Jolt et De La Rue du Can (2005) ont constaté qu'il est courant pour les gouvernements concernés d'accorder des droits de propriété intellectuelle (brevets, droits d'auteur, marques, etc.) aux institutions de recherche bénéficiaires de leur aide. Aux États-Unis, par exemple, la recherche financée sur fonds publics finit généralement par être brevetée (Barton, 2007, p. 8).

Étant donné le rôle joué par les gouvernements en tant que principal élément moteur de la R-D dans le domaine des technologies climatiques, il sera nécessaire d'étudier les modalités de transfert des technologies climatiques financées sur fonds publics aux pays en développement. Les pays de l'OCDE, qui sont généralement propriétaires de la plupart des technologies nécessaires à l'atténuation et aux réductions des émissions, sont bien placés pour déterminer les flux technologiques par l'influence directe qu'ils exercent auprès du secteur privé ou sur les institutions publiques dont ils financent la R-D; ils devraient donc jouer un rôle plus actif dans le transfert de ces technologies aux pays en développement

^a Nations Unies (1992).

et de financement structuré au niveau mondial (Stern, 2009, p. 173). La recherche financée par des fonds publics offre le meilleur espoir d'améliorer la coordination entre les multiples institutions de recherche du secteur privé, du secteur à but non lucratif et du monde universitaire qui s'emploient déjà à relever ces défis, et a de plus de meilleures chances de garantir la plus large diffusion des résultats (encadré V.3). Une recherche transparente et facilement accessible est d'autant plus importante que les cadres réglementaires et juridiques, tels que la fixation de normes, verront probablement le jour sur la base de ses résultats.

S'agissant en particulier des technologies de pointe, il est indispensable de pouvoir compter sur des ingénieurs et des gestionnaires compétents³³. Il importe de mettre en place des programmes d'enseignement et de formation permanente améliorés dans les domaines technique, administratif, financier, réglementaire et juridique (Nations Unies, Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, 2003). Afin d'améliorer l'enseignement national, les pays en développement peuvent, pour se prémunir contre l'exode des compétences, offrir des incitations aux étudiants. Les mécanismes permettant d'éviter le départ de la main-d'œuvre qualifiée et de la rapatrier sont notamment la flexibilité salariale,

La recherche financée par des fonds publics offre le meilleur espoir d'améliorer la coordination entre les multiples institutions de recherche du secteur privé, du secteur à but non lucratif et du monde universitaire

Les mécanismes permettant d'éviter le départ de la main-d'œuvre qualifiée et de la rapatrier sont notamment la flexibilité salariale, les primes de rapatriement et les mesures d'incitation à la création d'entreprises de technologie

³³ D'un autre côté, l'un des avantages des savoirs et technologies traditionnels est qu'un capital humain suffisant est probablement déjà en place dans les pays en développement.

Tableau V.1

Mécanismes novateurs de promotion de la mise au point et du transfert de technologies

<i>Mécanisme</i>	<i>Justification</i>	<i>Questions à considérer</i>
Centres de mise au point et de transfert de technologies financés sur fonds publics	Modèle de diffusion de la technologie inspiré de la révolution verte : mettre les technologies à la disposition des pays en développement sans protection par les droits de propriété intellectuelle	Convient pour les technologies d'atténuation ou uniquement pour les technologies d'adaptation
Mécanisme de financement des technologies, devant permettre aux pays en développement de participer à des projets internationaux de R-D	Les droits de propriété intellectuelle en résultant pourraient être partagés; les rachats de brevets pourraient permettre aux pays en développement d'accéder aux technologies qui sont la propriété d'intérêts privés	A-t-on mis en place des mesures suffisantes pour inciter les leaders technologiques privés des pays développés à participer à ce mécanisme ?
Communautés de brevets pour rationaliser la concession de licences pour des inventions nécessaire à l'exploitation d'une technologie donnée	Les preneurs de licences des pays en développement n'auront pas à traiter avec de multiples titulaires de brevets	Quelles sont les incitations pour les titulaires de brevets ? Une réglementation par les pouvoirs publics serait-elle nécessaire ?
Alliance mondiale de R-D aux fins de la recherche sur les technologies d'adaptation essentielles	Modèle de la recherche sur les maladies tropicales négligées	Cette approche convient-elle pour les technologies d'atténuation ?
Fonds mondial de capitaux d'investissement dans les technologies non polluantes	Fonds hébergé par une institution multilatérale de financement qui détiendra également les droits de propriété intellectuelle	Les nouvelles entreprises technologiques seront-elles commercialement viables si elles ne détiennent pas de droits de propriété intellectuelle ?
Eco-Patent Commons, plate-forme de partage de brevets pour des technologies écologiquement rationnelles	Approche adoptée par le secteur privé pour rendre certaines TER disponibles en franchise de redevances sur la base d'un échange équitable	Les incitations privées volontaires semblent peu consistantes. Qu'en est-il des entreprises qui n'ont pas de brevet à offrir ?
Proposition « Azurs » de l'Office européen des brevets: système différencié de brevets pris pour des technologies liées au changement climatique fondé sur la concession de licences d'exploitation de droits	Les nouvelles technologies complexes s'appuyant sur des processus d'innovation cumulatifs doivent être traitées d'une façon différente des produits pharmaceutiques, par exemple	Semble répondre à des préoccupations analogues à celles prises en considération par la proposition relative aux communautés de brevets : il faudrait préciser les implications pour l'accès aux technologies
Régime fiscal plus favorable dans les pays développés pour la R-D effectuée par le secteur privé des pays en développement	Adoption par les gouvernements des pays développés d'une approche plus proactive et axée sur l'incitation technologique	Pourrait soulever des difficultés politiques intérieures
Prix technologiques	Récompenser l'innovation sans accorder de droits de propriété intellectuelle aux innovateurs	Nécessite un objectif de recherche bien défini

Source : Nations Unies, Département des affaires économiques et sociales (2008).

les primes de rapatriement et les mesures d'incitation à la création d'entreprises de technologie. Les pays développés, de leur côté, devraient subventionner la formation à l'étranger, la participation à des conférences et, dans certains cas, l'emploi temporaire de diplômés originaires de pays en développement. On pourrait également faire bénéficier d'une attention spéciale les propositions de subventions à la recherche sur les TER mobilisant des équipes des pays en développement (Maskus, 2004). Le renforcement des capacités pourrait également être mis en œuvre par le biais des accords de coopération dont sont de plus en plus souvent assortis les accords commerciaux régionaux conclus par des pays membres de l'OCDE. Cela

pourrait aider les pays en développement à évaluer les obstacles à leur exploitation des énergies à faible niveau d'émissions. Les programmes d'aide au commerce devraient également être exploités à cet égard.

Ce qui s'impose est incontestablement un effort international massif (Nations Unies, Département des affaires économiques et sociales, 2009). Le tableau V.1 présente divers mécanismes novateurs de promotion de la mise au point et du transfert de technologies. Trois initiatives étroitement liées entre elles pourraient aider à renforcer la collaboration internationale aux fins de l'acquisition des compétences et des technologies nécessaires pour faire face au changement climatique :

- *Un fonds technologique multilatéral* destiné à financer un programme international de diffusion des technologies climatiques et à renforcer et à coordonner des activités régionales et nationales de R-D et D dans les pays en développement. Ce fonds pourrait être hébergé par le secrétariat de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques et mettre à contribution le réseau existant de chercheurs et de scientifiques du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) dans l'élaboration de ses programmes. Le financement d'un tel programme pourrait s'inspirer de l'expérience du Fond pour l'environnement mondial (FEM) (voir encadré V.4 et chapitre VI). La baisse régulière de la R-D et D publique dans le secteur de l'énergie montre bien à quel point il est urgent de créer un tel fonds. Un programme complet devrait se focaliser sur tout l'éventail des problèmes technologiques qui se posent, s'agissant de développer des technologies moins polluantes, aux stades de la science fondamentale, de la R-D et D appliquée, de la démonstration, du déploiement et de la commercialisation. Toutefois, une attention prioritaire devrait être accordée au financement coordonné de la mise au point, de la démonstration et du déploiement de technologies essentielles, telles que le captage et le piégeage du carbone et la prochaine génération de biocarburants, lesquels revêtent un intérêt particulier pour les pays en développement. Étant donné le caractère public de la R-D et D, il serait indispensable de garantir le financement spécialisé et prévisible d'un tel fonds, en utilisant les types d'instruments décrits au chapitre VI. Ce fonds pourrait servir de centre de coordination de la recherche permanente menée dans le domaine des technologies climatiques aux niveaux international et national et parmi les organisations publiques, privées et à but non lucratif, tout en garantissant l'accès à l'ensemble des recherches disponibles, conformément au caractère d'urgence du problème.
- *Un programme de transfert de compétences.* Un programme élargi de renforcement des capacités pourrait compléter le fonds; il consisterait en un déplacement temporaire (peut-être uniquement virtuel) de travailleurs qualifiés connaissant le chômage ou le sous-emploi (ingénieurs, techniciens, maîtres de l'enseignement primaire, spécialistes de l'agriculture durable et travailleurs manuels et non manuels qualifiés) des pays développés vers les pays en développement, afin de fournir de la main-d'œuvre et d'assurer une formation professionnelle du type « formation d'instructeurs ». On pourrait à cette fin avoir recours à un moyen novateur, l'« externalisation inverse », c'est-à-dire des programmes utilisant l'Internet et d'autres technologies de communications et par le biais desquels des services de formation à distance dans des domaines essentiels seraient fournis par les pays développés aux pays en développement. Pendant une récession, beaucoup de techniciens, d'enseignants et de professionnels sont licenciés. Même si seulement 5 ou 10 % d'entre eux participaient

à un service de transfert de technologies organisé par l'intermédiaire d'agences de coopération pour le développement pendant des périodes allant de six mois à deux ans, un transfert de compétences et de savoir-faire important pourrait être opéré. Ce serait une solution avantageuse à la fois pour les pays en développement qui ont besoin d'une aide supplémentaire et pour les pays développés qui connaissent des problèmes de trésorerie tout en étant obligés de verser des indemnités de chômage.

- *Un pôle de technologies public.* Les résultats de la recherche publique sur les technologies climatiques financée intégralement ne doivent pas déboucher sur la délivrance de brevets privés : ils doivent être mis à la disposition de tous les pays à un coût faible, voire nul. Un secrétariat technique serait nécessaire pour suivre cette recherche et en rassembler et en diffuser les résultats, centraliser les informations relatives aux technologies financées sur fonds publics existantes et promouvoir activement l'accès à ces technologies, en particulier pour les pays en développement. Cet organe pourrait collaborer avec le Fonds mondial pour la technologie pour garantir la plus large diffusion de la recherche future parrainée par ce Fonds.

Encadré V.4

Le Fonds pour l'environnement mondial

Le transfert de technologies est considéré comme l'une des mesures essentielles à prendre pour relever le défi du changement climatique. De fait, la promotion du transfert de technologies écologiquement rationnelles (TER) et la coopération à ce transfert découlent d'un engagement énoncé dans la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Afin d'atteindre ces objectifs, la Convention a proposé la création d'un mécanisme financier. Le Fonds pour l'environnement mondial (FEM) est le mécanisme financier de la Convention.

Voilà 17 ans que le FEM finance des projets visant à promouvoir le transfert de TER sous la direction de la Conférence des Parties à la Convention. Pendant cette période, quelque 2,5 milliards de dollars ont été alloués à des projets relatifs au changement climatique et ont permis de mobiliser environ 15 milliards de dollars sous la forme de cofinancement. La plupart du temps, les montants alloués le sont sous la forme de dons versés aux pays en développement et aux pays en transition. Par le biais de son programme de microfinancements, le FEM a également accordé plus de 10 000 microfinancements directement à des ONG et à des organisations locales.

Quelques exemples de technologies écologiquement rationnelles, soutenues par le FEM, sont décrits ci-dessous.

Éclairages et appareils ménagers consommant peu d'énergie

Le FEM a constitué un portefeuille de projets visant à promouvoir des appareils et des technologies à haut rendement énergétique dans les pays en développement. Les interventions qu'il finance consistent généralement à préconiser des normes de rendement énergétique et l'étiquetage correspondant, l'éducation des consommateurs et l'essai et la certification des appareils. Dans les pays dotés de capacités de fabrication substantielles, il a également aidé des entreprises à mettre au point de nouveaux modèles d'appareils à haut rendement énergétique et à acquérir des informations et des connaissances techniques auprès des pays plus avancés.

En Tunisie, par exemple, 10 fabricants nationaux d'appareils sur 12 proposent des modèles consommant moins d'énergie. En Chine, le projet du FEM de promotion de réfrigérateurs consommant peu d'énergie a adopté une approche à deux volets, à savoir l'incitation technologique et l'attraction commerciale. L'incitation technologique prend la forme d'une assistance technique aux fabricants de réfrigérateurs et de compresseurs, d'améliorations techniques et de programmes de formation de concepteurs, tandis que l'attraction commerciale est assurée par l'adoption de normes de rendement énergétique.

Depuis le milieu des années 90, le FEM appuie la diffusion de technologies d'éclairage peu gourmandes en énergie dans plus de 20 pays. Il a également lancé une initiative mondiale

Encadré V.4 (suite)

pour un éclairage économe en énergie, approuvée par son Conseil en 2007, en vue d'accélérer la cessation graduelle de la production d'appareils d'éclairage à faible rendement énergétique par l'intermédiaire du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et du Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD); il fournit parallèlement un appui à un plus grand nombre de pays et de programmes nationaux.

Technologies industrielles à haut rendement énergétique

Le FEM a financé plus de 30 projets industriels visant à promouvoir les améliorations techniques et l'adoption et la diffusion de technologies à haut rendement énergétique. Ces projets mettent l'accent sur la mise en place de mécanismes commerciaux tels que les sociétés de services énergétiques, ainsi que sur la création d'instruments de financement spécialisés et sur l'assistance technique afin de stimuler les investissements dans les nouvelles technologies. D'autres projets visent à sélectionner un ou plusieurs sous-secteurs dans lesquels certaines technologies pourraient être préconisées. Les secteurs concernés sont notamment les matériaux de construction (briques, ciment et verre), l'acier, la cokéfaction, la fonderie, le papier, les céramiques, les textiles, les produits alimentaires et les boissons, le thé, le caoutchouc et le bois. Par ailleurs, un certain nombre de projets préconisent des équipements à haut rendement énergétique, tels que les chaudières, les moteurs et les pompes, ainsi que la cogénération dans le secteur industriel. Dans le cas de certains projets, le Fonds a préconisé un transfert de technologies Sud-Sud; l'un de ces projets reposait sur le transfert au Bangladesh de la technologie chinoise des fours à briques à haut rendement énergétique.

Chaudières haute performance

Le projet relatif aux chaudières industrielles chinoises haute performance a bénéficié d'une subvention de 32,8 millions de dollars du FEM pour : a) améliorer les modèles de chaudières existants en y incorporant des systèmes de combustion et équipements auxiliaires perfectionnés en provenance de pays développés; b) adopter de nouveaux modèles de chaudière haute performance en y incorporant les techniques de fabrication et les plans de chaudières modernes; et c) fournir une assistance technique et une formation aux fabricants et utilisateurs de chaudières. Achevé en 2004, le projet a appuyé avec succès le transfert international des technologies de fabrication de chaudières, qui a profité à neuf fabricants de chaudières et à neuf fabricants d'équipements auxiliaires pour chaudière. Avec l'appui du FEM, les fabricants chinois ont acquis des technologies de fabrication de chaudières haute performance de pointe, construit des prototypes et commencé la production industrielle. Par le biais de l'assistance technique, le projet a également permis de définir et de réviser des normes nationales et sectorielles, tout en renforçant les capacités techniques du secteur chinois des chaudières.

Chauffe-eau solaires

La technologie des chauffe-eau solaires donne parfois l'impression d'être simple, mais cela ne doit pas faire illusion. La qualité des raccords, des capteurs solaires et de l'installation a un impact important sur le fonctionnement. C'est la raison pour laquelle l'emploi de matériaux bon marché et la mauvaise qualité du travail et de l'installation se sont souvent soldés par des appareils qui n'étaient pas en état de marche et auxquels il a fallu renoncer. L'expérience du FEM a montré que la compétence du personnel et le respect de normes élevées sont indispensables au succès de la diffusion de cette technologie.

Au Maroc, par exemple, les premiers chauffe-eau solaires ont généralement été de mauvaise qualité. Les consommateurs s'en sont désintéressés, ce qui a rendu le marché atone. Un projet du FEM a permis de réparer les vieilles installations qui ne fonctionnaient pas, d'adopter des normes de qualité plus élevées et de former les techniciens et le personnel pour garantir que les futures installations fonctionneraient correctement. En outre, afin d'encourager la fabrication et la vente de chauffe-eau de meilleure qualité, une subvention a été accordée aux premières personnes qui passeraient aux chauffe-eau dont la fabrication répondait aux nouvelles normes. Ces initiatives ont permis une reprise du marché, qui à présent se développe rapidement, de même que l'ensemble du secteur.

Encadré V.4 (suite)***Production d'énergie à partir des déchets ménagers***

Un certain nombre de projets ont appuyé l'utilisation du méthane extrait des déchets ménagers, à partir soit des déchets solides des décharges, soit des déchets biologiques liquides. Nombre de ces projets ont pu être financés par le FEM en tant que projets liés aux énergies renouvelables et mesures à court terme en raison de leur bon rapport coût-efficacité. Le Fonds a contribué à développer la mise en œuvre de ces technologies; à présent, son appui n'est plus nécessaire, car les projets sont admissibles à une assistance financière et hautement rentables lorsqu'ils sont exécutés dans le cadre du mécanisme pour un développement propre.

Le projet indien de biométhanisation, dont l'exécution avait été proposée au début des années 90, était conçu pour exploiter les capacités endogènes de l'Inde en matière d'adaptation aux déchets industriels de la technologie du biogaz et de reproduction de cette technologie dans ce domaine. Un problème préexistant avait été posé par le fait que les déchets biologiques provenant du secteur agro-alimentaire et des secteurs connexes déposaient de grandes quantités de méthane et d'autres polluants dans les cours d'eau des alentours. Le projet se proposait de produire le méthane dans un environnement contrôlé, avant de le capter et de l'utiliser pour produire de l'énergie.

Concentration de l'énergie solaire

En collaboration avec l'Inde, le Mexique, le Maroc et l'Égypte, le FEM a constitué un portefeuille de quatre stations pilotes de concentration de l'énergie solaire. Les projets ont construit des installations solaires (d'une puissance de 30 mégawatts en général) dans le cadre de centrales hybrides solaire/turbine à gaz. Le succès de l'hybridation des centrales à turbine à gaz et à énergie solaire permettrait aux projets de distribuer de l'électricité à volonté, ce qui les rendrait économiquement plus intéressants.

Conclusion

Un rythme rapide d'investissement ne pourra permettre de relever le défi du climat que s'il s'accompagne d'une transformation technologique débouchant sur un renforcement de la capacité de produire, d'appliquer et de déployer des technologies respectueuses du climat. Toutefois, pour nombre de pays en développement, le coût de l'accès à ces technologies pourrait s'avérer prohibitif. Les pays développés se sont engagés à impulser une transition vers des technologies moins polluantes et à faire en sorte que les pays en développement ne restent pas sur le carreau, mais ils n'ont tenu aucun de ces engagements. Un transfert novateur de technologies et de savoir-faire sera nécessaire pour atteindre les objectifs liés au changement climatique dans le contexte de l'atténuation et de l'adaptation.

Le présent chapitre a recensé les obstacles que le transfert de technologies pourrait rencontrer au niveau international en ce qui concerne les droits de propriété intellectuelle, le comportement des entreprises et les règles commerciales. À ce jour, ces facteurs ne se sont pas avérés prohibitifs. Toutefois, leurs répercussions sont appelées à s'intensifier si les pays en développement décident de s'engager à fond dans une voie de développement peu génératrice d'émissions et à forte croissance. La communauté internationale doit s'employer d'urgence à anticiper ces obstacles et à imaginer des moyens de les lever. Elle devra pour cela dégager un consensus, car il pourrait y avoir lieu de modifier les règles de l'OMC et d'accorder sans

tarder des dérogations spéciales au titre du climat compte tenu de l'évolution rapide de la situation climatique. Elle devra également étudier avec le plus grand soin les implications des principes de non-discrimination de l'OMC et les principes de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, en particulier celui des responsabilités et capacités communes mais différenciées. Elle devra à cet égard prendre en considération les compétences et les obligations historiques. Dans la mesure où tout accord portant sur la période postérieure à 2012 conservera probablement ces principes, il s'agira de se donner les moyens de garantir la cohérence et la compatibilité de leur application.

Chapitre VI

Financement de l'action de développement à entreprendre pour faire face au changement climatique

Introduction

Pour relever le défi climatique, les investissements massifs seront une nécessité inéluctable, aussi bien dans les pays développés que dans les pays en développement. Les pays développés ont commencé à procéder aux ajustements nécessaires, en se concentrant notamment sur l'efficacité énergétique. Toutefois, et en dépit des préoccupations exprimées et des assurances données, le rythme des interventions a été lent. En 2008 et 2009, l'inclusion d'investissements verts dans les programmes de relance mis en place pour faire face à la crise financière mondiale a fait espérer qu'une action plus soutenue avait été engagée dans ces pays. Pourtant, leurs décideurs devraient se montrer beaucoup plus ambitieux en matière de réduction des émissions.

On ne peut attendre des pays en développement qu'ils empruntent la voie ouverte par les pays développés que si l'action engagée par ces derniers est compatible avec des objectifs de croissance et de développement établis de longue date. La présente *Étude* a montré que cette compatibilité ne peut être garantie que par l'adoption d'une démarche axée sur les investissements et intégrée. En particulier, les investissements massifs devront être concentrés en début de période afin de réaliser une « forte poussée » dans la production d'énergie tirée de sources à faibles niveaux d'émissions et de se donner les moyens d'atténuer les effets des menaces et chocs climatiques et de s'y adapter. Ces investissements, toutefois, impliqueront un coût initial élevé et comporteront un élément important d'incertitude.

La réflexion consacrée à la dimension économique du débat mondial sur la politique climatique a été dominée par des évaluations des instruments axés sur le marché, tels que le plafonnement des émissions et l'échange de droits d'émissions, et l'imposition d'une taxe sur le carbone, deux instruments qui visent à modifier les incitations relatives aux prix de façon à rendre plus intéressants les investissements dans l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables. Certes, l'investissement privé est appelé à jouer un rôle prédominant dans tout avenir économique peu générateur d'émissions et il ne fait guère de doute que la fixation d'un prix réaliste du carbone devra faire partie intégrante de tout programme d'intérêt public. La question se pose toutefois de savoir si ces instruments peuvent provoquer les changements de modes de production et de consommation et mobiliser les investissements massifs qui sont nécessaires pour conjurer le risque de catastrophe posé par le changement climatique, et garantir que les ajustements s'opèrent d'une façon équitable et harmonieuse. Il est permis

Les investissements massifs devront être concentrés en début de période

d'en douter. On s'accorde généralement à reconnaître que les mécanismes de prix sont peu fiables lorsque les investissements à réaliser sont massifs et que leur rendement n'apparaît pas immédiatement, est imprévisible et dépend d'une série d'efforts d'investissement et de mesures complémentaires (DeLong, 2005). C'est d'autant plus vrai aujourd'hui, alors que les problèmes du climat et du développement se conjuguent sur fond de dysfonctionnement systémique des marchés financiers et où les marchés du carbone se caractérisent par un niveau d'instabilité des prix qui n'est pas compatible avec la planification d'investissements à long terme (Nell, Semmler et Rezai, 2009).

Le type de démarche d'investissement à adopter pour relever le défi du climat imposera d'avoir largement recours à la réglementation et à l'investissement public massif si l'on veut que les mutations nécessaires puissent avoir lieu

Les instruments axés sur le marché auront leur rôle à jouer dans le cadre d'un train de mesures plus vastes, mais le type de démarche d'investissement à adopter pour relever le défi du climat imposera d'avoir largement recours à la réglementation et à l'investissement public massif si l'on veut que les mutations nécessaires puissent avoir lieu.

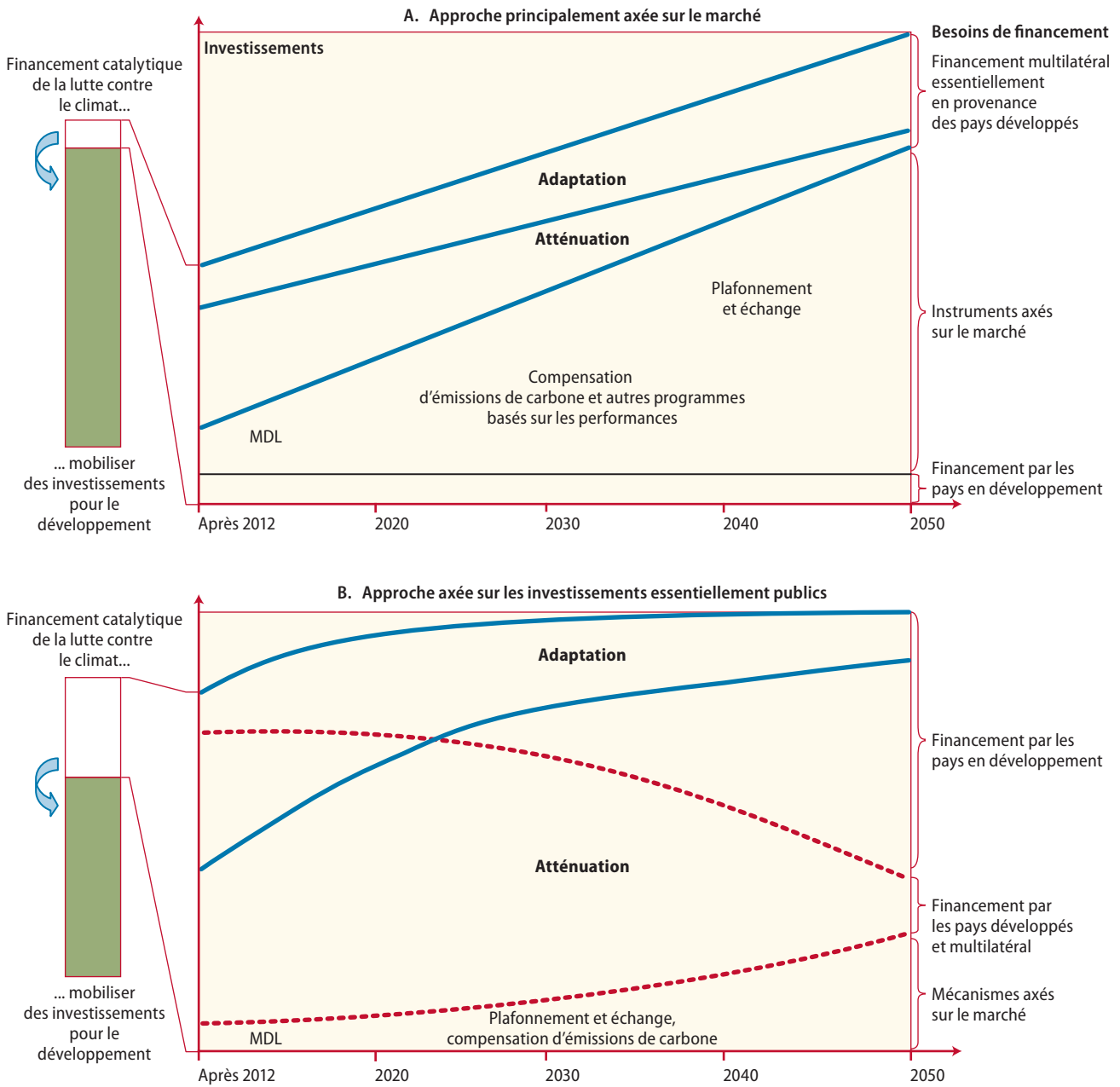
L'investissement public, financé à la fois par les recettes fiscales et par l'emprunt à long terme, a de tout temps contribué à réorienter les voies de développement, notamment dans les pays qui sont aujourd'hui les plus avancés (Rohatyn, 2009). Dans bien des cas, l'appui financier extérieur a été déterminant. La réalisation dans les pays en développement de la transition vers une voie peu génératrice d'émissions et à forte croissance devra également faire appel dans la plupart des cas à des investissements publics massifs, financés en grande partie à l'aide de ressources extérieures, en particulier dans les premières phases. Parallèlement à des modifications importantes du coût des émissions de carbone, ces investissements auront pour but de créer des opportunités d'investissement pour le secteur privé dans la nouvelle voie de développement ainsi ouverte.

Étant donné les grandes incertitudes qui entourent les coûts précis et l'efficacité des types de mesures mentionnés jusqu'à présent, il n'est pas facile de définir un cadre de financement approprié pour la lutte contre le changement climatique. Selon l'objectif retenu pour la stabilisation des concentrations de GES et les hypothèses faites en ce qui concerne l'efficacité des mesures, les estimations du coût annuel de l'atténuation s'échelonnent entre 0,2 % et 2 % du produit mondial brut (PMB) d'ici à 2030. En tout état de cause, ne rien faire entraînerait des pertes économiques beaucoup plus importantes. Les coûts d'adaptation sont tout particulièrement incertains, les estimations les plus élevées des investissements annuels supplémentaires s'établissant à environ 170 milliards de dollars d'ici à 2030. C'est là un ordre de grandeur qui fait apparaître le coût de la lutte contre le changement climatique comme tout à fait accessible. Toutefois, la plupart de ces estimations semblent sous-évaluer l'échelle des ajustements auxquels il faudra procéder. Elles semblent n'avoir pris en considération ni le cadre macroéconomique global dans lequel une nouvelle démarche d'investissement est censée s'inscrire et, en particulier, les difficultés auxquelles nombre de pays en développement font face s'agissant de relever le niveau des investissements, ni la question de savoir si ces investissements sont susceptibles d'ouvrir une voie de forte croissance que les pays pourraient emprunter pour réaliser leurs objectifs de développement établis de longue date.

Pour élaborer le cadre de financement approprié, il faut résoudre deux questions essentielles, dont la première consiste à se demander quelles mesures permettraient le mieux à la fois de mobiliser les ressources nécessaires et d'orienter les investissements dans la direction souhaitée, et la seconde à se demander comment répartir les coûts

Pour élaborer le cadre de financement approprié, il faut résoudre deux questions essentielles, dont la première consiste à se demander quelles mesures permettraient le mieux à la fois de mobiliser les ressources nécessaires et d'orienter les investissements dans la direction souhaitée, et la seconde à se demander comment répartir les coûts entre les pays et les groupes de population. La première question peut être formulée selon les critères de la figure VI.1, qui présente divers mécanismes de financement des coûts estimatifs de la lutte contre le problème du climat et leur évolution dans le temps. La figure VI.1.A, établie à partir d'une étude de la Banque mondiale (Banque mondiale, 2009), montre un rôle croissant,

Figure VI.1
Investissements stratégiques et mécanismes de financement pour les pays en développement



Sources : Banque mondiale (2009), pour la figure VI.1A; et Nations Unies, Département des affaires économiques et sociales, pour la figure VI.1B.

bien qu'incertain, des instruments axés sur le marché, complété par une augmentation plus mesurée du financement multilatéral. Ensemble, les instruments axés sur le marché et le financement multilatéral créeraient rapidement un climat favorable à l'investissement privé. S'appuyant sur l'analyse exposée dans les chapitres précédents, la présente *Étude* pencherait pour une structure un peu différente. Comme l'indique la figure VI.1.B, les réductions requises d'émissions de GES nécessiteront des investissements initiaux massifs afin de générer une poussée importante dans la bonne direction, induite par les investissements publics et un net infléchissement des mesures d'incitation dans un sens favorable à l'investissement privé.

Le présent chapitre commence par évaluer le volume des ressources nécessaires pour s'engager dans la voie d'une forte croissance peu génératrice d'émissions et pour permettre aux pays et communautés vulnérables de s'adapter au changement et aux chocs climatiques. Il se demande ensuite comment ces ressources pourraient être mobilisées et s'interroge, en particulier, sur les avantages et les limitations des mécanismes de plafonnement des émissions et d'échange de droits d'émissions et des taxes carbone en tant que moyens de financement dans les premières phases de la transition vers la nouvelle voie. Il est vraisemblable qu'un large éventail de mécanismes financiers sera nécessaire et qu'il faudra notamment mobiliser les ressources intérieures. Le chapitre passe enfin en revue les éléments d'un nouveau régime mondial d'investissements, qui devra dans un premier temps reposer sur une importante participation du secteur public et faire jouer un rôle prédominant à un mécanisme de financement multilatéral.

Évaluation du financement nécessaire

Plus l'on tardera à mettre sur pied les mesures à prendre contre le changement climatique, plus grave sera la menace qu'il représentera pour la vie et les moyens de subsistance et plus importantes seront les ressources nécessaires pour parer à cette menace

Les parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques¹ sont convenues (art. 4.3) que les pays développés devraient fournir aux pays en développement les ressources financières nécessaires pour couvrir « la totalité des coûts supplémentaires convenus » entraînés par la mise en œuvre des activités d'atténuation et d'adaptation ainsi que des activités connexes, portant notamment sur la recherche sur le climat, la formation et la gestion des puits. On notera qu'il ne s'agit pas là d'engagements volontaires, mais d'obligations conventionnelles. Toutefois, les estimations de ces coûts globaux sont très variables et dépendent des hypothèses retenues en matière d'objectifs d'émissions et des rétroactions complexes entre les conditions économiques et climatiques, entre autres facteurs (voir chap. I). Ce qui est certain, c'est que plus l'on tardera à mettre sur pied les mesures à prendre contre le changement climatique, plus grave sera la menace qu'il représentera pour la vie et les moyens de subsistance et plus importantes seront les ressources nécessaires pour parer à cette menace. À cet égard, Stern (2009, p. 12) fait valoir à juste titre que l'« effet de cliquet » lié à l'accroissement des concentrations de GES dans l'atmosphère, se conjuguant avec la longue durée de vie des investissements, implique que « les décisions, plans et structures d'incitation que nous prendrons et établirons dans les mois et les années qui viennent auront de profondes répercussions sur l'avenir de la planète » (voir aussi chap. II). Il importe également d'avoir bien conscience que tous les pays ne prendront ni n'établiront le même ensemble de décisions, plans et structures et, en particulier, que l'on observera des différences considérables entre les pays développés et les pays en développement, ces derniers devant faire face à des coûts d'atténuation et d'adaptation supérieurs.

¹ Nations Unies, *Collection des traités*, vol. 1771, n° 30822.

Coûts d'atténuation

La figure VI.2 et le tableau VI.1 présentent quelques estimations récentes des coûts d'atténuation. Vu les incertitudes et les inconnues que comporte le calcul des coûts, on ne sera pas surpris de constater qu'ils s'échelonnent entre 0,2 et environ 2 % du PMB, soit entre 180 milliards de dollars et 1,2 billion de dollars par an (d'ici à 2030). La fourchette d'estimation dépend des méthodes de calcul retenues et de la question de savoir si l'objectif de stabilisation des concentrations de GES est fixé à 450 parties par million (ppm) ou à 550 ppm. Dans tous les cas, les coûts sont considérablement plus élevés dans le cadre du scénario de statu quo, dans lequel les pertes permanentes de PMB pourraient atteindre 20 %.

Le document des Nations Unies, Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (2008, tableau 4), évalue à 200 ou 210 milliards de dollars le montant des investissements et flux financiers supplémentaires nécessaires dans le monde en 2030 pour couvrir le coût d'activités d'atténuation réduisant les émissions de CO₂ de 25 % par rapport aux niveaux de 2000 d'ici à 2030, estimation proche de l'estimation la plus basse. L'étude de McKinsey estime que le chiffre pourrait aller jusqu'à 800 milliards de dollars compte tenu d'un objectif de 450 ppm, plus de la moitié de ce montant devant être réuni dans les pays en développement². L'évaluation la plus récente de Stern implique un effort encore plus important, car il estime que le coût supplémentaire s'établirait entre 600 milliards et 1,2 billion de dollars selon que l'objectif serait fixé à 550 ppm ou à 450 ppm, respectivement (figure VI.2 et Stern 2009).

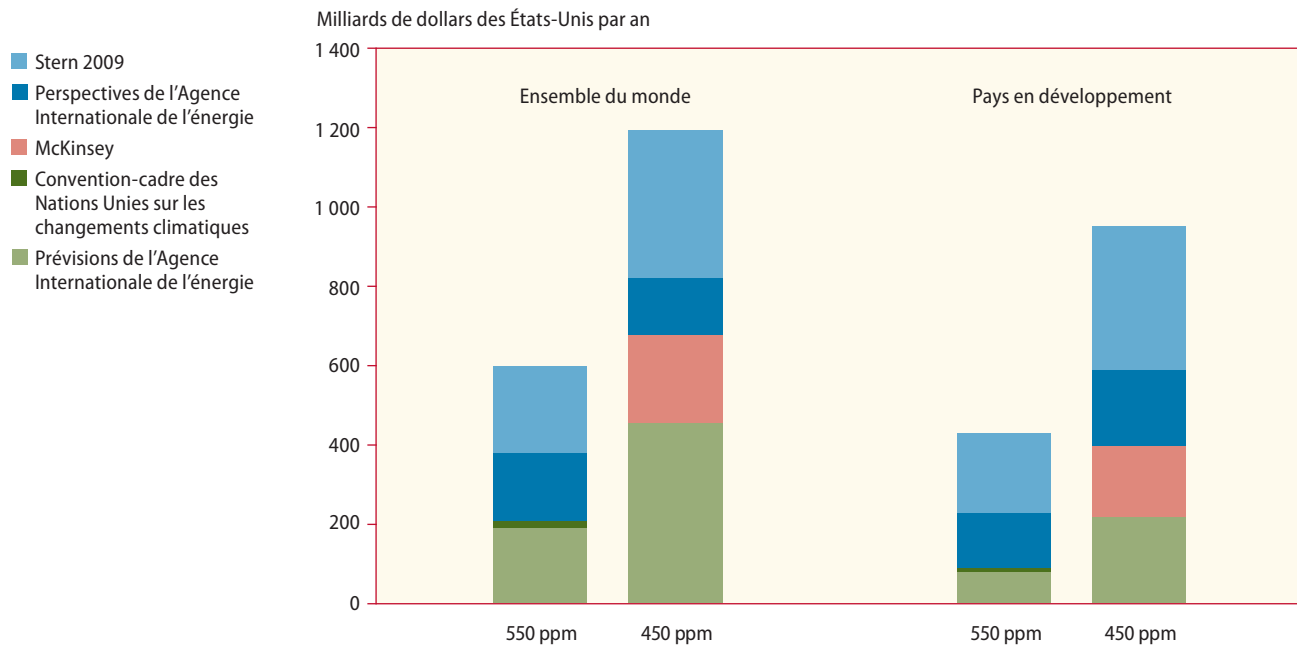
On s'attend à ce que plus de la moitié des coûts supplémentaires de la réduction des émissions de GES doivent être épongés par les pays en développement, dont les investissements énergétiques devraient, au cours des décennies qui viennent, croître beaucoup plus vite que ceux des pays développés (voir chap. II). Les coûts supplémentaires sont notamment les coûts associés aux investissements dans : les énergies renouvelables qui, actuellement, demeurent une source d'électricité plus onéreuse que le charbon ou d'autres sources fossiles; des centrales au charbon à meilleur rendement énergétique et d'autres centrales au charbon générant moins d'émissions, parmi lesquelles les centrales thermiques à gazéification de charbon intégrée à un cycle combiné et les centrales au charbon supercritique; le captage et le stockage du carbone; et des chaudières, fourneaux et autres équipements industriels à meilleur rendement énergétique. Toutefois, du point de vue du développement, il est très difficile de distinguer ces investissements supplémentaires du problème des investissements en général lorsqu'il s'agit de répondre à la demande croissante d'énergie des pays en développement, ainsi qu'aux exigences connexes en ce qui concerne le système de transport et l'expansion des villes, l'amélioration de l'irrigation et de la gestion de l'eau pour renforcer la productivité de l'économie rurale, etc.

On s'attend à ce que plus de la moitié des coûts supplémentaires de la réduction des émissions de gaz à effet de serre doivent être épongés par les pays en développement

² Toutefois, les frais de fonctionnement et d'entretien ne sont pas inclus dans ces chiffres. Le coût effectif des activités d'atténuation pourrait donc être encore supérieur. L'Agence internationale de l'énergie (2008b) a calculé, par exemple, qu'en raison de dépenses initiales d'équipement supérieures dans le cas des installations d'approvisionnement énergétique, le volume total d'investissements supplémentaires nécessaires en 2030 pour réduire les seules émissions liées au secteur de l'énergie serait supérieur d'environ 170 % aux estimations antérieures.

Figure VI.2

Fourchette d'estimations des coûts supplémentaires annuels des stratégies d'atténuation, dans le cadre des scénarios de 550 ppm et de 450 ppm, ensemble du monde et pays en développement



Sources : Stern (2009); Agence internationale de l'énergie (2008a et b); Nations Unies, Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (2008); et McKinsey & Company (2009).

Coûts d'adaptation

Les estimations des coûts d'adaptation ont porté sur le volume d'investissements supplémentaires nécessaire pour réduire l'impact des dommages futurs liés aux événements météorologiques à prévoir, essentiellement sous la forme de mesures destinées à renforcer la résilience et à réduire les conséquences des catastrophes. Les coûts d'adaptation peuvent également inclure les dépenses d'adaptation et de secours lorsque les dommages se matérialisent. Toutefois, étant donné que ces coûts dépendent de la probabilité et de la gravité des menaces climatiques, dont l'impact est étroitement lié à d'autres vulnérabilités, il peut être malaisé de déterminer où finissent les dépenses de développement classiques et où commencent les dépenses d'adaptation (voir chap. IV; McGray *et al.*, 2007; et Bapna et McGray, 2009).

L'évaluation précise des coûts d'adaptation est encore plus difficile, non seulement parce que les mesures d'adaptation seront multiples et hétérogènes, mais aussi parce que ces mesures doivent être incorporées dans des stratégies de développement plus générales, comme on l'a vu au chapitre III. Le secrétariat de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques a calculé que les investissements et flux financiers annuels supplémentaires mondiaux seraient compris entre 49 et 171 milliards de dollars d'ici à 2030 (voir tableau VI.2). Son scénario d'adaptation couvre cinq secteurs, l'élément d'incertitude le plus important étant ici le coût de l'adaptation des infrastructures, qui pourrait osciller entre 8 et 130 milliards de dollars. D'autres sources ont établi des estimations analogues pour l'adaptation. Le *Rapport mondial sur le développement humain, 2007/2008* (Programme des Nations Unies pour le développement, 2007a) estime que les besoins annuels d'investisse-

ments atteindraient 86 milliards de dollars d'ici à 2015, tandis que, selon des calculs récents de la Banque mondiale (2009), les coûts d'adaptation annuels devraient s'échelonner entre 10 et 40 milliards de dollars d'ici à 2030.

Tableau VI.1

Fourchette d'estimations concernant les coûts mondiaux des activités d'atténuation selon différentes études

<i>Étude</i>	<i>Estimation (en % du PMB)</i>	<i>Estimation (en dollars É.-U.)</i>	<i>Principales caractéristiques</i>
Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (2007d)	0,2-0,6 % (baisse médiane du PMB); 0,6-3 % (estimations minimale et maximale de la baisse du PMB)		<ul style="list-style-type: none"> • Calcule le coût macroéconomique mondial en 2030 des trajectoires à moindre coût vers des niveaux de stabilisation à long terme donnés • À des niveaux de stabilisation inférieurs correspondent des baisses de PMB supérieures
Stern (2006 et 2009)	Dépenses d'investissement annuelles : 1 % du PMB, révisées à la hausse jusqu'à 2 %; coûts de l'inaction : entre 5 et 20 % de la baisse du PMB d'ici à 2050	500 ppm : 1 200 milliards/an 500 ppm : 600 milliards/an	<ul style="list-style-type: none"> • Compare les dépenses d'investissements dans les activités d'atténuation avec le coût de l'inaction afin d'évaluer la rentabilité des mesures de lutte contre le changement climatique • Regroupe plusieurs études antérieures dans un modèle de calcul des coûts; ne fournit pas d'estimations nouvelles • La méthode et les hypothèses à la base du modèle font l'objet de critiques
Vattenfall (2007)	0,6-1,4 % du PMB d'ici à 2030		<ul style="list-style-type: none"> • Méthode plus exacte d'évaluation de la rentabilité d'une série de mesures et d'interventions visant à atténuer le changement climatique
McKinsey & Company (2009)	Dépenses d'investissement annuelles : 1,3 % du PMB prévu en 2030	450 ppm : 680 milliards/an	<ul style="list-style-type: none"> • Ventile les possibilités de réduction d'émissions et les coûts par secteur économique et région géographique • Présente une analyse de sensibilité exacte pour ce qui est des différents paramètres de base • Présente différentes perspectives de réduction d'émissions et évalue la contribution potentielle de chacune d'elles

Sources : Programme des Nations Unies pour le développement (2007a); Nations Unies, Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (2008); Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (2007d); Stern (2006 et 2009); Vattenfall (2007); et McKinsey & Company (2009).

Tableau VI.2
Investissements et flux financiers supplémentaires nécessaires
aux fins de l'adaptation en 2030, par secteur

Secteur	Domaines/mesures d'adaptation envisagées	Coût global (en milliards de dollars É.-U. de 2005)	Proportion nécessaire dans les pays en développement (en %)
Agriculture, foresterie et pêche	Production et transformation, recherche-développement, activités de vulgarisation	14	50
Approvisionnement en eau	Infrastructure d'approvisionnement en eau	11	80
Santé	Traitement des cas plus nombreux de maladies diarrhéiques, de malnutrition et de paludisme	5	100
Zones côtières	Entretien des plages et digues	11	45
Infrastructure	Nouvelle infrastructure	8-130	25
Total		49-171	34-57

Source : Nations Unies, Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (2008, tableau 5).

Le problème du financement

Les investissements dans les mesures d'adaptation et d'atténuation sont souvent étroitement interdépendants

En valeur absolue, les investissements supplémentaires estimatifs nécessaires aux activités d'adaptation et d'atténuation à entreprendre pour faire face au changement climatique sont importants. Pourtant, comme on le fait souvent valoir, ils ne représentent qu'une petite fraction du produit mondial (entre 1 et 2 % environ du PMB) et de l'investissement mondial total estimatif (entre 2,5 et 5,0 %) en 2030. On se rend toutefois de mieux en mieux compte qu'une grande partie de ces investissements doivent être réalisés dans la phase initiale, à la fois pour opérer d'urgence la transition vers une économie peu génératrice d'émissions et pour réduire au minimum les dommages devant résulter des inévitables changements climatiques. La concentration dans la phase initiale est appelée à exercer une pression beaucoup plus forte sur le système financier en ce qui concerne la mobilisation des ressources nécessaires. De plus, comme l'ont montré les chapitres précédents, ces investissements supplémentaires dans les mesures d'adaptation et d'atténuation sont souvent étroitement interdépendants et n'auront un sens que s'ils sont associés aux investissements complémentaires destinés à atteindre des objectifs de développement plus généraux, tels que le développement des infrastructures, le relèvement de la productivité agricole et la diversification de l'activité économique.

Les montants disponibles pour relever le défi du climat, toutes sources bilatérales et multilatérales confondues, sont déplorablement insuffisants

En dépit de la récente prolifération des fonds liés au climat, les montants actuellement promis et sur lesquels on devrait pouvoir compter pour relever le défi du climat à court terme, toutes sources bilatérales et multilatérales confondues, sont déplorablement insuffisants. Les ressources actuellement affectées au climat ont été évaluées à quelque 21 milliards de dollars et elles sont très majoritairement axées sur l'atténuation (tableau VI.3). Le financement total des activités de lutte contre le changement climatique sera de nombreuses fois égal à ce

chiffre; selon certaines estimations, il pourrait être neuf ou dix fois supérieur au montant de l'aide publique au développement (APD) de 2008.

La difficulté qu'il y a à atteindre même ce montant d'APD donne à entendre que le financement mondial de la lutte contre le changement climatique exigera des pays développés qu'ils se montrent beaucoup plus déterminés à donner des impulsions audacieuses au sujet de la question du climat et à renforcer la coopération internationale. Mais il requerra également de la part des pays en développement qu'ils consacrent une partie plus importante de leurs ressources à des investissements dans des technologies moins polluantes en s'engageant dans une nouvelle voie de croissance durable.

Tableau VI.3

Mécanismes bilatéraux et multilatéraux de financement des activités d'atténuation et d'adaptation dans les pays en développement

<i>Nom</i>	<i>Total (en millions de dollars É.-U. : taux de change de novembre 2008)</i>	<i>Utili- sation</i>	<i>Précisions</i>
Relevant de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques			
FEM-4 ^a	1 030	At	Calendrier : 2006-2010; 352 millions de dollars déjà engagés jusqu'en décembre 2008
Gestion durable des forêts	154	At	Programme spécial relevant du FEM-4 au titre de l'utilisation des terres, du changement d'affectation des terres et de la foresterie
Programme visant à faire de l'adaptation une priorité stratégique (SPA)	50	A	Programme pilote d'adaptation de la Caisse du FEM; toutes les ressources ont été affectées
Fonds spécial pour les changements climatiques (programme d'adaptation du Fonds spécial)	90	A	Inclut les contributions annoncées jusqu'en décembre 2008; 68 millions de dollars avaient été affectés à 15 projets en novembre 2008; géré par le FEM
Fonds pour les pays les moins avancés	172	A	Inclut les contributions annoncées jusqu'en décembre 2008; 91,8 millions de dollars avaient été reçus en novembre 2008; géré par le FEM
Fonds pour l'adaptation	400-1 500	A	Calendrier : 2008-2012; en octobre 2008, 91,3 millions de dollars étaient disponibles [4 millions d'unités de réduction certifiée des émissions (URCE) à raison de 17,5 € l'URCE]
Mécanismes bilatéraux			
Partenariat Planète fraîche (Japon)	10 000	A, At	Fournit des dons et des prêts; calendrier : 2008-2012; jusqu'à 2 milliards de dollars pour améliorer l'accès à l'énergie non polluante, et 8 milliards de dollars au titre de prêts à des taux d'intérêt préférentiels pour des projets d'atténuation
Initiative pour le climat et les forêts (CFI) [Norvège]	2 250	At	Fournit des dons; calendrier : 2008-2012; a annoncé une contribution de 102 millions de dollars au Fonds pour l'Amazonie

Nom	Total (en millions de dollars É.-U. : taux de change de novembre 2008)	Utili- sation	Précisions
Service international de l'Environmental Transformation Fund (Royaume-Uni)	1 182	A, At	Fournit des dons et des prêts; calendrier : 2008-2010; la plupart des fonds seront affectés par l'intermédiaire des Fonds d'investissement en faveur du climat de la Banque mondiale
Fonds pour l'Amazonie (Brésil)	1 000	At	À ce jour, seule la Norvège a annoncé une contribution, d'un montant de 102 millions de dollars; les dons doivent être administrés par la Banque nationale de développement du Brésil
Initiative internationale pour le climat (ICI) (Allemagne)	764	A, At	Fournit des dons; le financement de cette initiative sera généré par la vente aux enchères de 10 % de son quota en utilisant le Mécanisme d'échange de droits d'émission de l'Union européenne; elle a affecté jusqu'à 120 millions d'euros pour les cinq années à venir
Initiative internationale forêts et carbone (IFCI) [Australie]	129	At	Fournit des dons; calendrier : 2007-2011; en novembre 2008, 50 millions de dollars avaient été affectés
Volet thématique « Environnement et changements climatiques » du Fonds pour la réalisation des OMD du PNUD/ Espagne	90	A, At	Fournit des dons; calendrier : 2007-2010; l'Espagne a annoncé une contribution de 528 millions d'euros au Fonds et 90 millions de dollars ont été affectés au volet thématique « Environnement et changements climatiques »
Alliance mondiale contre le changement climatique (AMCC) [Commission européenne]	76	A, At	Fournit des dons; calendrier : 2007-2011; cible les pays les plus vulnérables (PMA et petites îles)
Mécanismes multilatéraux			
Fonds de partenariat pour la réduction des émissions de carbone forestier (Banque mondiale)	300	At	Fournit des dons et des prêts; calendrier : 2008-2020
Dispositif mondial de réduction des effets des catastrophes et de relèvement (GFDRR)	84	A	Fournit des dons; calendrier : 2007-2010; cible les pays à revenu faible et intermédiaire et à haut risque afin d'intégrer la réduction des effets des catastrophes dans les stratégies de développement
Fonds de partenariat pour la réduction des émissions de carbone forestier des Nations Unies (programme UN-REDD)	35	At	Fournit des dons; administré par le PNUD; la Norvège, par l'intermédiaire de son Initiative pour le climat et les forêts, est le premier donateur, à hauteur de 12 millions de dollars
Fonds d'investissement pour le climat : • Fonds pour les technologies propres • Fonds stratégique pour le climat	6 340 4 334 2 006	At	Calendrier : 2009-2012; administrés par la Banque mondiale Fournit des dons et des prêts; financé par les États-Unis, sera administré par la Banque mondiale (2 milliards de dollars); le Royaume-Uni et le Japon ont annoncé le versement de ressources supplémentaires Fournit des dons et des prêts, notamment le Programme d'investissement pour la forêt

Nom	Total (en millions de dollars É.-U. : taux de change de novembre 2008)	Utili- sation	Précisions
<ul style="list-style-type: none"> Fonds stratégique pour le climat (<i>suite</i>) 			(58 millions de dollars) et le Programme de développement de l'exploitation des énergies renouvelables dans les pays à faible revenu (70 millions de dollars), pour les activités d'atténuation; et le Programme pilote pour la résistance aux chocs climatiques (240 millions de dollars), pour les activités d'adaptation
Fonds « Sustainable Energy and Climate Change Initiative (SECCI) »	29	A, At	Fournit des dons et des prêts; ce fonds finance des investissements importants dans la mise au point de biocarburants, l'exploitation des énergies renouvelables, l'efficacité énergétique et un large éventail de solutions en matière d'approvisionnement en énergie renouvelable

Sources : Adaptation et mise à jour de Porter *et al.* (2008); et Nations Unies, Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (2008).

Abréviations : A, adaptation; At, atténuation.

a Quatrième reconstitution des ressources du Fonds pour l'environnement mondial.

L'apport soutenu de financements externes atteignant des volumes suffisamment importants pour exercer une forte poussée vers une voie de développement peu génératrice d'émissions vise à la fois à accélérer et à pérenniser la croissance dans les pays en développement en l'élevant à des niveaux supérieurs à ceux du passé. Comme on l'a vu dans les chapitres précédents, cette forte poussée initiale imprimée par les sources officielles de financement, associée à divers trains de mesures, notamment les mesures d'incitation relatives aux prix, les réglementations et les politiques industrielles ciblées, commencerait à mobiliser des sources internes de financement des investissements dans les secteurs tant public que privé. Le dosage évolutif des investissements publics et privés est appelé à varier d'un pays à l'autre, mais pour nombre de pays en développement et, peut-être, pour certains pays développés, l'investissement public devra prendre la direction des opérations et donner lieu à un renforcement des réglementations avant que l'investissement privé ne puisse se matérialiser sur une grande échelle.

Une forte poussée imprimée par les sources officielles de financement commencerait à mobiliser des sources internes de financement des investissements dans les secteurs tant public que privé

Attirer les ressources du secteur privé

Les décideurs qui s'attaquent au problème du climat ont pour objectif explicite de révéler les coûts cachés découlant de la préférence accordée aux technologies à niveaux d'émissions élevés. Dans le cas de l'adaptation, les mesures d'incitation consisteront vraisemblablement à partager les coûts entre les consommateurs, les opérateurs privés et les pouvoirs publics (Organisation de coopération et de développement économiques, 2008, p. 124). Les marchés d'assurance proposent une option en ce sens et divers instruments innovants ont été mis en place ces dernières années. Toutefois, ces instruments n'opèrent encore que sur une échelle limitée, même dans les pays avancés, et sont généralement une option particulièrement oné-

Les normes volontaires ne feront sentir leurs effets que si une réglementation est parallèlement mise en place

reuse dans les pays en développement, où la protection est très limitée (Barnett et Mahul, 2007; Nations Unies, 2008).

Certaines entreprises ont commencé à mettre en place des plafonnements d'émissions volontaires et un nombre croissant de consommateurs ajustent leurs modes de consommation de façon à réduire leur empreinte écologique. En l'absence d'actions plus énergiques de la part des pouvoirs publics, il est peu probable que ces tendances seront quantitativement suffisantes et interviendront suffisamment tôt pour avoir des incidences significatives sur les émissions de GES. Les normes volontaires d'émissions pourraient nuire à la compétitivité relative et accroître les coûts de production à court terme, ce qui réduirait l'incitation à adopter des normes plus strictes. L'expérience de l'État de Californie est peut-être l'exception qui confirme la règle selon laquelle les normes volontaires ne feront pas sentir leurs effets. En Californie, les normes et objectifs de réduction en matière d'émissions, définis par la voie de la négociation avec les entreprises privées, ont sensibilisé les consommateurs et les producteurs : la consommation moyenne d'énergie par habitant y est inférieure de moitié à celle de la consommation moyenne des États-Unis. En coopération avec 20 autres États, la Californie a également défini des objectifs d'utilisation des sources d'énergie alternatives. La norme californienne relative aux énergies renouvelables requiert l'utilisation de 20 % d'énergies renouvelables d'ici à 2010. Toutefois, ces actions volontaires s'inscrivent dans le contexte d'un État qui a à son actif de solides réalisations dans le domaine de la réglementation environnementale.

La présente section passe en revue divers mécanismes qui relèvent de la catégorie générale des mesures axées sur le marché, focalisées qu'elles sont sur la modification du prix du carbone destinée à réduire le volume des ressources affectées aux formes d'énergie à forte intensité d'émissions. On attend également de plusieurs de ces mécanismes qu'ils mobilisent les ressources nécessaires au financement d'autres investissements dans l'amélioration de l'efficacité énergétique et dans l'utilisation des énergies renouvelables, notamment les investissements publics qui s'y rapportent.

Mesures d'incitation axées sur le marché destinées à étoffer les investissements dans les pays en développement

L'atténuation du changement climatique par les prix consiste à créer des incitations économiques devant amener les consommateurs et les producteurs à provoquer des réductions des émissions de gaz à effet de serre

Le débat de politique économique sur le changement climatique a été largement dominé par la recherche de solutions axées sur le marché aux problèmes posés par un dysfonctionnement reconnu du marché. L'atténuation du changement climatique par les prix consiste à créer des incitations économiques devant amener les consommateurs et les producteurs à provoquer des réductions des émissions de GES en internalisant les externalités de façon que les agents comptabilisent et paient leur niveau d'émissions, et à le faire d'une façon aussi efficace que possible, en partant du principe que toutes les possibilités d'investissement dans la réduction des émissions qui soient moins onéreuses que le prix fixé pour le carbone seront exploitées.

Deux principaux groupes d'instruments peuvent être utilisés à cette fin : a) fixer un prix pour les émissions de GES, en se servant des marchés des capitaux pour estimer la valeur d'activités spécifiques et, à des fins d'adaptation, pour fixer le prix du risque par le biais de primes d'assurance; et b) imposer des taxes, droits et redevances sur les facteurs de production, les produits finals ou les activités ou services. Ces instruments auront assurément un rôle à jouer dans tout ensemble d'initiatives mis en place pour régler le problème du climat. La véritable question qui se pose est celle de savoir s'ils peuvent acquérir l'envergure mondiale qui apparaît nécessaire pour qu'ils puissent apporter une contribution essentielle au règlement de ce problème.

Plafonnement et échange

L'idée de fixer un prix pour les émissions de GES en tant que pilier de la politique d'atténuation est apparue au début des années 90 avec la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques et a pris une place plus importante lorsque le Protocole de Kyoto à la Convention-cadre³ a fixé des objectifs juridiquement contraignants en matière de réduction des GES. Le Protocole (adopté par la Conférence des Parties à la Convention en décembre 1997) a fixé des objectifs différenciés pour les pays industrialisés, ainsi qu'un système d'échange de droits d'émission pour la réalisation de ces objectifs. Un mécanisme de financement de projets dans les pays en développement, le Mécanisme pour un développement propre (MDP), a été mis en place au même moment.

Ces mécanismes s'appuient pour l'essentiel sur un programme de plafonnement et d'échange, dans le cadre duquel les gouvernements fixent un plafond global d'émissions, avant de délivrer aux entreprises des permis d'émissions négociables qui leur permettent d'émettre une quantité spécifiée de GES. Celles qui peuvent réduire leurs émissions d'une façon moins onéreuse peuvent vendre leurs quotas. On escompte que ces ventes favoriseront la concurrence et, de ce fait, réduiront les coûts à long terme. Le volume actuel des échanges de droits d'émission de carbone est encore très faible (un peu plus de 100 milliards de dollars) par rapport, par exemple, à celui des produits échangés sur les marchés des produits dérivés, mais d'aucuns pensent que ces droits d'émission pourraient devenir le « plus important marché de produits de base du monde » et, éventuellement, le plus gros marché du monde dans une décennie (Lohmann, 2008). L'échange de certificats d'émission en tant qu'actifs financiers et investissements spéculatifs peut entraîner une forte instabilité du prix du carbone. Une récente évaluation de l'expérience de l'Union européenne (UE) en matière d'échange de droits d'émission a constaté que, entre septembre 2005 et mars 2008, le prix du carbone a été plus instable que les indices des Bourses des valeurs, l'écart type du rendement par rapport au prix des émissions étant dix fois supérieur au rendement des actions (Nell, Semmler et Rezai, 2009). L'instabilité du volume et l'instabilité des prix pourraient ne pas inciter suffisamment les acteurs du marché à prendre des décisions d'investissement à long terme pour faire face au changement climatique.

À certains égards, l'échange de droits d'émission est nécessaire pour promouvoir la solide réglementation requise pour fixer un prix du carbone. On admet par ailleurs que le système de plafonnement et d'échange ne peut pas commencer à fonctionner à une échelle mondiale, car l'échange de permis sera dans un premier temps limité aux pays développés, les pays en développement étant associés indirectement par le biais du MDP et du financement de projets réducteurs d'émissions avant leur participation effective au système.

Entre 2004 et 2007, le MDP a exécuté 700 projets pour une valeur totale de 6 milliards de dollars en faveur des pays en développement, bien que près de quatre projets sur cinq aient concerné quatre pays seulement : le Brésil, la Chine, l'Inde et le Mexique (Nations Unies, Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, 2007b, et chap. V). Le secrétariat de la Convention-cadre (Nations Unies, Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, 2008) a calculé qu'en 2020, le potentiel d'atténuation des pays en développement serait d'environ 7 gigatonnes d'équivalent CO₂ (GtCO₂e) et que la plupart des projets potentiels seront envisageables à un coût inférieur à 25 dollars la tonne de CO₂e. La demande totale de crédits au titre des unités de réduction certifiée des émissions

³ Nations Unies, *Collection des traités*, vol. 2303, n° 30822.

(URCE) devrait, en 2020, être comprise entre 0,5 et 1,7 GtCO₂e, ce qui pourrait représenter entre 10 et 34 milliards de dollars d'investissements supplémentaires dans les pays en développement (New Carbon Finance, 2008; IDEACarbon, 2008; Point Carbon, 2008). De plus, si les permis pour les pays développés sont vendus aux enchères, ce sont autant de moyens de financement supplémentaires qui seront rendus disponibles pour la mise en œuvre des mesures d'atténuation dans les pays en développement.

Toutefois, l'idée d'étoffer ce mécanisme de façon à générer en temps voulu les ressources dont les pays en développement ont besoin se heurte à de sérieux obstacles (Griffith-Jones *et al.*, 2009). La nécessité d'une réglementation et d'un contrôle efficaces d'instruments financiers innovants peut gonfler les coûts administratifs et avoir un effet dissuasif sur certains pays, en particulier des pays en développement. Fait significatif, le plus grand marché du carbone, le Mécanisme d'échange de droits d'émission de l'UE, a été créé par une réglementation officielle. Par ailleurs, il faudra sans doute prévoir des investissements importants dans le domaine de l'éducation et de la formation. Le succès qu'a connu aux États-Unis d'Amérique le mécanisme d'échange de droits d'émission de soufre a assurément été lié à la création de ces conditions favorables (voir encadré VI.1).

En principe, l'échange de droits d'émission fixe une limite absolue à un polluant, mais le Protocole de Kyoto autorise les pays développés à remplacer les réductions de leurs propres émissions de GES par le financement de projets qui réduisent les émissions dans d'autres pays.

Dans l'optique du développement, le danger du système de plafonnement et d'échange est de permettre aux pays riches de maintenir leurs émissions à un niveau conforme à leurs modes inchangés de consommation et de production. Dans une certaine mesure, cette approche empêche ces pays de porter leur attention sur les efforts plus urgents à déployer pour atténuer le changement climatique chez eux, alors même qu'elle empêche les pays en développement de se prévaloir d'options relativement bon marché en matière de réduction des émissions futures (Banuri et Opschoor, 2007). À cet égard, il faut bien se rendre compte que le système de plafonnement et d'échange a été conçu en conformité avec l'expérience politique, la capacité institutionnelle et la situation économique des pays riches. Il leur procure automatiquement des avantages importants, car il repose sur les émissions actuelles des pays fortement pollueurs.

Les négociations internationales devraient aider à corriger certains des défauts du système de plafonnement et d'échange en tant que mode de financement en faveur du climat et elles établiront probablement des objectifs par secteur assortis de points de repère normalisés [voir, par exemple, le Harvard Project on International Climate Agreements (2008)]. Toutefois, même si les flux financiers et les niveaux de participation ont augmenté depuis leur mise en place, les mécanismes d'échange de droits d'émission et le Mécanisme pour un développement propre n'ont pas contribué d'une manière particulièrement efficace à encourager le remplacement progressif des énergies fossiles. À ce jour, le mécanisme de l'UE n'a pas réussi à réduire les émissions des principaux participants (Capoor et Ambrosi, 2008; WWF, 2007). Qui plus est, les partisans du système de plafonnement et d'échange méconnaissent généralement le fait que les États n'ont pas attendu les mécanismes d'échange pour réglementer avec succès, et depuis longtemps, les questions d'environnement, et notamment les succès obtenus à l'époque contemporaine par les mesures classiques de lutte contre la pollution (Lohmann, 2006).

La façon la plus judicieuse et clairvoyante d'envisager le problème est peut-être de considérer que les marchés de droits d'émission de carbone vont continuer de se développer,

Le système de plafonnement et d'échange a été conçu en conformité avec l'expérience politique, la capacité institutionnelle et la situation économique des pays riches

Les mécanismes d'échange de droits d'émission et le Mécanisme pour un développement propre n'ont pas contribué d'une manière particulièrement efficace à encourager le remplacement progressif des énergies fossiles

L'échange de droits d'émission de soufre et la raison de son succès

Encadré VI.1

Les mécanismes axés sur le marché ne fonctionnent pas en vase clos : ils sont modelés par bien des facteurs. On attribue souvent au système américain d'échange de droits d'émission de soufre, qui a inspiré bien des propositions de plafonnement et d'échange, le mérite d'avoir fait baisser dans des proportions spectaculaires les coûts de la lutte contre la pollution. Les modifications apportées à la loi relative à la pureté de l'air (Clean Air Act) de 1990 avaient mis en place le système, en plafonnant les émissions de soufre à environ la moitié de ce qu'elles étaient en 1980 et en distribuant aux entreprises des quotas qui étaient grosso modo proportionnels aux émissions passées. Toutes les sources fixes importantes d'émissions de soufre, qui étaient pour l'essentiel les centrales au charbon, avaient été incluses dans le système. Ce système d'échange de droits d'émission a été progressivement mis en place entre 1995 et 2000, les coûts de la lutte contre les émissions de soufre étant très inférieurs aux niveaux qui avaient été prévus.

Toutefois, ce résultat n'est pas imputable au seul échange de droits : la faiblesse des coûts est apparue très tôt, à un moment où le volume d'échange de droits d'émission était très réduit. Plusieurs autres faits ont contribué d'une manière importante à la baisse des coûts. Immédiatement avant le début de l'échange, une forte baisse des taux de fret ferroviaire a rendu économique de faire venir du charbon à faible teneur en soufre du Wyoming, en remplacement du charbon à forte teneur en soufre des bassins houillers des Appalaches, pourtant plus proches, pour alimenter les centrales du Middle West. Les réglementations de certains États prescrivant une réduction des émissions de soufre encore plus importante que celle que stipulait la loi nationale, il n'a pas été difficile pour les centrales de ces États de se conformer à la nouvelle norme nationale. Parallèlement, le prix des épurateurs, les dispositifs de lutte contre la pollution qui éliminent les émissions de soufre, a baissé. À cet égard, le système d'échange de droits d'émission peut avoir contribué dans une certaine mesure à l'abaissement des coûts, mais il a fonctionné dans un contexte qui lui était favorable. Sans le concours de toutes ces coïncidences, le succès de l'échange de droits d'émission de soufre ne serait pas apparu aussi clairement.

Si l'on entend faire de l'expérience de l'échange de droits d'émission de soufre aux États-Unis le modèle du mécanisme du marché du carbone, la question la plus importante à se poser au sujet des mécanismes d'incitation du marché pourrait être celle-ci : Quelles autres initiatives sont nécessaires pour compléter le marché et, là encore, faire pencher la balance du bon côté ? Il n'est pas difficile de recenser les domaines — efficacité énergétique et sources d'énergie à émissions de carbone faibles ou nulles — dans lesquels il est nécessaire d'investir dans la recherche-développement. Il ne s'agit pas seulement d'abaisser les coûts, mais d'ouvrir de nouvelles perspectives en créant de nouvelles industries et de nouveaux emplois et en traçant une nouvelle voie prometteuse de développement technologique.

Source : Ackerman (2009).

mais que le rythme et l'échelle de ce développement ne seront pas suffisants pour permettre aux pays en développement de lever l'obstacle financier qui les empêche d'emprunter une voie de développement peu génératrice d'émissions.

La taxe carbone

En augmentant le coût des émissions pour les parties privées d'une manière plus prévisible que le système de plafonnement et d'échange, la taxe carbone permet à la fois de lever des ressources publiques et d'atténuer les dommages liés au climat en augmentant le coût des émissions pour ces parties. Son avantage éventuel réside dans son impact plus prévisible sur les prix et sa facilité de conception et de gestion. Cela étant, elle peut se heurter à des résis-

tances politiques⁴. Dans les économies parvenues à maturité, des taxes carbone bien conçues pourraient jouer un rôle important. Dans les pays en développement, leur rôle semble devoir être plus limité. Il s'ensuit que les propositions de taxe mondiale sur les émissions de carbone en tant que meilleur moyen d'atténuer les externalités liées au changement climatique présentées par le Fonds monétaire international (FMI) [2008b], par exemple, doivent être accueillies avec circonspection.

Selon les calculs du Programme des Nations Unies pour le développement (2007a), les recettes pourraient atteindre 265 milliards de dollars si une taxe de 20 dollars la tonne de CO₂ était prélevée auprès des pays membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) sur la base des niveaux d'émissions actuels. Nombre de pays membres de l'OCDE ont d'ores et déjà mis en place une taxe carbone, qui vise essentiellement à financer leur budget national (Organisation de coopération et de développement économiques, 1997), non le développement peu générateur d'émissions ou d'autres biens publics. Par ailleurs, l'UE prélève des taxes énergétiques différentielles sur des produits tels que le gaz naturel, d'une part, et le gazole ou l'essence, d'autre part, lorsqu'ils sont utilisés comme carburant pour moteur ou combustible pour le chauffage. Il convient de noter que, si ces taxes semblent bien avoir amélioré l'efficacité énergétique, elles n'ont guère contribué à conjurer la menace liée à l'élévation des températures.

Si la taxe carbone semble bien avoir amélioré l'efficacité énergétique, elle n'a guère contribué à conjurer la menace liée à l'élévation des températures

D'autres mécanismes ont été proposés pour financer spécifiquement des activités de lutte contre le changement climatique. Selon une proposition analogue à la taxe de solidarité française, qui vise à financer l'accès au traitement du VIH/sida dans les pays à faible revenu, le prélèvement d'une taxe de 7 dollars par passager empruntant un vol international pourrait permettre de réunir 14 milliards de dollars par an (Programme des Nations Unies pour le développement, 2007a; UNITAID, 2008). Le carburant d'avion étant souvent exonéré de taxes, un tel prélèvement réduirait en fait la subvention implicite du transport aérien par rapport à d'autres modes de transport. Le fait de réduire les subventions dont bénéficient les combustibles fossiles pourrait contribuer à diminuer les émissions et constituer une mesure d'incitation à la transition vers une économie peu génératrice d'émissions. On a calculé que les subventions — la différence entre le prix pour l'utilisateur final et le prix sur un marché compétitif — aux combustibles pétroliers représentaient 300 milliards de dollars par an ou 0,7 % du PMB (Programme des Nations Unies pour l'environnement, Organisation internationale du Travail *et al.*, 2008). Mais, en particulier dans les pays en développement, l'augmentation des prix des produits essentiels (l'énergie aussi bien que les produits alimentaires et l'eau) pourrait les rendre inaccessibles pour les groupes à faible revenu. Cela non seulement serait rétrograde, mais aussi aurait des conséquences socialement inacceptables et écologiquement imprévisibles.

Un mécanisme apparenté consiste à imposer des droits et taxes sur des activités ou services qui procurent des avantages dont les prix du marché ne permettent pas de rendre exactement compte. Du fait de leur spécificité, les services afférents aux écosystèmes ne peuvent pas être échangés aussi facilement que des actifs financiers liquides. On a par ailleurs mis au point des méthodes permettant d'évaluer la valeur commerciale de ces services et d'en facturer le prix à leurs bénéficiaires potentiels : ces derniers ne paient que dans la mesure où ils utilisent les services et sur la base des prix virtuels (Costanza *et al.* 1997). L'idée de préserver

⁴ Sur les résistances politiques suscitées aux États-Unis par les projets de plafonnement et d'échange comme par ceux de taxe carbone, voir John M. Broder « From a theory to a consensus on emissions », *The New York Times*, 16 mai 2009.

les écosystèmes par l'utilisation des services qu'ils fournissent est au cœur des stratégies de réduction des émissions liées au déboisement (voir encadré VI.2).

Financement des forêts et réduction des émissions causées par le déboisement et la dégradation des forêts (REDD)

Encadré VI.2

En plus des multiples services et biens qu'elles fournissent, les forêts peuvent jouer un rôle essentiel dans la lutte contre le changement climatique. Telle que le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat la définit, la foresterie représente environ 17,4 % des émissions mondiales de GES; elle constitue donc la troisième source d'émissions anthropiques de GES après l'approvisionnement énergétique et l'activité industrielle. La perte de forêts tropicales se traduit chaque année par des émissions dont la quantité est comparable aux émissions totales annuelles de CO₂ des États-Unis d'Amérique ou de la Chine. Les seules émissions causées par le déboisement pourraient accroître les concentrations de carbone dans l'atmosphère d'environ 30 parties par million (ppm) d'ici à 2100. Si l'on veut stabiliser le niveau actuel de CO₂e de 433 ppm à un chiffre compris entre 445 et 490 ppm, il faudra attribuer aux forêts une place essentielle dans tout accord mondial sur le changement climatique.

Entre autres travaux de recherche, l'étude Stern voit dans le ralentissement du déboisement une manière très rentable et relativement rapide de réduire les émissions de GES. Le montant des ressources nécessaires pour réduire de moitié les émissions causées par le secteur forestier d'ici à 2030 pourrait osciller entre 17 et 33 milliards de dollars par an si les forêts sont incluses dans l'échange mondial de droits d'émission de carbone. Si la communauté internationale ne fait rien pour porter un coup d'arrêt au déboisement, le coût économique mondial du changement climatique induit par la dégradation et la perte des forêts pourrait atteindre 1 billion de dollars par an d'ici à 2100. Ce chiffre viendrait s'ajouter au coût de l'impact des émissions d'origine industrielle.

À l'heure actuelle, seule une part infime des investissements existants dans le secteur forestier est allouée à la lutte contre le changement climatique et moins de 25 % de cette part sont investis dans les pays en développement et les pays en transition. Heureusement, les animateurs des négociations sur le changement climatique ont pris conscience de l'importance qu'il y a à limiter le déboisement et la dégradation des forêts, comme en témoigne le document final adopté à l'issue de la treizième session de la Conférence des Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, tenue à Bali (Indonésie) du 3 au 15 décembre 2007^a.

Pour exploiter toutes les possibilités de réduction des émissions causées par le déboisement et la dégradation des forêts (REDD), plusieurs initiatives de financement nouvelles ont été lancées. Celle qui est de loin la plus importante est l'engagement pris par la Norvège de fournir chaque année 600 millions de dollars aux fins de la REDD dans les pays en développement. D'autres donateurs, notamment l'Australie, l'Espagne, les États-Unis d'Amérique, la Finlande, le Japon, le Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord et la Suisse, ont versé ou annoncé leur intention de verser des fonds en faveur des programmes de lutte contre le changement climatique et des programmes relatifs aux forêts.

La Banque mondiale a créé le Fonds de partenariat pour la réduction des émissions de carbone causées par le déboisement et la dégradation des forêts afin de contribuer à la réduction de ces émissions et au renforcement des capacités aux fins des activités de REDD dans 25 pays en développement pilotes. La capitalisation est fixée à un minimum de 300 millions de dollars. Par ailleurs, la Banque mondiale a entrepris d'élaborer le Programme d'investissement forestier, qui vise à appuyer les activités de REDD menées par les pays en développement en fournissant d'emblée des financements relais au titre des réformes d'intervention et les investissements recensés dans le cadre des stratégies nationales de REDD. Le montant ciblé pour le financement du programme d'investissement forestier proposé est de 500 millions de dollars.

L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, le Programme des Nations Unies pour le développement et le Programme des Nations Unies pour l'environnement ont lancé conjointement le Fonds de partenariat pour la réduction des émissions de carbone

^a Voir, par exemple, FCCC/CP/2007/6/Add.1, décision 2/CP.13.

Encadré VI.2 (suite)

forestier des Nations Unies (programme UN-REDD), qui disposera d'un portefeuille de 52 millions de dollars (que la Norvège doit financer), pour fournir aux pays en développement pilotes une assistance en matière de renforcement des capacités de REDD. L'objectif immédiat consiste à déterminer si des mécanismes de paiement soigneusement structurés et l'appui au renforcement des capacités peuvent créer les incitations requises pour garantir des réductions d'émissions tout en maintenant et en améliorant les autres services écosystémiques que fournissent les forêts. Pour donner satisfaction, cette initiative doit reposer sur la participation de l'ensemble des organes des Nations Unies impliqués dans la lutte contre le changement climatique et la réalisation d'activités en faveur des forêts.

La mise en place d'un mécanisme au service de la REDD doit s'appuyer sur : des méthodes rigoureuses d'évaluation et de surveillance des changements du couvert forestier et des concentrations de carbone et des émissions de GES qui leur sont associées; des changements graduels induits par la gestion durable des forêts; et la réduction des émissions causées par le déboisement et la dégradation des forêts. Le problème méthodologique s'est avéré beaucoup plus difficile à résoudre pour les émissions liées à la dégradation des forêts que pour celles causées par le déboisement. Les négociations relatives à la REDD doivent également tenir compte de questions de politique générale, telles que les droits des parties prenantes, en particulier ceux des populations autochtones, et les coûts d'opportunité des autres utilisations des sols et des systèmes de gestion des forêts (voir encadré IV.2).

Les animateurs des négociations sur la REDD doivent également faire en sorte que le document final ne défavorise pas les pays qui ont déjà pris des mesures pour éliminer ou réduire le déboisement et pour gérer leurs forêts d'une manière durable, non plus que les pays dont les forêts font l'objet d'une gestion durable. Au final, le programme de REDD doit veiller à ce que les solutions destinées à faire face au changement climatique en ce qui concerne les forêts favorisent le développement durable aussi bien dans les pays riches en forêts que dans les autres. Il doit s'attaquer aux facteurs de déboisement extérieurs au secteur forestier et appuyer une gouvernance transparente, solidaire et responsable des forêts. Il est également indispensable de reconnaître la globalité de la gestion durable des forêts, qui va bien au-delà de leurs fonctions d'émission et de rétention du carbone.

Source : Département des affaires économiques et sociales du Secrétariat de l'ONU, secrétariat du Forum des Nations Unies sur les forêts.

Toutefois, le niveau des connaissances requises pour fixer une taxe efficace et celui des capacités nécessaires pour la gérer est généralement très élevé et peut ne pas être à la portée de bien des pays en développement. De plus, comme on l'a indiqué, les estimations des dommages causés par les émissions de carbone sont extrêmement variables, en fonction des hypothèses concernant la valeur des arbitrages intertemporels ou des dommages non monétaires, ou la prise en considération des informations incomplètes ou de l'incertitude (Schroeder, 2008).

Toute taxe mondiale sur les émissions de carbone nécessiterait une coopération multilatérale pour harmoniser les systèmes fiscaux de façon à faciliter la prise d'une décision commune concernant le montant et l'incidence de la taxe et le mode de répartition des recettes. En l'absence d'un solide cadre international, la fixation de taxes différenciées pourrait concourir à la réalisation d'objectifs politiques ou commerciaux au lieu de favoriser l'atténuation du changement climatique (comme dans le cas, par exemple, des subventions à l'éthanol aux États-Unis et des obstacles aux exportations d'éthanol par le Brésil). Qui plus est, l'idée de dépouiller les autorités nationales de leurs prérogatives à cet égard s'est heurtée à une résistance opiniâtre dans un certain nombre de pays.

Une taxe mondiale uniforme sur les émissions de carbone aboutirait inévitablement, même si elle devait être mise en place graduellement, à taxer les pays en développement à un taux plusieurs fois égal à celui des pays industrialisés, évalué en pourcentage du PIB. Cela pénaliserait les pays en développement hors de proportion, alors même que leurs émissions par habitant sont faibles par rapport à celles des pays industrialisés.

Par ailleurs, la tarification du carbone aura des incidences sur le niveau et la répartition des revenus réels des ménages, à la fois directement, dans le cadre de l'utilisation par les ménages de combustibles fossiles, et indirectement, par le biais des prix des autres produits. On a constaté dans certains contextes qu'une taxe carbone pénalise hors de proportion les groupes à faible revenu en augmentant non seulement le coût direct de l'énergie, mais aussi les prix finals des produits dans lesquels cette énergie a été utilisée. En pareil cas, le coût que les ménages à faible revenu doivent acquitter pour se conformer aux normes environnementales est disproportionné. Afin d'éviter les effets distributifs négatifs, on pourrait établir des prix (et, partant, une imposition) différenciés, par exemple en augmentant les prix en fonction de la quantité d'énergie consommée; une autre solution consisterait à mettre en place des mécanismes compensateurs sous la forme de subventions en faveur des groupes à faible revenu.

L'imposition d'une taxe sur le carbone devrait donc être en premier lieu un instrument destiné à motiver en faveur de l'atténuation dans les pays avancés et une source de financement de programmes d'action pour le climat, notamment dans les pays en développement. Cela pourrait permettre de dégager des ressources importantes pour couvrir les besoins de financement au niveau international. Si le prix du carbone atteignait 50 dollars la tonne de CO₂, les énergies renouvelables telles que l'énergie éolienne produite à terre pourrait en gros faire concurrence au charbon polluant; et si le prix du pétrole atteignait 150 dollars le baril, l'énergie éolienne pourrait faire concurrence au charbon et au gaz, en l'absence d'un prix du carbone (Stern, 2009, p. 43). Même sans prix du carbone déterminé par le marché, l'imposition des sources d'énergie émettrices de GES contribuerait à rendre les sources d'énergie renouvelables économiquement plus attrayantes. Une taxe de 50 dollars la tonne, qui rendrait de nombreuses énergies renouvelables économiquement viables, pourrait mobiliser 500 milliards de dollars de ressources annuelles, ce qui permettrait de couvrir une part des coûts d'atténuation selon les estimations supérieures indiquées dans la figure VI.2⁵. La taxe carbone ne fournira pas une source illimitée de financement et celle-ci diminuera à mesure que les émissions de GES seront effectivement ramenées à de faibles niveaux, mais dans les premières phases, elle pourra jouer un rôle important en finançant une part substantielle du gros effort d'investissement qui devra être fait au cours des décennies qui viennent.

Sources d'investissements « verts »

Les marchés d'actions pourraient constituer un autre mécanisme de mobilisation du financement privé aux fins des investissements à réaliser dans les technologies vertes et les sources d'énergie à faibles niveaux d'émissions et les infrastructures connexes, et des transferts de ressources aux pays en développement. Les structures incitatives devraient être réorientées vers ces investissements, ce qui serait possible si les objectifs de réduction étaient clairs et suffisamment audacieux pour produire un prix du carbone suffisamment élevé pour accroître la rentabilité d'investissements dans des technologies et sources d'énergie alternatives peu génératrices d'émissions ou s'il existait des incitations budgétaires et des investissements publics pour relever dans des proportions égales le taux de rendement des investissements « verts ». On pourrait préconiser les investissements étrangers directs (IED), les investissements de portefeuille, le microfinancement et les partenariats secteur public-secteur privé

L'imposition d'une taxe sur le carbone devrait donc être en premier lieu un instrument destiné à motiver en faveur de l'atténuation dans les pays avancés et une source de financement de programmes d'action pour le climat, notamment dans les pays en développement

On pourrait préconiser les investissements étrangers directs, les investissements de portefeuille, le microfinancement et les partenariats secteur public-secteur privé pour développer le financement privé des mesures d'atténuation du changement climatique et d'adaptation à ce changement

⁵ Comme il est fortement probable, naturellement, que les pays développés auront besoin d'une partie des recettes pour éponger les coûts de leur propre ajustement à un avenir peu générateur d'émissions, l'idée selon laquelle toutes les recettes générées devraient servir à financer les investissements dans les mesures d'atténuation et, à plus forte raison, aller aux pays en développement, doit être nuancée.

pour développer le financement privé des mesures d'atténuation du changement climatique et d'adaptation à ce changement.

L'*investissement étranger direct* peut être une source relativement stable de financement qui présente, du point de vue du transfert de technologies et de normes, des avantages qui pourraient permettre de brûler certaines étapes pour s'engager dans certains secteurs moins polluants, tels que les énergies renouvelables. Certains des secteurs les plus polluants, tels que le transport routier, la métallurgie, l'industrie minière, les produits chimiques, le bois d'œuvre et le ciment, sont dominés par de grandes entreprises internationales. Leurs investissements et leurs pratiques exerceront probablement une grande influence sur le calendrier des voies de développement alternatives (Goldman Sachs, 2008). De plus, étant donné les progrès accomplis en matière de technologies non polluantes par certains pays en développement, par exemple dans le domaine de la technologie éolienne, l'IED Sud-Sud pourra être un élément important d'une nouvelle voie de développement. Toutefois, étant donné que l'IED suit avec retard la croissance économique au lieu de la tirer, il ne jouera sans doute pas un rôle important dans les premières phases d'une transition vers une voie de développement de ce type, compte tenu en particulier du degré élevé d'incertitude et de l'absence de facteurs de production et d'investissements complémentaires nationaux dont les grandes entreprises internationales, en particulier celles qui exercent des activités de haute technologie, ont besoin pour opérer de façon efficace. De plus, comme indiqué dans les chapitres précédents, la contribution de l'IED dépendra des dispositions prises par le gouvernement du pays d'accueil.

Les *investissements de portefeuille* peuvent être mobilisés par l'intermédiaire de fonds de capital-risque ainsi que de fonds et actions « verts » et pourraient attirer les investisseurs disposés à investir dans des options susceptibles de générer un rendement moins important, mais de favoriser l'atténuation et les pratiques commerciales socialement responsables. Toutefois, les fonds mis à ce jour à la disposition des pays en développement par cette filière ont été limités et n'ont bénéficié pour l'essentiel qu'à un ou deux pays. En l'absence d'autres facteurs déterminants, le montant des ressources pouvant être levé restera sans doute très faible. En premier lieu, sans augmentation suffisante du prix du carbone et si l'État n'intervient pas en prenant des dispositions réglementaires et en mettant en place des incitations budgétaires, le secteur privé ne jugera pas ces instruments suffisamment attractifs sur la base du calcul classique du risque et du rendement. Par exemple, la récente diminution de la demande d'énergie et des prix du pétrole ont fait baisser la valeur des investissements en valeurs mobilières dans les biocarburants. En second lieu, pour que ces instruments deviennent un support d'investissement important dans les pays en développement, il faut que l'offre d'instruments financiers liés à la comptabilité climatique augmente dans des proportions importantes. À l'heure actuelle, la quasi-totalité des possibilités d'investissement sont concentrées dans les pays développés.

Néanmoins, certaines sociétés privées d'investissement en valeurs mobilières qui ciblent les activités d'atténuation du changement climatique commencent à considérer les infrastructures non polluantes, et principalement les énergies renouvelables, comme offrant des possibilités de financement viables⁶. Ces possibilités restent toutefois limitées, même dans les pays en développement dont la croissance est la plus forte (comme la Chine, l'Inde et le Brésil), car leurs infrastructures ne leur permettent toujours pas d'appuyer la production et la distribution d'énergies renouvelables. La Chine est sans doute le plus important marché

Certaines sociétés privées d'investissement en valeurs mobilières qui ciblent les activités d'atténuation du changement climatique commencent à considérer les infrastructures non polluantes, et principalement les énergies renouvelables, comme offrant des possibilités de financement viables

⁶ Par exemple, Climate Change Capital, société privée d'investissement en valeurs mobilières basée à Londres, s'appête à lancer un fonds pour les infrastructures non polluantes, qui sera basé en Chine.

de ce type de flux financiers privés, mais l'investissement privé continue de s'y heurter à des difficultés tenant au fait que les politiques nationales imposent des liens avec des entreprises basées en Chine. Néanmoins, un nombre croissant de banques d'investissement commencent à voir s'ouvrir des perspectives de plus en plus nombreuses, qui tiennent sans doute à l'existence des quotas d'énergie renouvelable et des tarifs de rachat récompensant les investissements réalisés dans ce domaine, et les investisseurs commencent à exploiter ces perspectives. Là encore, cette tendance souligne la nécessité de définir rapidement les orientations à suivre; les investisseurs privés, en particulier sur ce marché, pourront avoir besoin de beaucoup de temps pour réagir aux incitations.

Le *microfinancement* pourrait être un autre moyen de mobilisation des ressources privées nationales pour réaliser des investissements dans le développement durable. Au cours des trois dernières décennies, le microfinancement a connu une croissance spectaculaire. Selon des estimations récentes, il y avait en 2006 plus de 7 000 institutions de microcrédit, œuvrant en faveur d'environ 80 millions de personnes dans 65 pays, dont certains pays développés. Le microfinancement ne se limite plus aux programmes d'octroi de crédit : il englobe désormais des programmes de microépargne et de microassurance. Certains de ces programmes ont d'ores et déjà un volet climat. Étant donné que la réduction de la pauvreté et la vulnérabilité au climat sont étroitement liées, le développement du microfinancement a été considéré comme une source possible de financement de l'adaptation au changement climatique (Hammill, Matthew et McCarter, 2008). La Grameen Bank a déjà commencé à accorder des prêts au titre de produits énergétiques non polluants, tels que des installations solaires autonomes, avec des retombées en faveur des microentreprises, tandis que d'autres possibilités existent dans les domaines des appareils de cuisson des aliments moins polluants, des biocarburants et de l'agriculture à faible niveau d'émissions (Rippey, 2009). Toutefois, le développement du microfinancement aux fins de l'investissement à long terme dans des activités productives et le développement durable devra pouvoir compter sur l'appui d'une stratégie de développement générale, notamment sous forme d'investissements dans les infrastructures et le capital humain (Nations Unies, 2008).

Les *partenariats et garanties secteur public-secteur privé* peuvent stimuler d'une manière efficace le financement de projets destinés à accroître l'efficacité énergétique et l'exploitation des énergies renouvelables dans les pays en développement. Les partenariats prennent depuis quelques années une importance croissante s'agissant de faciliter l'exécution de projets d'infrastructures et de dispenser des services de santé (Nikolic et Maikisch, 2006). Ils ont également servi à impulser la mise au point de technologies, notamment dans le domaine des énergies non polluantes (Sagar, Bremner et Grubb, 2008). Cela étant, on a émis des doutes quant à leur rapport coût-efficacité et on s'est demandé s'ils représentaient le meilleur moyen de réaliser les améliorations requises à l'échelle voulue.

Les garanties peuvent prendre différentes formes. Un programme de financement aux consommateurs de systèmes solaires photovoltaïques dans le sud de l'Inde est un bon exemple de cas où les crédits garantis par l'État ont aidé à régler le problème causé par le fait que les consommateurs n'avaient pas accès à ce dont ils avaient besoin pour réaliser l'investissement initial nécessaire à l'utilisation de l'énergie solaire (voir encadré VI.3). L'absence de connaissances ou d'expérience peut également créer des obstacles aux investissements dans les énergies renouvelables. La Société financière internationale (SFI), institution du Groupe de la Banque mondiale chargée des opérations avec le secteur privé, a tout particulièrement innové dans ce domaine. En instaurant des partenariats avec des banques des pays en développement, la SFI aide les institutions financières nationales à sélectionner parmi leurs clients ceux

Le développement du microfinancement aux fins de l'investissement à long terme dans des activités productives et le développement durable devra pouvoir compter sur l'appui d'une stratégie de développement générale

Encadré VI.3

Mise en place d'un programme de financement aux consommateurs de systèmes solaires photovoltaïques dans le sud de l'Inde

La faiblesse du taux d'accès à l'électricité et les pénuries d'électricité qui se produisent même lorsque l'électricité est disponible ont conduit des ménages indiens à se tourner vers des systèmes d'approvisionnement en électricité alternatifs, tels que les onduleurs, les générateurs diesel et, dans quelques rares cas, les systèmes solaires photovoltaïques. L'Inde s'est dotée de l'un des programmes d'exploitation des énergies renouvelables les plus complets parmi les pays en développement (voir chap. IV), mais plusieurs obstacles ont empêché l'adoption par un plus grand nombre de particuliers de systèmes à énergie solaire fournissant une énergie non polluante à des fins d'éclairage. En particulier, l'insuffisance du marché du crédit et le fait que les clients potentiels ne disposaient pas d'informations sur ces systèmes ont limité le développement du marché. Le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) a, en collaboration avec les parties prenantes nationales, mis en place un programme visant à élargir l'accès des ménages ruraux au crédit de façon à leur permettre d'acheter des systèmes à énergie solaire. Il s'agissait d'aider les banques indiennes partenaires du programme à mettre au point des portefeuilles de prêts destinés spécifiquement à financer l'achat de tels systèmes par des particuliers dans les régions mal desservies du sud de l'Inde, notamment par les ménages pauvres des zones rurales et semi-urbaines, qui sont le plus durement touchés par les pénuries d'électricité et n'ont qu'un accès limité à des solutions de remplacement plus onéreuses. Lancé en 2002, le programme a été achevé en 2007.

La consultation des parties prenantes, et en particulier des banques partenaires et fournisseurs potentiels, a constitué une étape importante de la mise en place du programme. À l'issue de ces consultations, il a été décidé de faire reposer le mécanisme financier du programme sur une bonification du taux d'intérêt. En fournissant des prêts à taux d'intérêt bonifié, le programme entendait remédier aux problèmes du « coût élevé de l'investissement initial » et du coût élevé du crédit, qui étaient les obstacles constatés par les parties prenantes. On attendait également du programme qu'il contribue à faire mieux connaître et apprécier la technologie des systèmes individuels à énergie solaire, à faire baisser les coûts financiers de cette technologie en Inde et à élargir le marché.

Le programme a été officiellement lancé par les banques partenaires en 2003 : en avril par la Canara Bank et en juin par la Syndicate Bank. Quatre fournisseurs de systèmes à énergie solaire avaient satisfait aux critères de qualification et pouvaient adresser leurs clients aux succursales de l'une ou l'autre de ces deux banques aux fins de financement d'un système individuel à énergie solaire. Avant le lancement du projet, quelque 1 400 systèmes individuels à énergie solaire seulement avaient été financés dans l'État du Karnataka. Le plan du programme avait fixé un objectif ambitieux de 18 000 prêts pendant la durée de vie de celui-ci. Lorsque le programme a pris fin, en mai 2007, plus de 19 000 prêts avaient été financés par l'intermédiaire de plus de 2 000 succursales de banques participantes, la croissance la plus forte ayant été enregistrée dans les zones rurales, ce qui était dû en partie au renforcement de la participation des neuf banques Grameen.

Un programme soigneusement conçu et impliquant les parties prenantes tant pendant la phase de conception que pendant celle de l'exécution peut contribuer à développer des marchés de l'énergie renouvelable, comme en témoigne le succès du programme solaire indien. Ce sont le suivi continu de ce programme et l'association des parties prenantes à toutes les phases de son exécution qui ont garanti son succès. Toutefois, le succès à plus long terme d'un programme de ce genre dépend de sa capacité d'effectuer une transition en douceur vers le marché commercial.

Source : PNUE, Centre Risø.

qui pourraient exécuter des programmes relatifs à l'efficacité énergétique. Lorsqu'un prêt est accordé, une formation est dispensée sur la manière de structurer ces programmes de façon à stimuler encore davantage l'investissement, et la SFI accorde une garantie partielle contre

le risque de défaillance. Dans la pratique, les taux de défaillance sont nettement plus faibles pour les projets relatifs à l'efficacité énergétique que dans les autres secteurs⁷. Il semble donc que les garanties et la formation aient favorisé l'utilisation efficace des ressources de la SFI, ce qui a aidé le secteur privé à surmonter ses réticences initiales et à investir dans les secteurs de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables dans les pays en développement.

Financement par le secteur public

Comme indiqué ailleurs (Nations Unies, 2006, chap. IV), les marchés du financement à long terme, tels que les marchés obligataires, sont insuffisamment développés dans les pays en développement. En règle générale, cela limite les possibilités d'action tant de l'État que des investisseurs privés s'agissant de mobiliser des moyens de financement à long terme suffisants pour pouvoir procéder aux investissements massifs nécessaires au développement économique et social. Ces dépenses d'investissement peuvent être trop importantes pour que les gouvernements puissent les financer en utilisant les recettes fiscales annuelles, tandis que l'absence d'un marché obligataire limite la capacité d'emprunter à ces fins sur le marché intérieur public. Les investisseurs privés, de leur côté, s'attendent à des rendements inférieurs aux bénéfices sociaux des investissements en question (Stiglitz, 1994).

Les externalités économiques générales occupent une place particulièrement importante dans certains secteurs clés qui, tels que les infrastructures, sont caractérisés par des investissements très lourds et à longue période de gestation, des risques plus élevés et des bénéfices plus faibles. Dans toute économie où les entreprises privées jouent un rôle prédominant, les signaux du marché et les institutions financières privées peuvent inciter les investisseurs à éviter ces secteurs, ralentissant du même coup la croissance et le développement à long terme. Il appartient aux décideurs de remédier à ce type de dysfonctionnement du marché en garantissant un apport suffisant de crédit aux technologies et secteurs de pointe susceptibles de dégager des bénéfices sociaux importants (Chandrasekar, 2008). Il n'en va pas autrement pour le problème de l'investissement lié au changement climatique. Pour accélérer l'investissement privé dans les mesures d'atténuation, les décideurs et les pouvoirs publics devront appliquer des mesures d'incitation en mettant en place des cadres réglementaires, des subventions et des garanties et en finançant les coûts supplémentaires afférents à la transition technologique, entre autres instruments.

Cela dit, les dépenses d'investissement initiales massives représentent un obstacle important pour nombre de pays en développement. Les ressources engagées à ce jour pour relever le défi du climat et les limites inhérentes aux mécanismes axés sur le marché donnent à penser que les pays développés n'ont pas encore pris au sérieux le type d'ajustements qu'ils attendent des pays en développement.

Mobilisation des ressources intérieures

Selon la logique d'une forte poussée, une augmentation des investissements publics crée une augmentation correspondante du montant de la nouvelle épargne, au lieu d'imposer le recours à l'épargne existante. Parallèlement, cette augmentation de l'épargne crée une demande de nouveaux instruments financiers, notamment en ce qui concerne le financement

Pour accélérer l'investissement privé dans les mesures d'atténuation, les décideurs et les pouvoirs publics devront appliquer des mesures d'incitation en mettant en place des cadres réglementaires, des subventions et des garanties et en finançant les coûts supplémentaires afférents à la transition technologique, entre autres instruments

Selon la logique d'une forte poussée, une augmentation des investissements publics crée une augmentation correspondante du montant de la nouvelle épargne, au lieu d'imposer le recours à l'épargne existante

⁷ Informations basées sur la consultation des services de la SFI.

des investissements du secteur public. Toutefois, cela n'est pas automatique et les déficits de financement doivent être comblés. Les gouvernements doivent, dans le même temps, se demander comment accroître leur marge d'action budgétaire et comme réorienter cette action vers la réalisation de leurs objectifs climatiques sans compromettre celle d'autres objectifs. Cela vaut aussi bien pour les pays développés que pour les pays en développement, mais le problème revêt une acuité particulière pour ces derniers.

Dans les pays en développement, en moyenne, les recettes fiscales collectées en proportion du PIB ne représentent que les deux tiers de la proportion relevée dans les pays riches, et la part la plus importante de ces recettes est fournie par les impôts indirects, non par les impôts directs perçus sur les revenus, les bénéfices et les plus-values. L'administration fiscale est souvent déficiente et en proie à la fraude et à d'autres irrégularités⁸. S'agissant de trouver les ressources dont ils ont besoin pour assurer la transition vers un mode de croissance peu générateur d'émissions, les pays en développement doivent, en particulier, engager des réformes fiscales qui leur permettraient de ne plus être tributaires des taxes commerciales et autres impôts indirects, afin de renforcer la progressivité et d'élargir la marge de manœuvre budgétaire.

En ce qui concerne les dépenses, d'aucuns conseillent à nombre de gouvernements, pour des motifs tenant au changement climatique, de réexaminer la question des subventions énergétiques en faveur des ménages à faible revenu. L'élimination de ces subventions présente manifestement un avantage sur le plan budgétaire, mais son impact sur le climat et le fait de se concentrer exclusivement sur ce type de subventions sont contestables. On a constaté que, confrontés à une augmentation des prix de l'énergie, les ménages à faible revenu passent à des sources d'énergie ne faisant l'objet d'aucune tarification, telles que le bois à brûler, ce qui a un impact négatif sur l'environnement et sur leur productivité et leur niveau de vie.

L'élaboration d'une stratégie de financement de la transition vers un mode de croissance peu générateur d'émissions devra être l'occasion de déployer un ensemble de subventions, de droits de douane et de taxes, dont les subventions énergétiques en faveur des pauvres ne doivent être que l'un des éléments. Le fait de se focaliser sur l'élimination des subventions énergétiques pourrait nuire à la réalisation des objectifs en matière d'équité et, de ce fait, retarder la transformation structurelle et le développement. Sur le plan des recettes, les considérations d'équité devront également jouer un rôle essentiel lorsqu'il s'agira de mobiliser les moyens devant permettre de financer les investissements dans l'exploitation de sources d'énergie peu génératrices d'émissions, et la stratégie de financement en faveur du climat devra faire une place essentielle à des approches progressistes en matière d'imposition et de droits à prélever.

Depuis quelques années, un certain nombre de pays en développement enregistrent une croissance des marchés des obligations d'État. Compte tenu de la crise financière et des appels à la réforme du système financier, l'émission d'« obligations vertes » pour financer la lutte contre le problème du climat pourrait constituer un instrument financier supplémentaire, à l'instar des obligations de guerre, dans certains pays émergents, ainsi qu'une valeur refuge pour l'épargne personnelle en augmentation dans un système financier mieux réglementé (voir encadré VI.4 et New Economics Foundation, 2008). On pourrait également utiliser les garanties d'État et les réductions d'impôt pour orienter l'épargne vers des investissements qui réduisent l'utilisation du carbone, notamment des investissements infrastructurels, comme c'est le cas sur le marché des obligations d'administration locale aux États-Unis.

Il faudra déployer un ensemble de subventions, de droits de douane et de taxes, dont les subventions énergétiques en faveur des pauvres ne doivent être que l'un des éléments

L'émission d'« obligations vertes » pour financer la lutte contre le problème du climat pourrait constituer un instrument financier supplémentaire, à l'instar des obligations de guerre, dans certains pays émergents

⁸ Pour un examen approfondi de ces questions, voir Spiegel (2008) et Di John (2007).

Obligations vertes

Encadré VI.4

Les besoins de capitaux pour financer des projets concernant des activités d'atténuation du changement climatique ou d'adaptation à ce changement sont immenses. Toutefois, il est moins évident d'obtenir les financements nécessaires aux investissements à réaliser dans des domaines tels que ceux qui présentent des caractéristiques inhérentes aux biens publics. En particulier, étant donné le volume des fonds à réunir et la nécessité de soutenir ces investissements sur de longues périodes, il peut ne pas être suffisant ou réaliste de compter sur les finances publiques si cela implique soit de réaffecter des fonds qui devaient aller à d'autres postes de dépenses, soit d'augmenter fortement les impôts. Une solution évidente consiste à avoir recours aux marchés des capitaux et à convaincre les acteurs du secteur privé d'investir de leur plein gré leur épargne dans de tels projets en émettant des titres de créance garantis par une entité publique plus importante.

La demande de titres qui ciblent spécifiquement des activités à faible niveau d'émission de carbone ou favorisent l'adaptation au changement climatique est certainement importante; à la différence des titres de créance ordinaires, ces obligations vertes (également appelées « obligations climatiques » ou « obligations écologiques ») pourraient également rapporter de confortables dividendes générés par l'appui à des projets respectueux de l'environnement. Il semble que ces obligations suscitent de plus en plus d'intérêt à tous les niveaux.

Certes encore étroit par comparaison avec celui des États-Unis d'Amérique, le marché international d'émission d'obligations par des entités infranationales s'est étoffé au cours de la décennie écoulée : le volume global a augmenté, les montants sont devenus plus importants et les échéances se sont allongées (Platz, 2009). Plusieurs villes petites et grandes ont déjà émis des obligations sur une petite échelle et les gouvernements sont entrés dans la danse. Par exemple, des obligations cotées AAA d'une valeur globale de 2 milliards de dollars ont été émises aux États-Unis en 2004 pour financer le réaménagement de terrains industriels et commerciaux contaminés, encourager les économies d'énergie et préconiser l'utilisation de sources d'énergie renouvelables. De même, la Malaisie a approuvé en 2006 l'émission d'obligations pour un montant total de 530 millions de dollars pour financer la plantation d'arbres sur 375 000 hectares de terres.

De leur côté, les institutions internationales ont reconnu les mérites des obligations vertes : la Banque européenne d'investissement a émis des obligations « prise de conscience du changement climatique » pour un montant supérieur à 1 milliard d'euros en 2007 pour financer des projets relatifs aux énergies renouvelables; et la Banque mondiale a, en partenariat avec les Skandinaviska Enskilda Banken (SEB) en Suède, émis des obligations vertes pour 300 millions de dollars (2,325 milliards de couronnes suédoises) en 2008.

L'idée consistant à proposer des titres de créance qui en appellent à la conscience de l'investisseur n'est pas nouvelle : un certain nombre de pays ont émis des obligations de guerre pour financer les opérations militaires pendant la Seconde Guerre mondiale. De plus, l'histoire montre que ces instruments sont capables de mobiliser des capitaux privés importants : à la fin de la guerre, par exemple, un Américain sur deux avait acheté des obligations de guerre; elles ont permis de lever plus de 185 milliards de dollars à l'époque, ce qui, compte tenu de l'inflation, représenterait plus de 2 billions de dollars d'aujourd'hui. Pour nombre de pays, notamment les États-Unis et l'Allemagne, les obligations d'administration locale ont largement contribué à financer des services essentiels, en particulier les systèmes d'approvisionnement en eau. On sait d'expérience que le développement du marché de la dette des entités infranationales dépend pour une large part de facteurs liés à l'offre (entité d'émission) et à la demande (investisseur). Du côté de la demande, ces facteurs sont notamment l'existence d'intermédiaires financiers et d'investisseurs se plaçant dans l'optique d'un portefeuille approprié à long terme, une bonne connaissance de l'entité d'émission et la confiance de l'investisseur liée à des titres similaires, la capacité d'échanger des titres de dette sur les marchés secondaires et la faiblesse du risque de crédit et du risque de marché. Du côté de l'offre, les facteurs comprennent le renforcement de la capacité des administrations locales de gérer et de financer la dette, la modicité des frais d'émission, un cadre réglementaire et juridique adapté et, dans certains cas, des améliorations des termes du crédit telles que des garanties ou des mécanismes de financement en pool. Il semble donc que, dans les pays où la plupart de ces conditions sont réunies, les obligations vertes puissent devenir une source importante de financement pour les entités publiques engagées dans la lutte contre le réchauffement climatique.

L'échelle sur laquelle les instruments de créance « verts » peuvent être émis dépend en partie du degré de sophistication des marchés financiers intérieurs et du niveau d'endettement global du pays. En dernière analyse, l'expansion d'un marché d'instruments de ce genre est subordonnée à la capacité de l'État d'accroître les recettes fiscales et de fixer le taux de rendement de l'investissement intérieur. Les considérations liées à l'équité et au développement sont importantes s'agissant de lever les obstacles dans ces deux domaines. La progressivité de l'impôt garantira l'augmentation des recettes publiques parallèlement à celle des revenus, notamment ceux de la classe de plus en plus nombreuse des détenteurs d'obligations, qui appartiennent généralement au groupe dont les revenus sont les plus élevés. L'intervention de l'État dans la fixation des taux de rendement de l'investissement intérieur consiste à plafonner les revenus du capital en échange de revenus moins risqués et moins instables. La capacité des gouvernements d'influer sur les rendements intérieurs moyens des investissements dépend pour une part essentielle de leur aptitude à gérer les mouvements de capitaux et de leur propension à le faire. En imposant des taxes et des restrictions sur le capital et en contrôlant les mouvements de capitaux à destination et en provenance de leurs pays respectifs, les gouvernements redeviendront capables de conduire une politique monétaire indépendante et d'influer sur les taux d'intérêt d'une manière qui permette de stimuler l'investissement à long terme.

En l'absence de cadres réglementaires, politiques et institutionnels efficaces, les résultats obtenus par le secteur privé quand il lui est revenu de fournir le financement nécessaire, en particulier à des services collectifs aussi essentiels que ceux chargés de la distribution d'énergie, n'ont pas été satisfaisants

Les banques de développement du secteur public offrent un mode de financement alternatif de l'investissement à long terme dans nombre de pays en développement. Ces institutions ont obtenu des résultats inégaux pour ce qui est de générer un financement à long terme, encore qu'elles aient eu un rôle particulièrement important à jouer dans la mise en place d'infrastructures. Les réussites donnent à penser que ces banques sont les plus efficaces lorsqu'elles encouragent également le développement d'institutions financières privées complémentaires, s'emploient de façon assidue à contrôler les bénéficiaires de leurs propres fonds et évitent les risques excessifs pour le secteur public et les bonifications de taux d'intérêt mal ciblées (Nations Unies, 2005, p. 24-25). Ces dernières années, ces institutions ont été négligées en faveur des marchés de capitaux privés et des partenariats secteur public-secteur privé. Toutefois, en l'absence de cadres réglementaires, politiques et institutionnels efficaces, les résultats obtenus par le secteur privé quand il lui est revenu de fournir le financement nécessaire, en particulier à des services collectifs aussi essentiels que ceux chargés de la distribution d'énergie, n'ont pas été satisfaisants. Dans bien des cas, la réforme et la recapitalisation des banques de développement seront importantes pour réussir la transition vers des voies de développement peu génératrices d'émissions. Le Brésil, la Chine et l'Inde ont acquis une certaine expérience en matière d'utilisation des banques de développement et des prêts spéciaux des banques commerciales garantis par l'État (voir encadré VI.5).

Encadré VI.5

Mise en place de mécanismes d'intermédiation financière pour des projets d'amélioration de l'efficacité énergétique au Brésil, en Chine et en Inde

La possibilité de rendements élevés offerts par les projets d'amélioration de l'efficacité énergétique a été démontrée; et si les mécanismes d'exécution appropriés peuvent être élaborés, d'importants investissements rentables ne devraient pas tarder à se matérialiser. Toutefois, les mécanismes viables pouvant contribuer à lever les obstacles qui freinent l'investissement dans l'efficacité énergétique se trouvent encore à un stade embryonnaire et leur efficacité n'a pas été démontrée. Le

Encadré VI.5 (suite)

Projet d'amélioration de l'efficacité énergétique des trois pays se proposait d'accroître dans des proportions très importantes les investissements réalisés dans l'amélioration de l'efficacité énergétique par le secteur financier national du Brésil, de la Chine et de l'Inde en levant ces obstacles par le biais d'une série d'activités, et de définir des mécanismes financiers viables ciblant le secteur bancaire et les sociétés prestataires de services énergétiques de chacun de ces pays. Lancé en novembre 2002, le projet a été achevé en mai 2007.

Les activités ont porté sur l'assistance technique, la formation et la recherche appliquée dans les quatre domaines qui intéressaient les pays en question : création au sein des banques commerciales de services spécialisés dans les projets d'amélioration de l'efficacité énergétique; soutien aux sociétés prestataires de services énergétiques; fonds de garantie pour l'efficacité énergétique; et financement par fonds propres des sociétés prestataires de services énergétiques/projets relatifs à l'efficacité énergétique.

Parmi les autres activités importantes au titre du projet, on peut mentionner les multiples ateliers d'échanges et de diffusion des connaissances entre pays, qui ont permis aux praticiens de chacun des trois pays de tirer les enseignements de leurs expériences respectives et de s'attaquer conjointement aux problèmes concrets auxquels chacun d'eux était confronté s'agissant de lever les obstacles à l'augmentation des investissements dans les projets d'amélioration de l'efficacité énergétique.

L'analyse technique a été l'une des principales activités organisées pour tous les volets du projet et un travail important a été accompli dans les trois pays dans ce domaine. Au Brésil, le capital-risque, les capitaux privés et le partage des risques au niveau des projets d'amélioration de l'efficacité énergétique ont abouti à l'approbation par la Banque brésilienne de développement (BNDES), en mai 2006, d'une nouvelle ligne de crédit avec partage des risques au titre de projets d'amélioration de l'efficacité énergétique, prévoyant la participation de plusieurs banques nationales. L'aide apportée aux sociétés prestataires de services énergétiques dans le cadre du projet a augmenté leur capacité d'exécuter des projets d'amélioration de l'efficacité énergétique par le biais de contrats de performance énergétique. Le Programme d'aide à la gestion du secteur de l'énergie fournit un appui en vue de l'exécution du projet.

En Inde, de nouvelles méthodes d'évaluation et de nouvelles structures financières concernant les projets d'amélioration de l'efficacité énergétique ont été élaborées et des programmes de formation organisés à l'intention des banquiers. Cinq banques indiennes (State Bank of India, Canara Bank, Union Bank, Bank of Baroda et Bank of India) avaient lancé de nouveaux programmes de prêts à des projets d'amélioration de l'efficacité énergétique avant l'achèvement du projet en 2007.

En Chine, l'accent a été mis sur l'élaboration de programmes plus importants de prêts à des projets d'amélioration de l'efficacité énergétique au niveau des banques qui bénéficient d'un appui sans réserve de la part des parties prenantes chinoises. La Banque mondiale a élaboré un vaste projet axé sur la promotion du financement direct par les banques de projets d'amélioration de l'efficacité énergétique de taille moyenne et importante, dont l'objectif principal est de créer des services viables de prêt aux projets d'amélioration de l'efficacité énergétique au sein des banques chinoises. Deux banques chinoises ont été choisies comme institutions financières. Le renforcement des capacités des sociétés prestataires de services énergétiques a été accompli à la faveur de programmes de formation organisés par l'Association chinoise des sociétés de gestion énergétique, qui regroupe les sociétés prestataires de services énergétiques. Le projet a également assuré un service d'information à l'intention des banques et parties prenantes financières nationales, complétant ainsi les activités menées en Chine dans le cadre du fonds de garantie du Projet « Économies d'énergie II » de la Banque mondiale et du Fonds pour l'environnement mondial.

Source : PNUÉ, Centre Risø.

Financement international

Un appui international est indispensable pour assurer un financement efficace des investissements publics nécessaires à la réalisation des objectifs d'atténuation et d'adaptation. Le renforcement de cet appui est rendu urgent par la persistance des carences de l'architecture du financement pour le développement aux niveaux bilatéral et multilatéral. Les mécanismes

Un appui international est indispensable pour assurer un financement efficace des investissements publics nécessaires à la réalisation des objectifs d'atténuation et d'adaptation

financiers spécialement conçus pour gérer le problème du climat que prévoit la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques englobent un certain nombre de fonds pour l'adaptation accordant des dons sous la direction administrative du Fonds pour l'environnement mondial (FEM). Ces fonds sont alimentés à la fois par des contributions volontaires et le produit d'une taxe de 2 % prélevée sur les transactions menées dans le cadre du Mécanisme pour un développement propre (MDP). Le FEM joue un rôle particulièrement important en ce qu'il est capable de financer des projets plus risqués et a montré qu'il savait opérer dans des pays qui peuvent ne pas attirer les investisseurs étrangers, ce par le biais du MDP ou directement. Depuis sa création en 1991, le FEM a affecté plus de 3 milliards de dollars à des projets et en a cofinancé à hauteur de 14 milliards de dollars supplémentaires. Un deuxième mode de financement est représenté par les fonds et programmes découlant des prêts et subventions accordés par des organismes bilatéraux, dont le plus important est le Partenariat Planète fraîche, créé au Japon en 2008, qui vise à allouer 10 milliards de dollars en cinq ans. Le troisième mode comprend les institutions multilatérales de développement existantes, qui non seulement offrent divers mécanismes ayant un élément lié au climat, mais ont créé plusieurs fonds spécifiques chargés d'accorder des prêts, des dons et un financement à des conditions de faveur, dont les principaux sont les Fonds d'investissement en faveur du climat récemment créés par la Banque mondiale, initiative multilatérale de 6 milliards de dollars annoncée lors de la réunion du G-8 de juillet 2008.

La nouvelle architecture en faveur du climat est aussi inutilement complexe qu'elle est dotée de fonds déplorablement insuffisants

Comme le résume le tableau VI.3, cette nouvelle architecture en faveur du climat est aussi inutilement complexe qu'elle est dotée de fonds déplorablement insuffisants. L'arsenal de fonds et de mécanismes de financement se caractérise par une absence de coordination digne de ce nom, ce qui donne lieu à un grand nombre de déficits et de doubles emplois. Une grande incertitude entoure encore le montant des transferts dont les pays en développement auront besoin, mais il ne fait guère de doute que le déficit de financement est le plus gros obstacle au progrès des négociations sur le climat. Qui plus est, même en admettant que les pays donateurs atteignent l'objectif de 0,7 % du produit national brut (PNB) au titre de l'APD et que les pays en développement acceptent que les ressources supplémentaires, comprises entre 160 et 200 milliards de dollars, soient utilisées aux fins de la lutte contre le changement climatique, le déficit de financement de l'APD s'élèverait toujours à des centaines de milliards de dollars par an (Müller, 2008, p. 7).

Un programme de développement des sources de financement ne peut réussir que si l'on trouve des sources multilatérales plus prévisibles; cette approche repose notamment sur la solidarité mondiale

Un programme de développement des sources de financement ne peut réussir que si l'on trouve des sources multilatérales plus prévisibles. Les ressources multilatérales pourraient provenir pour partie de la vente de permis d'émission ou de l'augmentation de la taxe carbone dans les pays donateurs; toutefois, il faudra sans doute trouver des sources de financement plus innovantes. Un cadre novateur de financement est un programme diversifié d'expérimentation et de mise en œuvre de divers mécanismes de financement nouveaux et prévisibles, et de mobilisation des pays aux situations très diverses aux fins de l'objectif commun consistant à atteindre des buts de développement internationalement convenus. Cette approche repose notamment sur la solidarité mondiale, avec des sources de financement coordonnées au niveau international, mais exploitées au niveau national. À la différence des approches classiques de financement du développement, qui restent tributaires de la bonne volonté politique des pays riches, même si, depuis quelques années, on met davantage l'accent sur les « partenariats » dans l'utilisation des ressources, le cadre innovant de financement implique une communauté de conception et de prise de décisions par les pays en développement et les pays développés aux fins de lever les ressources nécessaires pour atteindre un objectif commun.

Les fonds levés jusqu'à présent ont été peu importants au regard des flux d'APD et ont été affectés pour l'essentiel à la réalisation d'objectifs mondiaux en matière de santé. Toutefois, un certain nombre de propositions laissent entrevoir des possibilités de financement beaucoup plus importantes (voir encadré VI.6). Depuis la présentation de la proposition tendant à utiliser les droits de tirage spéciaux (DTS) à des fins de développement, qui figure au paragraphe 44 du Consensus de Monterrey issu de la Conférence internationale sur le financement du développement (2002), des idées créatrices très diverses ont vu le jour. La proposition relative aux DTS incorpore déjà la dimension de la coopération au niveau du volet collecte de fonds du financement du développement, dans la mesure où tous les pays membres du FMI devraient faire une contribution en devises dans le cadre de ce mécanisme. Les propositions ultérieures ont envisagé d'utiliser les DTS à des fins de financement du développement aussi bien que de la disponibilité de liquidités (Aryeetey, 2004; Soros, 2002). Les taxes internationales prélevées sur le transport aérien ou les transactions financières contribuent également à supprimer la dépendance traditionnelle des ressources multilatérales à l'égard des résultats des processus politiques engagés dans les pays donateurs. Un mécanisme relevant de ce cadre, à savoir la taxe sur les opérations de change, fait d'ores et déjà l'objet de discussions : il pourrait permettre de lever au moins 50 milliards de dollars par an au taux de 0,5 %; une autre source de financement multilatéral pourrait être une taxe sur les transactions effectuées sur le marché des droits d'émission de carbone.

Propositions concernant la mobilisation de ressources financières nouvelles, additionnelles et importantes

Encadré VI.6

Entre la treizième session de la Conférence des Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, tenue à Bali (Indonésie) du 3 au 15 décembre 2007, et la quatorzième session de la Conférence des Parties, tenue à Poznan (Pologne), du 1^{er} au 12 décembre 2008, un certain nombre de propositions de financement ont été avancées par les parties. Les principales sont brièvement résumées ci-après, ainsi que quelques autres qui n'ont pas été présentées par les parties elles-mêmes. Elles concernent principalement les moyens de mobilisation de ressources financières, mais certaines d'entre elles abordent également la question de l'architecture institutionnelle et de la structure de gouvernance d'un mécanisme de financement.

Les pays en développement mettent l'accent sur le rôle essentiel des finances publiques et sur l'importance de la prévisibilité des flux de ressources. Les pays développés appuient généralement le recours aux institutions existantes pour acheminer les fonds supplémentaires et soulignent l'importance du rôle que le secteur privé doit jouer en matière de financement par le biais de l'investissement étranger direct (IED) [Santarius *et al.*, 2009]. On présente ci-après quelques-unes des principales propositions concernant la mobilisation de ressources financières :

- **Mécanisme pour un développement propre renforcé (compensation).** Les déficiences du Mécanisme pour un développement propre (MDP) actuel s'agissant de faciliter les transferts de ressources sur une grande échelle ne sont un secret pour personne. Il a été largement question de réformer le MDP pour qu'il mette l'accent non plus sur les projets, mais sur les programmes et/ou les politiques, ce qui devrait aboutir à des impacts plus importants, des cycles de financement plus courts et une réduction des coûts de transaction. Le secrétariat de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques estime que, d'ici à 2020, les mesures compensatoires pourraient rapporter jusqu'à 40,8 milliards de dollars par an, ce qui ne représenterait encore qu'une faible partie des coûts supplémentaires estimatifs dans les pays en développement;
- **Compensation avec ratio de levier obligatoire.** Selon une proposition (Pendleton et Retallack, 2009), les émissions des pays visés à l'annexe I sur lesquelles porteraient des projets exécutés au titre du MDP dans les pays en développement devraient être

Encadré VI.6 (suite)

^a L'American Clean Energy and Security Act de 2009 contient une disposition de ce type, selon laquelle une tonne d'émissions intérieures de CO₂ pourrait donner lieu à un « crédit » au titre des quatre cinquièmes seulement d'une tonne d'émissions des pays en développement. En d'autres termes, pour compenser une tonne complète, un pollueur des États-Unis devrait acheter un crédit de 1,25 tonne au MDP, ce qui représenterait un ratio de levier de 1,25 pour 1.

compensées non à quantité égale, mais selon un ratio qui pourrait être de 2 pour 1 ou davantage^a. Il s'ensuit qu'un pollueur d'un pays développé souhaitant utiliser le MDP pour compenser une tonne de ses propres émissions non atténuées devrait investir dans la réduction d'au moins deux tonnes d'émissions dans les pays en développement. Cette proposition a le mérite de la simplicité : elle utilise le cadre du MDP en vigueur, mais en appliquant un ratio de levier obligatoire aux transactions effectuées au titre du Mécanisme. De plus, en fonction du ratio retenu, cette proposition pourrait générer des transferts financiers importants. Un objectif de réduction dans les pays visés à l'annexe I fixé, par exemple, à 40 % au-dessous des niveaux de 1990 d'ici à 2020 pourrait, avec un ratio de levier de 2 pour 1, financer le MDP à hauteur de 130 milliards de dollars par an;

- **Contribution obligatoire.** Le Groupe des 77 et la Chine ont proposé que les parties visées à l'annexe I contribuent dans une proportion comprise entre 0,5 et 1,0 de leur PNB au financement de la lutte contre le changement climatique dans les pays non visés à l'annexe I, contribution qui serait acheminée par l'intermédiaire d'un fonds multilatéral pour les technologies climatiques relevant de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. On pourrait ainsi réunir entre 150 et 300 milliards de dollars par an compte tenu des niveaux de revenu préalables à la crise des principaux pays membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE);
- **Contributions établies en fonction du critère d'équité et du principe du pollueur payeur.** Le Mexique a proposé la création d'un fonds multilatéral de lutte contre le changement climatique, auquel tous les pays verseraient des contributions calculées sur la base des émissions de GES, de l'effectif de la population et du PIB, conformément au principe des responsabilités communes mais différenciées et des capacités respectives. Ce fonds servirait à financer les activités d'atténuation comme les activités d'adaptation;
- **Recettes tirées d'une vente aux enchères mondiale d'une partie des unités de quantité attribuée.** La Norvège a proposé de retenir 2 % des permis sur les quotas (unités de quantité attribuée) nationaux de toutes les parties et de les mettre directement aux enchères, ou de lever des fonds en prélevant une taxe sur la délivrance des unités de quantité attribuée. La partie à mettre aux enchères pourrait être ajustée en fonction d'un objectif de recettes à atteindre. D'après le calcul de la Norvège, vu les prix récemment observés sur le marché du carbone et les attentes en matière de prix, une vente aux enchères de 2 % des permis pourrait générer des recettes comprises entre 15 et 25 milliards de dollars par an;
- **Comptabilisation des mesures adaptées au plan national à prendre pour l'atténuation.** La République de Corée a proposé de mettre en place un système de crédits au titre des mesures adaptées au plan national à prendre pour l'atténuation, selon lequel les pays en développement pourraient emprunter sur les ventes de crédits d'émission de carbone futures prévues afin de financer des mesures rapides. La comptabilisation des mesures adaptées au plan national à prendre pour l'atténuation aiderait à financer des stratégies peu génératrices de carbone déjà planifiées dans les pays en développement (Pendleton et Retallack, 2009);
- **Taxe mondiale sur le carbone.** La Suisse a proposé de prélever une taxe mondiale de 2 dollars par tonne de dioxyde de carbone sur toutes les émissions de combustibles fossiles, des exemptions étant prévues pour les pays les moins avancés, et d'allouer une partie des recettes à un fonds multilatéral pour l'adaptation et une autre partie au fonds national pour la lutte contre le changement climatique de chaque pays. Les recettes ainsi levées pourraient atteindre 48,5 milliards de dollars, selon le prix des combustibles fossiles. L'incidence d'une telle taxe doit être examinée avec soin, car elle pourrait bien être régressive;
- **Autres propositions de prélèvement de taxes.** Le Brésil a formulé une proposition qui présente une certaine similitude avec celle de la Suisse : une taxe de 10 % sur le pétrole et le charbon alimenterait un fonds mondial qui serait utilisé aux fins du

transfert de technologies, des activités d'atténuation et de l'indemnisation au titre de la conservation des forêts. Aux prix actuels, une telle taxe générerait quelque 130 milliards de dollars de recettes. Les pays les moins avancés ont proposé une taxe internationale sur les déplacements aériens à hauteur de 4 à 10 milliards de dollars et une taxe sur les carburants de soutes pour le transport maritime et aérien à hauteur de 4 à 15 milliards de dollars (Pendleton et Retallack, 2009);

- **Taxes non liées aux émissions de GES.** Diverses propositions ont été faites pour lever des recettes en faveur de la lutte contre le changement climatique qui consisteraient à puiser à des sources non étroitement liées aux émissions de GES, en taxant par exemple les opérations financières, les actifs détenus dans des paradis fiscaux, etc. On peut considérer que ces propositions pèchent par le caractère arbitraire du choix de la source à taxer et qu'il ne manque vraiment pas de causes concurrentes qui mériteraient tout autant de bénéficier de cette manne.

Encadré VI.6 (suite)

Vers un régime d'investissement mondial pour s'attaquer au problème du climat

Les démarches axées sur le marché auront un rôle à jouer face au changement climatique, comme la présente *Étude* n'a pas cessé de le rappeler, mais une approche plus générale doit se demander comment relever l'immense défi des investissements lorsqu'il s'agit, simultanément, de faire face au changement climatique et d'organiser la durabilité et le développement économique. En l'absence de transferts financiers importants venus des pays riches, toute perspective de voir les pays pauvres s'engager sur la voie d'une croissance peu génératrice d'émissions est presque à coup sûr irréalisable.

Cette approche axée sur l'investissement entend infléchir la trajectoire du développement de façon à réaliser les objectifs de croissance et de développement des pays en développement d'une manière compatible avec la réduction de leur dépendance à l'égard du carbone. Au niveau national, et dans le cadre d'une stratégie de développement industriel à long terme, il importe d'étoffer les investissements publics dans les activités d'atténuation et d'adaptation. L'approvisionnement énergétique est un volet essentiel de cette stratégie, mais il est étroitement lié aux transports, à la sécurité hydrique et à la diversification économique (chap. II et III). La politique industrielle — entendue non seulement comme devant cibler et coordonner les mesures d'appui sectoriel spécifiques prises par les gouvernements, mais aussi comme impliquant la socialisation des risques liés à l'investissement, l'élimination des entraves à l'adoption de technologies par ailleurs rentables et l'appui à l'apprentissage et à la modernisation technologiques — a un rôle essentiel à jouer aux plans tant national (chap. IV) qu'international (chap. V). Un effort d'investissement déployé avec succès en ce sens contribuerait à renforcer la productivité et à réduire les coûts de mise en œuvre des nouvelles technologies, ouvrant ainsi de nouvelles perspectives à l'investissement.

Par rapport aux instruments axés sur le marché, qui seraient sans doute assortis d'ajustements, un programme d'investissements publics faisant appel à un financement international irait dans le sens de l'équité en permettant au monde en développement de maintenir une croissance de rattrapage par le biais de la mobilisation de ressources intérieures, tout en réalisant d'importantes réductions d'émissions (chap. I). Un programme d'investissement de ce genre mettrait à profit les instruments du marché dans la mesure où la politique gouvernementale fournirait aux entreprises privées des signaux clairs et catégoriques au sujet de

Un programme d'investissements publics faisant appel à un financement international irait dans le sens de l'équité en permettant au monde en développement de maintenir une croissance de rattrapage par le biais de la mobilisation de ressources intérieures, tout en réalisant d'importantes réductions d'émissions

la vague suivante de possibilités d'investissement, sans être fondée sur une intervention axée uniquement sur les prix.

Les actions visant à élaborer un programme d'investissement combinant des objectifs de développement et d'environnement à l'échelle dont il a été question dans la présente *Étude* ont été rares. C'est naturellement pour cela que nous avons ce défi à relever. Toutefois, la mise en place par le Brésil d'un système de transport reposant sur l'énergie tirée de la canne à sucre sous forme d'éthanol est un exemple récent du succès pouvant venir couronner des actions de ce type, succès d'autant plus éloquent qu'il a été remporté par un pays en développement. L'histoire nous offre un autre exemple, qui concerne un élément des politiques du New Deal menées aux États-Unis dans les années 30 qui n'a pas été apprécié à sa juste valeur, à savoir la Tennessee Valley Authority (TVA) [voir chap. IV, encadré IV.1]. Avec l'appui fourni au niveau fédéral par l'Administration de l'électrification rurale et la Société de financement de la reconstruction, la TVA a combiné des objectifs dans les domaines du développement, de l'énergie et de l'environnement dans le cadre d'une action concertée et coordonnée visant à transformer le potentiel économique des États du Sud en abaissant les coûts de transport, en limitant le risque d'inondations et en créant une source d'électricité bon marché qui non seulement a contribué directement à relever les niveaux de vie, mais a aidé la région à attirer des investissements privés importants et à créer de nouveaux emplois. La grande différence est qu'aujourd'hui la nouvelle donne en matière d'investissement nécessaire pour relever le défi du climat doit être reconnue comme étant un projet véritablement mondial.

Éléments d'un programme mondial

Il ressort de l'examen des estimations disponibles des coûts d'atténuation et d'adaptation que le montant total des investissements supplémentaires annuels dans les pays en développement pourrait dépasser le billion de dollars par an. La ventilation de ces investissements entre les secteurs public et privé ne peut que varier considérablement dans le temps et selon les pays. Toutefois, selon le scénario proposé dans la partie B de la figure VI.1, l'effort initial concernerait essentiellement le secteur public et serait caractérisé par la nécessité d'effectuer le plus clair des investissements requis dès les premières phases d'une nouvelle voie de développement. On a donc des raisons de penser que même les estimations les plus élevées sous-évaluent l'ampleur du défi immédiat auxquels nombre de pays en développement feront face s'ils veulent s'engager dans une nouvelle voie de développement peu génératrice d'émissions et à forte croissance.

Il faudra modifier de fond en comble l'actuel système de financement des activités d'atténuation et d'adaptation

La présente *Étude* ne propose pas une décomposition fine de la forte poussée, mais, comme l'ont rappelé les sections précédentes, il est clair qu'il faudra modifier de fond en comble l'actuel système de financement des activités d'atténuation et d'adaptation. Il faut bien voir que, pour apporter les changements nécessaires, il faudra panacher les mécanismes de financement, en les dosant d'une manière variable selon les pays et dans le temps. Dans la présente section, nous nous intéressons plus particulièrement à l'aspect de la nouvelle voie à suivre dans les pays en développement, qui a trait à l'investissement public.

Une approche mondiale d'un programme d'investissement financé par l'État repose sur trois éléments :

- Un accord pour le développement, qui considère l'équité comme faisant partie intégrante des mesures que doit prendre la communauté internationale pour faire face au changement climatique;

- Un financement supplémentaire et sensiblement étoffé devant permettre de s'employer plus énergiquement à adopter des mesures contre le changement climatique: les arguments qui militent en faveur d'une forte poussée;
- Des structures de gouvernance indépendantes et participatives sur le modèle du Plan Marshall.

Un accord pour le développement

L'équité est un élément essentiel d'une politique mondiale efficace de lutte contre le changement climatique, comme l'exprime le principe des « responsabilités communes mais différenciées (des pays) et (de leurs) capacités respectives », énoncé au paragraphe 1 de l'article 3 de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Non seulement les pays à revenu élevé d'aujourd'hui ont produit quelque 80 % des émissions passées liées aux combustibles fossiles, mais ces mêmes émissions ont contribué à leur procurer des niveaux élevés de bien-être social et de prospérité économique. L'essentiel des dommages causés au climat leur sont imputables, mais ils ont aussi la capacité d'y remédier (Müller, 2008). Toutefois, dans une perspective à long terme, il faut aussi, pour limiter les dommages futurs, que les pays en développement modifient leurs modes d'utilisation de l'énergie et des terres et leurs besoins de consommation au profit d'options peu génératrices d'émissions.

Obliger les pays en développement à réduire leurs émissions à ce stade de leur développement est une approche aussi inappropriée s'agissant de faciliter les progrès qu'impossible à mettre en œuvre. Elle aboutirait presque à coup sûr à figer un schéma d'inégalité des revenus qui fait déjà apparaître des écarts de revenu intolérables au sein d'un même pays et, en particulier, entre pays. La croissance de rattrapage et la convergence restent des priorités fondamentales. On ne peut les concilier avec les objectifs climatiques que si les investissements nécessaires pour stimuler la croissance ont un profil technologique différent de celui qui a rendu possible les performances de croissance sans précédent dans l'histoire des pays aujourd'hui avancés.

Il importe de donner acte aux pays en développement du fait qu'ils ont déjà commencé de prendre des mesures importantes allant dans le sens de l'efficacité énergétique et de l'exploitation de sources d'énergie moins polluantes, et du renforcement de l'appui multilatéral au financement de nouvelles réductions d'émissions à un rythme accéléré (Pendleton et Rettallack, 2009). Toutefois, il faudra engager des dépenses d'investissement initiales nettement supérieures si l'on veut que l'ajustement à une économie peu génératrice d'émissions puisse s'accomplir à un rythme plus rapide et à l'échelle voulue pour réaliser les objectifs climatiques tout en atteignant les objectifs de développement.

Il faudra pour cela mobiliser, à une échelle suffisante et prévisible, un financement multilatéral supplémentaire comprenant des dons, des prêts consentis à des conditions de faveur et des paiements compensateurs. Dans le contexte des négociations actuellement menées dans le cadre de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, les pays en développement ont insisté sur le fait que le paragraphe 3 de l'article 4 de la Convention-cadre confère aux pays visés à l'annexe II la responsabilité explicite de mettre à la disposition des pays en développement les ressources financières nouvelles et additionnelles dont ceux-ci ont besoin pour couvrir la totalité des coûts convenus qu'ils doivent engager pour remplir leurs obligations. La concrétisation de ces responsabilités sous la forme de ressources tangibles continue de faire achopper les négociations, qui buttent sur l'importance à accorder à la responsabilité et à la capacité. Le fait de replacer ce défi dans le cadre d'un programme

L'équité est un élément essentiel d'une politique mondiale efficace de lutte contre le changement climatique

d'investissement en cours de négociation revient à considérer que les pays en développement devront eux-mêmes mobiliser des ressources à une échelle qui ne fera que croître avec le temps et insister pour que les pays développés prennent à leur charge les coûts supplémentaires liés à ce type d'investissements à effectuer dans les premières étapes de la transition.

Un financement supplémentaire et sensiblement étoffé

Le modèle actuel de l'APD ne se prête pas au financement de la lutte contre le changement climatique

Au vu des analyses précédentes, il est clair que le modèle actuel de l'APD ne se prête pas au financement de la lutte contre le changement climatique. Il s'imposera sans aucun doute de trouver des formes de financement plus importantes et prévisibles et d'envisager de mettre en œuvre de nouveaux mécanismes de mobilisation des ressources, tels que ceux dont il est question dans l'encadré VI.6.

Pourtant, il saute aux yeux que tout effort fait pour étoffer les ressources devrait commencer par exiger des pays avancés qu'ils respectent l'engagement qu'ils ont pris de porter l'APD à 0,7 % de leur PNB. Les pays en développement ont à juste titre formulé des réserves au sujet du fait de considérer les engagements dans le domaine du climat comme relevant simplement de l'aide et se sont dits, également à juste titre, préoccupés par le fait que les dépenses supplémentaires liées au changement climatique pourraient « évincer » l'assistance au titre des objectifs de développement. Or, la vulnérabilité au changement climatique est étroitement liée à des facteurs de stress interdépendants se rapportant à d'autres problèmes de développement, qui renforcent de leur côté cette vulnérabilité (chap. III). L'étroitesse des liens existant entre l'adaptation et le développement devrait ouvrir de vastes perspectives de synergie si les pays développés honorent leurs engagements en matière d'APD (Levina, 2007). Il sera toutefois impératif de reconnaître que le financement de l'adaptation ne relève pas de l'aide, mais est beaucoup plus proche d'une forme d'indemnisation versée par des pays très pollueurs au titre des dommages qu'ils infligent. Il ne manque pas d'institutions pouvant acheminer les fonds correspondants. Toutefois, de nouveaux mécanismes de financement pourront rester nécessaires, comme dans le domaine de la gestion des catastrophes (Nations Unies, 2008). Le plus gros problème sera sans doute celui de la coordination du nécessaire renforcement de l'APD, de façon à assurer la cohérence des différentes sources de financement et à réduire les doubles emplois et le gaspillage. Il pourra y avoir lieu, à cette fin, de mettre en place un organisme central chargé de recueillir les fonds internationaux pour l'adaptation et d'assurer un certain degré de cohérence entre les programmes (Müller, 2008).

Il conviendrait de limiter autant que possible la « bilatéralisation » de l'aide multilatérale en imposant la coordination entre les fonds et en combinant les ressources

Cela dit, les critiques que s'est attirées la gouvernance de l'architecture de l'aide devront être prises d'urgence en considération au fur et à mesure du renforcement du financement. En premier lieu, il faudra remédier à l'absence de transparence de l'approche, trop dépendante des donateurs, de la conception des fonds à usage spécifique, ce qui est particulièrement le cas du profil actuel de financement des activités d'adaptation. La coopération internationale devrait aider à intégrer l'atténuation et l'adaptation dans les politiques nationales des pays en développement en vertu du principe du transfert de la direction et du contrôle au pays considéré. En second lieu, il faudra veiller d'urgence à rationaliser les mécanismes de financement et à en réduire autant que possible le nombre. On a assisté à une véritable prolifération des fonds à usage spécifique administrés par des organismes bilatéraux, dont les objectifs, les montants mobilisés, les horizons temporels et les mécanismes de transfert des ressources aux pays en développement varient énormément. Il conviendrait de limiter autant que possible la « bilatéralisation » de l'aide multilatérale en imposant la coordination entre les fonds et en combinant les ressources; par exemple, on pourrait étoffer le financement de la réduction

des émissions dues au déboisement et à la dégradation des forêts en combinant les ressources et les approches de différentes institutions (telles que les fonds forestiers de la Norvège et de l'Australie, et le Fonds pour l'Amazone).

L'existence de la capacité d'étoffer le financement multilatéral a été révélée par la crise financière et cela est de bon augure pour le financement de la lutte contre le changement climatique. Toutefois, la communauté internationale étant accaparée par l'aggravation de la crise économique mondiale, le financement des mesures efficaces à prendre pour faire face au changement climatique risque de s'en trouver retardé. Il serait aussi inutile que contre-productif de retarder les investissements dans de nouvelles infrastructures dans les domaines de l'énergie, des transports et de la santé pouvant stimuler la productivité de l'économie rurale et la rendre moins sensible aux chocs climatiques (Stern et Kuroda, 2009). Pour compenser les pertes de demande privée dues à la crise économique actuelle, il faudra mettre en œuvre de vigoureuses politiques budgétaires anticycliques, qui devraient faire l'objet d'une coordination véritablement mondiale (Nations Unies, 2009). À cet égard, le développement de l'investissement public aux fins de la réalisation des objectifs liés au climat aussi bien qu'au développement procurera des avantages à court terme par le biais d'une impulsion par la demande tout en facilitant la transition vers une économie peu génératrice d'émissions.

Toutefois, les pays en développement craignent qu'en laissant jouer aux institutions multilatérales existantes un rôle dominant dans le financement futur de la lutte contre le changement climatique, l'on perpétue les pratiques peu satisfaisantes associées aux activités antérieures de financement du développement. Les types de conditionnalités liées à ce financement sont considérés comme d'autant plus inacceptables que le financement de la lutte contre le changement climatique est, plus encore que le financement du développement, nécessaire pour remédier aux actions passées des pays riches. De plus, les pays en développement maintiennent que les décisions devraient être prises sur la base d'une voix par pays (comme c'est le cas en ce qui concerne la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques), et non du montant de la contribution financière, comme c'est encore le cas dans les institutions financières internationales. C'est ainsi qu'un grand nombre des fonds de lutte contre le changement climatique de création récente semblent représenter, selon une évaluation récente, « un recul incontestable par rapport au compromis du FEM » et « sont presque assurés de créer une nouvelle pomme de discorde politique entre le Nord et le Sud au sujet du financement des mesures à prendre pour l'environnement mondial à un moment historique où le monde ne peut pas se le permettre » (Porter *et al.*, 2008, p. 47).

Comme indiqué plus haut, la responsabilité initiale de garantir un financement multilatéral suffisant incombe aux pays visés à l'annexe II. Une ventilation possible de leur contribution est indiquée dans le tableau VI.4, sur la base de la méthodologie relative au droit au développement dans un contexte d'émissions de GES présentée au chapitre I. Pour 100 milliards de dollars de financement au titre de la lutte contre le changement climatique, l'UE apporterait 32,9 milliards, les États-Unis 47,7 milliards et le Japon 11,2 milliards. La Commission d'experts du Président de l'Assemblée générale sur la réforme du système monétaire et financier international (Commission Stiglitz) [Nations Unies, 2009] a récemment proposé que les pays industrialisés consacrent 1 % de leurs plans de relance nationaux respectifs, en sus de leurs engagements au titre de l'APD classique, à l'aide à fournir à leurs citoyens les plus pauvres pour qu'ils puissent surmonter les difficultés que leur cause la récession mondiale. En ce qui concerne les pays membres de l'OCDE, la moyenne des plans de relance pondérés représentera environ 3,4 % du PIB au cours de la période 2008-2010 (Organisation de coopération et de développement économiques, 2009), ce qui produira une

La responsabilité initiale de garantir un financement multilatéral suffisant incombe aux pays visés à l'annexe II

APD supplémentaire de plus de 1,3 milliard de dollars sur deux ans. Cela représente une acceptation symbolique du caractère mondial du problème.

Tableau VI.4

Ventilation possible des flux d'APD liés au climat pour les pays visés à l'annexe II jusqu'en 2020

	Population (en % de la population mondiale)	PIB par habitant (dollar É.-U. exprimé en parité de pouvoir d'achat)	APD liée au climat (en % des flux)	Part de l'APD versée par les pays visés à l'annexe II jusqu'en 2008 (en %)
UE-15 ^a	5,80	33 754	32,9	28,3
Dont :				
Allemagne	1,20	34 812	7,8	11,6
Royaume-Uni	0,90	34 953	5,3	9,5
France	0,91	33 953	4,6	9,1
États-Unis	4,50	45 640	47,7	21,7
Japon	1,90	33 422	11,2	7,8
Autres	1,00	38 149	8,2	11,9
Total, pays visés à l'annexe II	13,20	30 924	100,0	100,0

Source : Pendleton and Retallack (2009).

^a Les 12 nouveaux pays membres de l'Union européenne (UE) ne figurent pas à l'annexe II, mais sont probablement concernés par les obligations énoncées à l'article 4.3 du fait de leur qualité de membres de l'UE. Cela étant, en raison de leur impact relativement marginal sur la situation d'ensemble présentée dans ce tableau, ils n'ont pas été inclus dans le calcul.

L'augmentation régulière du financement, à une échelle proportionnée à l'importance prévue de l'investissement public qui est nécessaire pour passer à une voie de développement peu génératrice d'émissions, devra reposer sur de nouveaux instruments internationaux de financement du type proposé précédemment. Il faudra les examiner d'une manière ouverte et sereine si l'on veut faire rapidement des progrès réels.

Les gouvernements des pays donateurs semblent avoir choisi d'avancer en ordre dispersé, ce qui entraîne une fragmentation des mesures à prendre pour faire face au changement climatique, au grand dam des initiatives lancées pour améliorer l'efficacité, l'efficience et l'équité

Des structures de gouvernance indépendantes et participatives

À un moment où la communauté internationale doit rassembler d'innombrables éléments, mécanismes et accords dans un cadre stratégique, les gouvernements des pays donateurs semblent avoir choisi d'avancer en ordre dispersé, ce qui entraîne une fragmentation des mesures à prendre pour faire face au changement climatique, au grand dam des initiatives lancées pour améliorer l'efficacité, l'efficience et l'équité. Un programme mondial d'investissements devant permettre d'assurer la transition vers des voies de développement peu génératrices d'émissions et à forte croissance requiert une structure de gouvernance qui soit capable de mener à bien des activités beaucoup mieux ciblées et plus cohérentes, empêche la domina-

tion des pays donateurs et organise une prise de décision participative sur les contributions financières et les décaissements. Stern (2009, p. 200-202) a récemment fait valoir que, pour ces raisons, on a sans doute besoin, pour remédier au problème du climat, d'une nouvelle architecture institutionnelle.

Face à l'ampleur des transferts financiers dont les pays en développement ont besoin aux fins de l'atténuation et de l'adaptation, il s'impose manifestement de mettre en place un mécanisme financier renforcé, dans le prolongement de l'article 11 de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Eu égard à la prolifération des mécanismes de financement multilatéral et bilatéral, un tel organe est nécessaire, ne serait-ce que pour évaluer, présenter et vérifier les flux financiers provenant de diverses sources de pays développés, et pour améliorer la cohérence du nouveau système de financement de la lutte contre le changement climatique (Pendleton et Retallack, 2009).

La question la plus importante concerne la gestion et l'affectation des ressources financières. On fait souvent valoir que la Banque mondiale et les autres banques multilatérales de développement pourraient être mieux placées pour étoffer le financement qu'un fond relevant de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. En fait, ces institutions présentent de graves déficiences dans le contexte de la mobilisation internationale de fonds pour l'environnement (Porter *et al.*, 2008). Par exemple, les fonds d'investissement pour le climat de création récente, qui sont administrés par la Banque mondiale, se sont vu reprocher non seulement leur structure de gouvernance, qui reproduit les asymétries actuelles du Conseil d'administration de la Banque mondiale, mais aussi le fait qu'ils décrédibilisent la Convention-cadre et ne complètent pas véritablement les engagements actuels au titre de l'APD (Tan, 2008). De fait, de leur propre aveu, les banques multilatérales de développement ne semblent toujours pas incorporer systématiquement le changement climatique dans leurs décisions d'investissement et elles doivent faire davantage pour que tous leurs investissements et opérations de prêt prennent le changement climatique en considération (Banque mondiale, 2008b; Ballesteros, 2008). Par ailleurs, la tendance qu'elles ont depuis le milieu des années 90 à privilégier certains secteurs dans leurs activités de prêt amène à se demander si ces institutions sont qualifiées pour administrer un programme mondial d'investissements dirigé par le secteur public. La plus forte baisse des prêts de la Banque mondiale au titre des projets d'infrastructure depuis le milieu des années 90 a été enregistrée dans le secteur de l'électricité, cette institution s'attendant à ce que le secteur privé prenne la relève (Platz et Schroeder, 2007). Cette tendance a été inversée depuis 2002, mais, en moyenne, les nouveaux engagements n'ont pas encore atteint les niveaux du milieu des années 90.

Les pays en développement ont également fait observer que le financement supplémentaire, même accordé à des conditions de faveur, qui doit les aider à faire la transition vers l'exploitation de sources d'énergie moins polluantes impliquera sans doute pour eux une dette supplémentaire pour remédier à un problème qu'ils ont relativement peu contribué à créer. Cela suscite chez beaucoup d'entre eux des préoccupations en ce qui concerne le rôle du financement du développement, notamment la situation privilégiée des créanciers dans les négociations financières internationales, et le recours au prêt à l'ajustement structurel, et aux conditionnalités dont il est assorti, pour orienter leurs possibilités d'action pour tout un éventail de problèmes économiques et sociaux. Ils redoutent que l'hébergement de nouveaux mécanismes de financement quels qu'ils soient dans les institutions financières internationales ne les assujettisse aux mêmes dispositions en matière de gouvernance et aux mêmes conditionnalités que ces institutions leur ont imposées en leur accordant des prêts dans le passé. Le Groupe des 77 et la Chine ont indiqué leur préférence pour un fonds mondial qui

Le fait de confier à un organe responsable devant la Conférence des Parties la gestion d'un programme mondial d'investissement pourrait être une première étape importante de la mise en place d'une structure institutionnelle élargie dans le domaine du financement de la lutte contre le changement climatique au niveau mondial

Le modèle à suivre pour relever des défis mondiaux communs reste le Plan Marshall

serait géré non par les institutions financières internationales ou le FEM⁹, mais par les Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, sur le modèle du Fonds multilatéral aux fins d'application du Protocole de Montréal et du Fonds pour l'adaptation au titre du Protocole de Kyoto. D'un autre côté, un certain nombre de pays visés à l'annexe I ont émis des réserves au sujet de l'application du modèle découlant du Protocole de Montréal pour ce qui concerne le financement de la lutte contre le changement climatique.

Le fait de confier à un organe responsable devant la Conférence des Parties la gestion d'un programme mondial d'investissement pourrait être une première étape importante de la mise en place d'une structure institutionnelle élargie dans le domaine du financement de la lutte contre le changement climatique au niveau mondial. Toutefois, une telle mesure pourrait comporter un risque, à savoir celui d'imposer au nouveau financement une approche fondée sur des projets environnementaux, ce qui irait à l'encontre des arguments développés dans le présent chapitre.

Comment se hisser à la hauteur de l'enjeu : les enseignements à tirer du Plan Marshall

Quelles que soient les dispositions institutionnelles sur lesquelles l'accord finira par se faire, le modèle à suivre pour relever des défis mondiaux communs reste le Plan Marshall, ce dont Al Gore s'est fait l'écho dans la déclaration qu'il a prononcée en 2007 à l'occasion de la remise du prix Nobel. À bien des égards, l'ampleur et l'urgence des problèmes du climat et du développement appellent le lancement d'urgence d'une intervention intégrée modelée sur celle que l'on connaît sous le nom de Plan Marshall. De plus, le Plan a dû en partie son succès au fait qu'il a court-circuité les toutes nouvelles institutions de Bretton Woods, qui n'avaient pas semblé à la hauteur de la tâche consistant à définir des politiques et à appuyer des réformes institutionnelles adaptées aux situations locales. Pour beaucoup, ce pourrait bien être le principal enseignement à tirer eu égard au problème actuel.

Toutefois, comme indiqué dans *l'Étude sur la situation économique et sociale dans le monde, 2008* (Nations Unies, 2008), le Plan Marshall n'est pas un modèle qu'il suffirait de plaquer sur des défis contemporains. Il englobe une série de principes généraux qu'il est possible d'adapter aux problèmes et sensibilités d'aujourd'hui.

En dépit du succès que l'architecture du Plan Marshall a rencontré en Europe dans les années 40, l'« aide » s'est muée au fil des ans en un cocktail de projets spécifiques et d'interventions ponctuelles destinées à faire face à des chocs imprévus, le tout sans grande cohérence apparente pour ce qui est aussi bien des pays qui bénéficient de cette aide que de sa répartition dans le monde. Les conférences de donateurs sont motivées davantage par ce que ces derniers entendent encourager que par la volonté d'appuyer des programmes nationaux pluriannuels spécifiques. Or, on conçoit mal comment l'aide peut jamais être réellement efficace sans que soient définis des objectifs macroéconomiques et élaborés des programmes détaillés d'investissements infrastructurels, etc., et sans que soient formulées et hiérarchisées les priorités — ce qu'il faut faire et dans quel ordre il faut le faire — et sans que l'on discerne les nécessaires complémentarités entre les différents investissements et projets.

⁹ Le FEM a fait savoir qu'il envisageait de réexaminer et de modifier sa structure de gouvernance pour répondre aux préoccupations des pays en développement au sujet de la représentation.

L'élaboration de programmes de développement national modelés sur le Plan Marshall permettrait d'apporter plus facilement une aide générale non liée à des projets spécifiques aux budgets des États concernés ou au titre du financement de la balance des paiements, comme cela a été le cas pour un certain nombre de pays européens ayant bénéficié de l'aide fournie dans le cadre de ce Plan. Les modifications structurelles impliquées par la transition à une voie de développement peu génératrice d'émissions s'accompagneront inévitablement de pressions budgétaires et sur la balance des opérations courantes au moment même où l'on procédera aux ajustements à long terme. La nécessité de fournir une assistance financière pour aider à faire face aux déséquilibres à long terme est généralement considérée par les institutions financières internationales comme la preuve d'un manque de motivation en faveur des réformes et comme une incitation à un relâchement de la discipline parce qu'elle ajourne les ajustements nécessaires. Tel n'était pas le point de vue de ceux qui ont conçu le Plan Marshall, pour lesquels cette assistance était un investissement dans le changement structurel et fournissait aux gouvernements le répit dont ils avaient besoin pour garantir le succès de mesures difficiles et souvent douloureuses. Et ce point de vue ne peut pas non plus être soutenu si l'on veut relever les défis du climat et du développement.

L'architecture du Plan Marshall présente également l'intérêt de pouvoir remplir une importante fonction politique. Un programme pluriannuel de réalisation d'objectifs économiques et environnementaux, qui en préciserait les liens d'interdépendance, les moyens permettant de les atteindre et la nécessité de l'aide extérieure pour y parvenir, incarnerait le projet de structure sociétale qu'un gouvernement aspirerait à mettre en œuvre. Revêtant nécessairement un caractère hautement politique, le programme proposé alimenterait le débat démocratique et le type de négociations à engager pour aplanir les divergences. Ce ne serait pas une mince affaire, comme en témoigne l'histoire de la planification indicative en France (Cohen, 1977), mais le fait d'obtenir le soutien de la population pour un tel programme pourrait être une véritable incitation au changement. Cela ne se traduirait pas toujours parce que les institutions financières internationales considèrent comme les « meilleures » politiques, mais les processus démocratiques présentent cet avantage qu'ils exercent des pressions visant à corriger les erreurs.

L'élaboration d'un « nouveau Plan Marshall » pourrait ainsi être le moyen de donner une base opérationnelle concrète à des idées telles que « prise en main » et « partenariat », qui, à défaut, risquent de ne plus être que des slogans vides de sens. De plus, un programme national cohérent appuyé par la population et indiquant les moyens de rendre l'aide extérieure la plus efficace possible devient ipso facto un outil puissant pour convaincre les donateurs potentiels de tenir compte des priorités nationales au lieu de suivre leurs propres préférences eu égard au contenu éventuel d'un panier de projets n'ayant apparemment aucun lien entre eux.

Conclusion

S'agissant de la nécessité de mettre en place une coopération internationale, le problème du financement de la lutte contre le changement climatique est redoutable. Il est clair que, s'il est indéniable que les approches axées sur le marché et volontaires auront un rôle important à jouer avec le temps, elles ne sauraient permettre de faire face à elles seules aux besoins de financement immédiats. Il est peu probable que la transition vers une voie de développement peu génératrice d'émissions et à forte croissance dans le monde en développement puisse être encadrée par l'investissement privé et la prise de risque privée. Il convient donc de mettre en œuvre des modalités plus contraignantes de coopération internationale au moment même où

L'élaboration de programmes de développement national modelés sur le Plan Marshall permettrait d'apporter plus facilement une aide générale non liée à des projets spécifiques aux budgets des États concernés ou au titre du financement de la balance des paiements

les pays font face à la crise financière. Les mêmes obstacles auxquels la coopération internationale se heurte en ce qui concerne le financement du développement s'appliquent dans le cas des mesures à prendre contre le changement climatique. Dans une situation aussi difficile, il importe toutefois de mesurer que la communauté internationale peut surmonter les deux séries d'obstacles simultanément en considérant qu'un programme d'investissement mondial axé sur la réalisation d'objectifs en rapport avec le changement climatique représente une intervention essentielle en faveur du développement.

Bibliographie

- Ackerman, Frank (2007). Debating climate economics: the Stern Review vs. its critics. Report to Friends of the Earth-UK. Medford, Massachusetts: Global Development and Environment Institute, Tufts University. Juillet.
- _____ (2009). *Can We Afford the Future: The Economics of a Warming World*. London, ZED Books.
- _____, et Elizabeth Stanton (2009). Projections Regarding Climate Change and Development. Document d'information établi en vue de l'*Étude sur la situation économique et sociale dans le monde, 2009*.
- _____, et al. (2008). Did the Stern Review underestimate U.S. and global climate damages? Document d'information établi en vue de l'*Étude sur la situation économique et sociale dans le monde, 2009*.
- Adam, David (2009a). Amazon could shrink by 85% due to climate change, scientists say. 11 mars. Consultable à l'adresse <http://www.guardian.co.uk/environment/2009/mar/11/amazon-global-warming-trees>.
- _____ (2009b). Global warming « will be worse than expected » warns Stern. 12 mars. Consultable à l'adresse <http://www.guardian.co.uk/environment/2009/mar/12/climate-change-scienceofclimatechange>.
- Adger, W. N., et al. (2003). Adaptation to climate change in the developing world. *Progress in Development Studies*, vol. 3, n° 3, p. 179-195.
- Agarwal, Anil, et Sunita Narain (1991). *Global Warming in an Unequal World: A Case of Environmental Colonialism*. New Delhi, Centre for Science and the Environment.
- Agence allemande de coopération technique (GTZ) (2005). Liquid biofuels for transportation in Tanzania: potential and implications for sustainable agriculture and energy in the 21st century. Eschborn, Allemagne, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) and GTZ. Août.
- Agence internationale de l'énergie (AIE) [2004]. Prospects for CO₂ capture and storage: energy technology analysis. Paris, Agence internationale de l'énergie et Organisation de coopération et de développement économiques. Consultable à l'adresse <http://www.iea.org/textbase/nppdffree/2004/prospects.pdf>.
- _____ (2005). *Perspectives énergétiques mondiales*. Paris, Organisation de coopération et de développement économiques et Agence internationale de l'énergie.
- _____ (2008a). *Energy Technology Perspectives 2008: Scenarios and Strategies to 2050*. Paris, Organisation de coopération et de développement économiques et Agence internationale de l'énergie.

- _____ (2008b). *Perspectives énergétiques mondiales*. Paris, Organisation de coopération et de développement économiques et Agence internationale de l'énergie.
- _____ (2009). *Cleaner Coal in China*. Paris, Organisation de coopération et de développement économiques.
- Agency for International Development des États-Unis (2007). From ideas to action: clean energy solutions for Asia to address climate change. Annex 2: India country report. Bangkok: USAID, Regional Development Mission for Asia. Consultable à l'adresse http://usaid.eco-asia.org/programs/cdcp/reports/Ideas-to-Action/annexes/Annex%202_India.pdf.
- Ahmad, Imran Habib (2009). Climate policy integration: towards operationalization. Document de travail du DESA, n° 73. ST/ESA/2009/DWP/73. New York, Département des affaires économiques et sociale du Secrétariat de l'ONU. Mars.
- Alcadi, R., S. Mathur et P. Rémy (2009). Research and innovation for smallholder farmers in the context of climate change. Document de travail établi en vue de la table ronde 3 organisée pendant la trente-deuxième session du Conseil d'administration du Fonds international de développement agricole, 18 février. Consultable à l'adresse <http://www.ifad.org/events/gc/32/roundtables/3.pdf>.
- Alcamo, Joseph, Martina Flörke et Michael Märker (2007). Future long-term changes in global water resources driven by socio-economic and climatic change. *Hydrological Sciences Journal*, vol. 52, n° 2 (avril), p. 247-275.
- Almeida, Carla (2007). Sugarcane ethanol: Brazil's biofuel success. Science and Development Network. Décembre.
- Altieri, Miguel Angel (1990). Agroecology. In *Agroecology*, C. Ronald Carrol, John H. Vandermeer and Peter M. Rosset, dir. New York, McGraw-Hill, p. 551-564.
- Andersen, Stephen O., K. Madhava Sarma et Kristen Taddonio (2007). *Technology Transfer for the Ozone Layer: Lessons for Climate Change*. Londres, Earthscan.
- Aniello, Cathy, *et al.* (1995). Mapping micro-urban heat islands using LANDSAT TM and a GIS. *Computers & Geosciences*, vol. 21, n° 8 (octobre), p. 965-967.
- Ansolabehere, Stephen, *et al.* (2007). *The Future of Coal: An Interdisciplinary MIT Study*. Cambridge, Massachusetts, Massachusetts Institute of Technology. Consultable à l'adresse <http://web.mit.edu/coal>.
- Argote, Linda, et Dennis Epple (1990). Learning curves in manufacturing. *Science*, vol. 247, n° 4945 (23 février), p. 920-924.
- Arrow, Kenneth J. (1962). The economic implications of learning by doing. *Review of Economic Studies*, vol. 29, n° 3, p. 155-173.
- Aryeetey, Ernest (2004). *A Development-focused Allocation of the Special Drawing Rights*, Document de travail de l'Institut mondial de recherche sur les aspects économiques du développement de l'Université des Nations Unies, n° 2003/3. Helsinki (Finlande), UNU/WIDER.
- Association brésilienne de l'industrie de la canne à sucre (UNICA) et Institut brésilien de négociations commerciales internationales (ICONE) (2009). Sustainable production and use of sugarcane ethanol in Brazil. Document présenté au secrétariat de la Convention sur la diversité biologique.

- Ausubel, J. H., et A. Gruebler (1995). Working less and living longer: long-term trends in working time and time budgets. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 50, n° 3, p. 195-213. Disponible en réimpression auprès de l'Institut international d'analyse des systèmes appliqués, n° RP-96-004, Laxenburg (Autriche).
- Baer, Paul, Tom Athanasiou et Sivan Kartha (2007). *The Greenhouse Development Rights Framework: The Right to Development in a Climate Constrained World. Série de publications sur l'écologie*, vol. I. Berlin, Heinrich-Böll-Stiftung, Christian Aid, EcoEquity et le Stockholm Environment Institute. Novembre. Consultable à l'adresse http://www.boell.de/downloads/gdr_klein_en.pdf.
- _____, et al. (2008). *The Greenhouse Development Rights Framework: The Right to Development in a Climate Constrained World*, revised 2nd ed. Berlin, Heinrich Böll Foundation. Novembre.
- Ballesteros, Maria Athena (2008). Unfinished business on climate change investment funds. Washington, D. C., World Resources Institute. 8 octobre.
- Banerjee, L. (2007). Effects of flood on agricultural productivity in Bangladesh. Ronéotypé.
- Banque interaméricaine de développement (BID) (2005). The Millennium Development Goals in Latin America and the Caribbean. Consultable à l'adresse <http://www.iadb.org/sds/mdg/file/Cover,%20Foreword%20and%20Introduction.pdf>.
- Banque mondiale (1993). *The East Asian Miracle: Economic Growth and Public Policy, World Bank Policy Research Reports*. New York, New York, Oxford University Press.
- _____. (2008a). *International Trade and Climate Change: Economic, Legal, and Institutional Perspectives*. Washington, D. C., Banque mondiale.
- _____. (2008b). Trustee report: financial status of the CIF. CTF/TFC.1/Inf.2. 17 novembre.
- _____. (2009). How will the world finance climate change action? Bali brunch dialogue. 26 avril. Washington, D.C., Banque mondiale.
- _____, Commission de la croissance et du développement (2008). *The Growth Report: Strategies for Sustained Growth and Inclusive Development*. Washington, D.C., Banque mondiale.
- Banuri, Tariq (2007). A development round of climate negotiations. Document établi pour le Stockholm Environment Institute. Mars.
- _____, et Hans Opschoor (2007). Climate change and sustainable development. Document de travail du DESA, n° 56. ST/ESA/2007/DWP/56. New York, Département des affaires économiques et sociale du Secrétariat de l'ONU.
- Bapna, Manish, et Heather McGray (2009). Financing adaptation: opportunities for innovation and experimentation. In *Climate Change and Global Poverty: A Billion Lives in the Balance*, Lael Brainard, Abigail Jones et Nigel Purvis, dir. Washington, D. C., The Brookings Institution.
- Barker, Terry, Athanasios Dagoumas et Jonathan Rubin (2009). The macroeconomic rebound effect and the world economy. *Energy Efficiency*, p. 1570-6478. Publié en ligne le 28 mai.
- Barnett, B. J., et O. Mahul (2007). Weather index insurance for agriculture. *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 89, n° 5, p. 1241-1247.

- Barton, John H. (2007). Intellectual property and access to clean energy technologies in developing countries: an analysis of solar photovoltaic, biofuel and wind technologies. *Document de synthèse, série consacrée au commerce et aux énergies durables*, Centre international du commerce et du développement durable, n° 2. Genève, Programme relatif au commerce et à l'environnement du Centre international du commerce et du développement durable. Décembre.
- _____, et Keith E. Maskus (2006). Economic perspectives on a multilateral agreement on open access to basic science and technology. Dans *Economic Development and Multilateral Trade Cooperation*, Simon J. Evenett et Bernard M. Hoekman, dir. Basingstoke, Royaume-Uni, Banque mondiale et Palgrave MacMillan.
- Bateman, Fred, Jaime Ros et Jason E. Taylor (2008). Did New Deal and World War II public capital investments facilitate a « big push » in the American South? Manuscrit non publié. Mai.
- Baumol, William J., Sue Anne Batey Blackman et Edward N. Wolff (1991). *Productivity and American Leadership*. Cambridge, Massachusetts, The MIT Press.
- Beggs, P. J. (2004). Impacts of climate change on aeroallergens: past and future. *Clinical and Experimental Allergy*, vol. 34, n° 10, p. 1507-1513.
- Bellarby, Jessica, *et al.* (2008). Cool farming: climate impacts of agriculture and mitigation potential. Amsterdam, Greenpeace International.
- Bhandarkar, Malika, et Tarcisio Alvarez-Rivero (2008). From supply chains to value chains: a spotlight on CSR. Dans *Industrial Development for the 21st Century*, David O'Connor et Monica Kjollerstrom, dir. Londres, Zed Books.
- Bierbaum, R., *et al.* (2007). Confronting climate change: avoiding the unmanageable and managing the unavoidable. Rapport établi pour la Commission du développement durable par le Groupe d'experts scientifiques du changement climatique. Washington, D. C., Fondation des Nations Unies; et Research Triangle Park, Caroline du Nord, Sigma Xi, The Scientific Research Society.
- Bindra, S. P., et Rajab Hokoma (2009). Meeting the energy challenge for sustainable development of developing countries. *Proceedings of the International Conference on Energy and Environment*, 19-21 mars.
- Blair, Dennis (2009). Comments at the Hearing of the House Permanent Select Committee on Intelligence Annual threat assessment, House of Representatives, Washington, D. C., 25 février.
- Blyde, Juan S., et Christina Acea (2003). How does intellectual property affect foreign direct investment in Latin America? *Integration and Trade Journal*, vol. 7, n° 19 (juillet-décembre), p. 135-152.
- Bouma, M. J., C. Dye, H. J. van der Kaay (1996). Falciparum malaria and climate change in the Northwest Frontier Province of Pakistan. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, vol. 55, n° 2, p. 131-137.
- Burton, Ian (2008). Beyond borders: the need for strategic global adaptation. Institut international pour l'environnement et le développement, opinion sur le développement durable. Décembre. Consultable à l'adresse <http://www.iied.org/pubs/display.php?o=17046IIED>.
- Butt, T. A., *et al.* (2005). The economic and food security implications of climate change in Mali. *Climatic Change*, vol. 68, n° 3, p. 355-378.

- Calderón, César, et Luis Servén (2003). The output cost of Latin America's infrastructure gap. Dans *The Limits of Stabilization: Infrastructure, Public Deficits and Growth in Latin America*, William Easterly et Luis Servén, dir. Palo Alto, California, and Washington, D. C., Stanford University Press et Banque mondiale.
- Campbell-Lendrum, D. (2009). Saving lives while saving the planet: protecting health from climate change. Document d'information établi en vue de l'*Étude sur la situation économique et sociale dans le monde, 2009*.
- Canning, David (1998). A data base of world infrastructure stocks, 1950-1995. Document de travail de recherche sur les politiques de la Banque mondiale, n° 1929. Washington, D. C., Banque mondiale.
- Cantley, Mark F. et Devendra Sahal (1980). Who learns what? A conceptual description of capability and learning in technological systems. Rapport de recherche RR-80-42. Laxenburg, Autriche, Institut international d'analyse des systèmes appliqués. Décembre.
- Capoor, Karan, et Philippe Ambrosi (2008). *States and Trends of the Carbon Market 2008*. Washington, D. C., Institut de la Banque mondiale.
- Castillo, G. E., *et al.* (2007). Reversing the flow: agricultural water management pathways for poverty reduction. Dans *Water for food, Water for life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*, David Molden, ed. Londres, Earthscan, p. 149-191.
- Centre international du commerce et du développement durable (2007). Climate change, technology transfer and intellectual property rights. Document d'information en vue du Séminaire sur le commerce et le changement climatique, 18-20 juin 2008, Copenhague (Danemark). Genève, Centre international du commerce et du développement durable.
- Chakravarty, Soibal, *et al.* (2008). Climate policy based on individual emissions. Princeton, New Jersey, Princeton Environmental Center, Princeton University.
- Chandrasekar, C. P. (2008). Financial Policies. Dans *National Development Strategies: Policy Notes*. Numéro de vente : E.08.II.A.4. New York, Département des affaires économiques et sociales du Secrétariat de l'ONU.
- Chang, Ha-Joon, et Bob Rowthorn, dir. (1995). *The Role of the State in Economic Change*. Études sur les aspects économiques du développement de l'Institut mondial de recherche sur les aspects économiques du développement. Oxford, Royaume-Uni, Clarendon Press.
- Chen, S., et M. Ravallion (2008). The developing world is poorer than we thought, but no less successful in the fight against poverty. Document de travail de recherche sur les politiques de la Banque mondiale, n° 4703. Washington, D. C., Banque mondiale.
- Cohen, S. (1977). *Modern Capitalist Planning: The French Model*. Berkeley, California, University of California Press.
- Coldham et Hartman Architects (2009). Coldham and Hartman Architects. Amherst, Massachusetts. Consultable à l'adresse <http://www.coldhamandhartman.com/>.
- Commission européenne et Initiative de l'Union européenne relative à l'énergie au service de l'élimination de la pauvreté et du développement durable (2006). L'Initiative de l'Union européenne relative à l'énergie : élargir l'accès à l'énergie au service de l'élimination de

- la pauvreté et du développement durable. Belgique. Consultable à l'adresse http://www.pedz.uni-mannheim.de/daten/edz-k/dev/06/euei_en.pdf.
- Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement (UNCTAD)[2002]. *Le développement économique de l'Afrique : De l'ajustement à la réduction de la pauvreté : Qu'y a-t-il de nouveau ?* Numéro de vente : F.02.II.D.18.
- _____ (2005). Potential uses of structured finance techniques for renewable energy projects in developing countries. Étude établie par le secrétariat de la CNUCED. 5 décembre.
- _____ (2007). *Rapport 2007 sur les pays les moins avancés : Savoir, apprentissage technologique et innovation pour le développement*. Numéro de vente : F.07.II.D.8.
- Congrès des États-Unis, Office of Technology Assessment (OTA) [1991]. *Energy in Developing Countries*. OTA-E-486. Washington, D. C., U.S. Government Printing Office. Janvier.
- _____ (1992). *Fueling Development: Energy Technologies for Developing Countries*. OTA-E-516. Washington, D. C., U.S. Government Printing Office. Avril.
- Correa, Carlos (2005). Can the TRIPS Agreement foster technology transfer to developing countries? Dans *International Public Goods and Transfer of Technology: Under a Globalized Intellectual Property Regime*, Keith E. Maskus and Jerome H. Reichman, dir. Cambridge, Royaume-Uni, Cambridge University Press.
- Cosbey, Aaron, dir. (2008). *Trade and Climate Change: Issues in Perspective*. Rapport final et synthèse des débats, Trade and Climate Change Seminar, Copenhague, 18-20 juin 2008. Winnipeg, Canada, Institut international pour le développement durable.
- Costanza, Robert, *et al.* (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, vol. 387 (15 mai), p. 253-260.
- Cripps, Francis, Alex Izurieta et Rob Vos. Gains from international policy coordination: simulations with the UN Global Policy Model. Document de travail du DESA, à paraître. New York, Département des affaires économiques et sociales du Secrétariat de l'ONU.
- Crutzen, P. J., et T. E. Graedel (1986). The role of atmospheric chemistry in environment-development interactions. Dans *Sustainable Development of the Biosphere*, W. C. Clark et R. E. Munn, dir. Cambridge, Royaume-Uni, Cambridge University Press.
- Cypher, James M., et James L. Dietz (2004). *The Process of Economic Development*. Londres, Routledge.
- Das, Keshab (2006). *Electricity and Rural Development Linkage*. Document de travail, n° 172. Ahmedabad, Inde, Gujarat Institute of Development Research. Août.
- Dasgupta, Partha (2008). Creative accounting. *Nature*, vol. 456 (30 octobre), p. 44.
- Datt, G., et H. Hoogeveen (2003). El Niño or el peso? crisis, poverty and income distribution in the Philippines. *World Development*, vol. 31, n° 7, p. 1103-1124.
- Dechezleprêtre, Antoine, Matthieu Glachant et Yann Ménière (2009). Technology transfer by CDM projects: a comparison of Brazil, China, India and Mexico. *Energy Policy*, vol. 37, n° 2 (février), p. 703-711.
- Dell, Melissa, Benjamin F. Jones et Benjamin A. Olken (2008). Climate change and economic growth: Evidence from the last half century. *NBER Working Paper*, n° W14132. Cambridge, Massachusetts, National Bureau of Economic Research. Juin.

- DeLong, J. Bradford (2005). Adding to the Marshallian toolkit: big push and nonlinearity in history and theory. Projet de document établi en vue de la conférence suivante : International Food Policy Research Institute (IFPRI)/Cornell Conference on Threshold Effects and Non-linearities in Growth and Development, tenue à l'IFPRI, Washington, D. C., 11-13 mai 2005.
- Di John, Jonathan (2007). The political economy of taxation and tax reform in developing countries. Dans *Institutional Change and Economic Development*, H. J. Chang, ed. New York, Anthem Press and United Nations University Press.
- Direction générale de la recherche de l'UE (2006). Systèmes énergétiques durables. Bruxelles, Commission européenne.
- Dodman, David, Jessica Ayers et Saleemul Huq (2009). Building resilience. Dans The Worldwatch Institute, *State of the World 2009: Into a Warming World*. New York, W. W. Norton and Company.
- Elliot, D. (2005). *Employment, Income and the MDGs: critical linkages and guiding actions*. Durham, Royaume-Uni, Springfield Centre for Business in Development.
- Enkvist, Per-Anders, Tomas Naucér and Jerker Rosander (2007). A cost curve for greenhouse gas reduction. *The McKinsey Quarterly*, n° 1, p. 35-45.
- Evans, Alex, et David Steven (2009). An institutional architecture for climate change. Document de réflexion établi à la demande du Department for International Development, Center on International Cooperation, New York.
- Evans, David (2009). Equity, efficiency and compensation in the climate change challenge: analyzing the distribution of costs and benefits. Document d'information établi en vue de l'*Étude sur la situation économique et sociale dans le monde, 2009*.
- Evans, Peter (1995). *Embedded Autonomy: States and Industrial Transformation*. Princeton, New Jersey, Princeton University Press.
- Everhart, Stephen S., et Mariusz A. Sumlinski (2001). Trends in private investment in developing countries: statistics for 1970-2000 and the impact on private investment of corruption and the quality of public investment. Document de travail de la Société financière internationale, n° 44. Washington, D. C. Banque mondiale. Septembre.
- Ezzati, M., et al., dir. (2004). *Comparative Quantification of Health Risks: Global and Regional Burden of Disease Attributable to Selected Major Risk Factors*, vol. 1-3. Genève, Organisation mondiale de la Santé.
- Fagan, Brian (2008). *The Great Warming: Climate Change and the Rise and Fall of Civilizations*. New York, Bloomsbury Press.
- Falvey, Rod, Neil Foster et David Greenaway (2006). Intellectual property rights and economic growth. *Review of Development Economics*, vol. 10, n° 4, p. 700-719.
- Fan, Gang, et al. (2008). Toward a low carbon economy: China and the world. Beijing, Chine, Economics of Climate Change. Projet de document.
- Fisher, Brian, et al. (2007). Issues related to mitigation in the long-term context. Dans *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, B. Metz et al., dir. Cambridge, Royaume-Uni, Cambridge University Press, Cambridge, chap. 3, p. 169-250.

- Fonds monétaire international (FMI) [2008a]. Climate change and the global economy. Dans *Perspectives de l'économie mondiale*, avril 2008. Washington, D. C., Fonds monétaire international.
- _____ (2008b). *Perspectives de l'économie mondiale*, octobre 2008: Turbulences financières, ralentissements et redressements. Washington, D. C., FMI.
- Foray, Dominique (2008). Technology transfer in the TRIPS age: the need for new types of partnerships between the least developed and most advanced economies. Consultable à l'adresse http://www.iprsonline.org/ictsdl/Dialogues/2008-06-16/Technology_transfer_in-the%20_TRIPS_age%20_abstract_ofpaper.pdf (consulté le 15 décembre 2008). Établi pour le Centre international du commerce et du développement durable.
- Fortunato, Piergiuseppe (2009). An overview of the linkages between greenhouse gas emissions and international trade. Document d'information établi en vue de l'*Étude sur la situation économique et sociale dans le monde, 2009*.
- Freeman, C. (1989). The third Kondratieff wave: age of steel, electrification and imperialism. *Research Memorandum*, n° 89-032. Maastricht, Pays-Bas, Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology.
- Gallagher, Kelly Sims (2006). Limits to leapfrogging in energy technologies? Evidence from the Chinese automobile industry. *Energy Policy*, vol. 34, n° 4 (mars), p. 383-394.
- Gao, Guangsheng (2007). Carbon emission right allocation under climate change. *Advances in Climate Change Research*, vol. 3 (supplément), p. 87-91.
- German Advisory Council on Global Change (WBGU) (2008). *Climate Change as a Security Risk*. Londres, Earthscan. Consultable en anglais à l'adresse http://www.wbgu.de/wbgu_jg2007_engl.pdf
- Gibbs, Tim (2008). Switched-on India: how can India address climate change and meet its energy needs? Londres, Institute for Public Policy Research. Janvier.
- Gipe, Paul (2009). Innovation and Ontario's feed-in tariff program. Presentation given at the 8th Annual Ontario Power Summit, Toronto, Ontario, 26 mai. Consultable à l'adresse <http://www.wind-works.org/FeedLaws/Canada/Gipe%20Third%20Industrial%20Revolution%20May%2028%202009.pdf>.
- Global Commons Institute (2008). *Contraction and convergence: a global solution to a global problem*. Consultable à l'adresse <http://www.gci.org.uk/contconv/cc.html>.
- Global Humanitarian Forum (2009). Human Impact Report. Climate Change: The Anatomy of a Silent Crisis. Genève, Global Humanitarian Forum.
- Goldemberg, José (1998). Leapfrogging energy technologies. *Energy Policy*, vol. 2, n° 10, p. 729-741.
- _____ (2007). Ethanol for a sustainable energy future. *Science*, vol. 315, n° 5813 (9 février), p. 808-810.
- _____ (2008). The Brazilian biofuels industry. *Biotechnology for Biofuels*, vol. 1, n° 6.
- _____, et al. (2004). Ethanol learning curve: the Brazilian experience. *Biomass and Bioenergy*, vol. 26, n° 3 (mars), p. 301-304.
- _____, dir. (2000). *Rapport sur l'énergie dans le monde: L'énergie et le challenge du développement durable*. New York, Programme des Nations Unies pour le développement. Numéro de vente : E.00.III.B.5.

- _____ (2004). *World Energy Assessment Overview: 2004 Update*. New York, Programme des Nations Unies pour le développement, Département des affaires économiques et sociale du Secrétariat de l'ONU et Conseil mondial de l'énergie.
- Goldman Sachs (2008). A warming investment climate. GS Sustain, Goldman Investment Research. 17 octobre.
- Gore, Al (2007). Déclaration faite à l'occasion de la remise du prix Nobel. Oslo, 10 décembre.
- Gouvernement mozambicain (2007). Programme d'action national aux fins de l'adaptation. Maputo, Ministère de la coordination des affaires environnementales.
- Griffith-Jones, Stephanie, *et al.* (2009). The role of private investment in increasing climate-friendly technologies in developing countries. Document d'information établi en vue de l'*Étude sur la situation économique et sociale dans le monde, 2009*.
- Gritsevskiy, A., et N. Nakicenovic (2000). Modeling uncertainty of induced technological change. *Energy Policy*, vol. 28, n° 13, p. 907-921. Également dans A. Grubler, N. Nakicenovic et W. D. Nordhaus, dir., *Technological Change and the Environment* (Washington, D. C., Resources for the Future Press, 2002) p. 251-279. Également disponible en réimpression auprès de l'Institut international d'analyse des systèmes appliqués, n° RR-00-24, Laxenburg (Autriche).
- Grubb, M. (2004). Technology innovation and climate change policy: an overview of issues and options. *Keio Economic Studies* (Japon), vol. 41, n° 2, p. 103-132.
- Grubler, A. (1998). *Technology and Global Change*. Cambridge, Royaume-Uni, Cambridge University Press.
- _____, N. Nakicenovic et K. Riahi (2007). Scenarios of long-term socio-economic and environmental development under climate stabilization. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 74, n° 7 (numéro spécial : septembre), p. 887-935.
- _____, N. Nakicenovic et D. G. Victor (1999a). Modeling technological change: implications for the global environment. *Annual Review of Energy and the Environment*, vol. 24, n° 1, p. 545-569. Également disponible en réimpression auprès de l'Institut international d'analyse des systèmes appliqués, n° RR-00-03, Laxenburg (Autriche).
- _____ (1999b). Dynamics of energy technologies and global change. *Energy Policy*, vol. 27, n° 5 (mai), p. 247-280. Également disponible en réimpression auprès de l'Institut international d'analyse des systèmes appliqués, n° RR-99-7, Laxenburg (Autriche).
- Guidry, Virginia Thompson, et Lewis H. Margolis (2005). Unequal respiratory health risk: using GIS to explore hurricane-related flooding in eastern North Carolina. *Environmental Research*, vol. 98, n° 3 (juillet), p. 383-389.
- Hagler, R. W. (1998). The global timber supply/demand balance to 2030: has the equation changed? Multi-Client Study by Wood Resources International, Reston, Virginia.
- Halewood, Michael, et Kent Nnadozie (2008). Giving priority to the commons: the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (ITPGRFA). Dans *The Future Control of Food: A Guide to International Negotiations and Rules on Intellectual Property, Biodiversity and Food Security*, Geoff Tansey and Tamsin Rajotte, dir. Londres, Earthscan, p. 115-140.

- Hammill, Anne, Richard Matthew et Elissa McCarter (2008). Microfinance and climate change adaptation. *IDS Bulletin*, vol. 39, n° 4 (septembre). Sussex, Royaume-Uni, Institute of Development Studies.
- Hansen, James, *et al.* (2008). Target atmospheric CO₂: where should humanity aim? *The Open Atmospheric Science Journal* (Goddard Institute for Space Studies, New York, New York), vol. 2, p. 217-231.
- Harvard Project on International Climate Agreements (2008). Designing the post-Kyoto climate regime: lessons from the Harvard Project on International Climate Agreements. Rapport intérimaire établi en vue de la 14^e Conférence des Parties, Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, Poznan (Pologne), décembre 2008.
- Haut-Commissariat des Nations Unies pour les réfugiés (HCR) [2008]. Changements climatiques, catastrophes naturelles et déplacement humain : une perspective du HCR. 23 octobre. Genève, Haut-Commissariat des Nations Unies pour les réfugiés.
- Hazell, Peter, et R. K. Pachauri (2006). Overview. Dans *Bioenergy and agriculture: promises and challenges*, Peter Hazell et R. K. Pachauri, dir. *2020 Focus*, n° 14. Washington, D. C., Institut international de recherche sur les politiques alimentaires.
- Heger, Martin, Alex Julca et Oliver Paddison (2009). Analysing the Impact of Natural Disasters in Small Economies: The Caribbean Case. Étude de l'UNU/WIDER, n° 2008/25. Helsinki, Institut mondial de recherche sur les aspects économiques du développement de l'Université des Nations Unies (UNU/WIDER). À paraître en 2009 dans *Dimensions of Vulnerability: Risk and Poverty in Developing Countries*, W. Naudé, A. Santos-Paulino et M. McGillivray, dir. Helsinki: UNU/WIDER.
- Helm, Dieter (2008). Climate-change policy: why has so little been achieved? *Oxford Review of Economic Policy*, vol. 24, n° 2, p. 211-238.
- Hirschman, Albert O. (1958). *The Strategy of Economic Development*. New Haven, Connecticut, Yale University Press.
- _____ (1971). *Bias for Hope: Essays on Development and Latin America*. New Haven Connecticut, Yale University Press.
- Hoegh-Guldberg, O., *et al.* (2000). *Pacific in Peril: Biological, Economic and Social Impacts of Climate Change on Pacific Coral Reefs*. Sydney, Australie, Greenpeace, p. 36.
- Hoekman, Bernard M., Keith E. Maskus et Kamal Saggi (2004). Transfer of technology to developing countries: unilateral and multilateral policy options. Document de travail de recherche sur les politiques de la Banque mondiale n° 3332. Washington, D. C., Banque mondiale.
- Hufbauer, Gary Clyde, et Jisun Kim (2009). Climate policy options and the World Trade Organization. Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal. Document de travail, n° 2009-20. 25 mars.
- Huq, Saleemul (2001). Climate change and Bangladesh. *Science*, vol. 294, n° 5547 (23 novembre), p. 1617.
- _____ (2002). Lessons learned from adaptation to climate change in Bangladesh. Document de travail sur le changement climatique. Washington, D. C., Département de l'environnement de la Banque mondiale. Octobre.

- _____, *et al.* (2007). Editorial: reducing risks to cities from disasters and climate change. *Environment and Urbanization* (Institut international pour l'environnement et le développement), vol. 19, n° 1, p. 3-15.
- _____, et Balgis Osman-Elasha (2009). The status of the LDCF and NAPAs. Présentation PowerPoint faite lors de l'International Scientific Congress on Climate Change: Climate Change: Global Risks, Challenges and Decisions (Copenhague, 10-12 mars 2009), session 41 intitulée « Adaptation to climate change in least developed countries: challenges, experiences and ways forward », partie I.
- _____, et Hannah Reid (2004). Mainstreaming adaptation in development. *IDS Bulletin*, vol. 35, n° 3, p. 15-21.
- _____, et Jessica Ayers (2008). Taking steps: mainstreaming national adaptation. Exposé présenté à l'Institut international pour l'environnement et le développement. Novembre. Consultable à l'adresse <http://www.iied.org/pubs/display.php?o=1704011ED>.
- Hutchison, Cameron J. (à paraître). Over 5 billion not served: the TRIPS compulsory licensing export restriction. *University of Ottawa Law and Technology Journal*. Consultable à l'adresse <http://ssrn.com/abstract=1012625> (consulté le 31 juillet 2008).
- IDEACarbon (2008). The long-term potential of the carbon market. Communiqué de presse, 29 février.
- Ingram, Gregory K., et Marianne Fay (2008). Physical infrastructure. Dans *International Handbook of Development Economics*, vol. I, Amitava Krishna Dutt et Jaime Ros, dir. Cheltenham, Royaume-Uni, Edward Elgar Publishing.
- Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) [1999]. *Methodological and Technological Issues in Technology Transfer*. Cambridge, Royaume-Uni, Cambridge University Press, chap. 16 (« Case studies »), case study 29, entitled « ROK-5 mangrove rice variety in Sierra Leone ». Consultable à l'adresse http://www.grida.no/publications/other/ipcc_srl.
- _____. (2007c). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution du Groupe de travail II au Quatrième rapport d'évaluation du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat*, M. L. Parry *et al.*, dir. Cambridge, Royaume-Uni, Cambridge University Press.
- _____. (2007d). *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution du Groupe de travail III au Quatrième rapport d'évaluation du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat*, B. Metz *et al.*, dir. Cambridge, Royaume-Uni, Cambridge University Press.
- _____. (2007a). *Climate Change 2007: Synthesis Report*. Genève, Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat.
- _____. (2007b). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, S. Solomon *et al.*, dir. Cambridge, Royaume-Uni, Cambridge University Press.
- _____. (2000). *Methodological and Technological Issues in Technology Transfer*, Bert Metz *et al.* Cambridge, Royaume-Uni, Cambridge University Press.
- Institut international d'analyse des systèmes appliqués (IIASA) [2007]. Greenhouse Gas Initiative (GGI) Scenario Database. Consultable à l'adresse <http://www.iiasa.ac.at/web-apps/ggi/GgiDb/dsd?Action=htmlpage&page=series>.

- Jacobson, M. Z. (2008). On the causal link between carbon dioxide and air pollution mortality. *Geophysical Research Letters*, vol. 35, n° 3.
- Kathuria, Vinish (2002). Technology transfer for GHG reduction: a framework with application to India. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 69, n° 4, p. 405-430.
- Karekezi, S., et A. Sihag (2004). « *Energy Access* » *Working Group Global Network on Energy for Sustainable Development synthesis/compilation report*. Roskilde, Danemark, Risø National Laboratory.
- Keppo, I, et S. Rao (2007). International climate regimes: effects of delayed participation. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 74, n° 7 (numéro spécial : septembre), p. 962-979.
- Khor, Martin (à paraître). *The Climate and Trade relations: Some Issues*. New York, Programme des Nations Unies pour le développement.
- Kindleberger, Charles (1986). International public goods without international government. *American Economic Review*, vol. 76, n° 1 (mars), p. 1-13.
- Klare, Michael (2008). Persistent energy insecurity and the global economic crisis. Document présentée lors du débat sur « Remédier à l'insécurité économique », Deuxième Commission, Assemblée générale des Nations Unies, 11 novembre.
- Kohli, Atul (2004). *State Directed Development: Political Power and Industrialization in the Global Periphery*. Cambridge, Royaume-Uni, Cambridge University Press.
- Kotschi, J. (2007). Agricultural biodiversity is essential for adapting to climate change. *GAIA-Ecological Perspectives for Science and Society*, vol. 16, n° 2 (juin), p. 98-101.
- Kozul-Wright, Richard, et Paul Rayment (2007). *The Resistible Rise of Market Fundamentalism: Rethinking Development Policy in an Unbalanced World*. Penang, Malaisie, Zed Books and Third World Network.
- Leary, Neil, *et al.*, dir. (2008a). *Climate Change and Vulnerability*. Londres, Earthscan.
- _____ (2008b). *Climate Change and Adaptation*. Londres, Earthscan.
- Levina, Ellina (2007). *Adaptation to climate change: International agreements for local needs*. COM/ENV/EPOC/IEA/SLT(2007)6. Paris, Organisation de coopération et de développement économiques et Agence internationale de l'énergie. Consultable à l'adresse <http://www.oecd.org/dataoecd/15/11/39725521.pdf>.
- Lewis, Joanna (2006). *International technology transfer experiences in China's electricity and transport sectors*. Arlington, Virginie, Pew Center on Global Climate Change.
- Littleton, Matthew (2008). The TRIPS Agreement and transfer of climate-change-related technologies to developing countries. Document de travail du DESA, n° 71. ST/ESA/2008/DWP/71. New York, Département des affaires économiques et sociale du Secrétariat de l'ONU. Octobre.
- Lohmann, Larry (2006). Carbon trading: a critical conversation on climate change, privatisation and power. *Development Dialogue*, n° 48. Uppsala, Suède, Dag Hammarskjöld Centre.
- _____ (2008). *Financialization, quantism and carbon markets: variations on Polanyian themes*. Dorset, Royaume-Uni, The Corner House. 24 janvier.
- Loughry, Maryanne, et Jane McAdam (2008). Kiribati : réinstallation et adaptation. *Migrations forcées*, vol. 31, p. 51-52.

- Ludi, Eva (2009). *Climate change, water and food security*. Overseas Development Institute Background Note. Londres, ODI. Mars.
- Maddison, Angus (2006). *L'économie mondiale*, volume 1, *Une perspective millénaire*; et volume 2, *Statistiques historiques*. Études du Centre de développement de l'OCDE. Paris, Organisation de coopération et de développement économiques. Décembre.
- Marland, Gregg, Tom Boden et Robert J. Andres (2008). Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC) database. Oak Ridge, Tennessee, Oak Ridge National Laboratory. Consultable à l'adresse <http://cdiac.ornl.gov>.
- Maskus, Keith E. (2000). Intellectual property rights and foreign direct investment. Centre for International Economic Studies, Working Paper, n° 22. Boulder, Colorado, University of Colorado at Boulder, Department of Economics. Mai.
- _____ (2003). Transfer of technology and technological capacity building. Document présenté lors du Dialogue Centre international du commerce et du développement durable-CNUCED, 2^e Bellagio Series on Development and Intellectual Property, 18-21 septembre 2003. Consultable à l'adresse http://www.iprsonline.org/unctadictsdl/bellagio/docs/Maskus_Bellagio2.pdf (consulté le 15 décembre 2008).
- _____ (2004). Encouraging international technology transfer. Projet CNUCED-Centre international du commerce et du développement durable sur les droits de propriété intellectuelle et le développement durable, document de synthèse, n° 7 (mai). Genève, Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement et Centre international du commerce et du développement durable.
- Matsushita, Mitsuo, Thomas J. Schönbaum et Petros C. Mavroidis (2006). *The World Trade Organization: Law, Practice, and Policy*, 2nd ed. Oxford, Royaume-Uni, Oxford University Press.
- McGray, H., et al. (2007). *Weathering the Storm: Options for Framing Adaptation and Development*. Washington, D. C., World Resources Institute.
- McKinley, Jesse (2009). Drought adds to hardships in California. *The New York Times*. 21 février. Consultable à l'adresse <http://www.nytimes.com/2009/02/22/us/22mendota.html>.
- McKinsey & Company (2009). Pathways to a low-carbon economy: version 2 of the global greenhouse gas abatement cost curve. Janvier.
- Mendonca, Miguel (2007). *Feed-in Tariffs: Accelerating the Deployment of Renewable Energy*. Londres, Earthscan.
- Meinshausen, Malte et al. (2009). Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2 °C. *Nature*, vol. 458 (30 avril), p. 1158-1162.
- Miller, Barbara A., et Richard B. Reidinger (1998). Comprehensive River Basin Development: The Tennessee Valley Authority. Document technique 416 de la Banque mondiale. Washington, D. C., Banque mondiale.
- Mills, Evan (2005). Insurance in a climate of change. *Science*, vol. 309, n° 5737 (12 août), p. 1040-1044.
- Miyamoto, Koji (2008). Human capital formation and foreign direct investment in developing countries. Dans Foreign Direct Investment, Technology and Skills in Developing Countries, A. Mercado, K. Miyamoto et D. O'Connor, dir. *Revue de l'OCDE*, vol. 2008/1. Paris, Organisation de coopération et de développement économiques. Août.

- Moomaw, William, et Lucy Johnston (2008). Emissions mitigation opportunities and practice in Northeastern United States. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, vol. 13, n° 5, p. 615-642.
- Moreira, Jose Roberto (2006). *Brazil's experience with bioenergy*. Dans *Bioenergy and Agriculture: Promises and Challenges*, Peter Hazell and R. K. Pachauri, dir. Washington, D. C., Institut international de recherche sur les politiques alimentaires.
- Moser, C., M. Gauhurts et H. Gonhan (1994). *Urban Poverty Research Sourcebook: Sub-City Level Research*. Washington, D. C., Banque mondiale.
- Müller, Benito (2008). *International adaptation finance: the need for an innovative and strategic approach*. Oxford, Royaume-Uni, Oxford Institute for Energy Studies. Juin.
- _____, et Cameron Hepburn (2006). *IATAL: an outline proposal for an International Air Travel Adaptation Levy*. EV36. Oxford, Royaume-Uni, Oxford Institute for Energy Studies. Octobre. Consultable à l'adresse <http://www.oxfordenergy.org/pdfs/EV36.pdf>.
- _____, et Harald Winkler (2008). *One step forward, two steps back? the governance of the Banque mondiale Climate Investment Funds*. Oxford Energy and Environment Comment. Oxford, Royaume-Uni, Oxford Institute for Energy Studies. Février.
- Murphy, James T. (2001). Making the energy transition in rural East Africa: is leapfrogging an alternative? *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 68, n° 2, p. 173-193.
- Murphy, J. M., et al. (2004). Quantification of modeling uncertainties in a large ensemble of climate change simulations. *Nature*, vol. 430, n° 7001 (12 août), p. 768-772.
- Nagao, Y., et al. (2003). Climatic and social risk factors for Aedes infestation in rural Thailand. *Tropical Medicine and International Health*, vol. 8, n° 7 (juillet), p. 650-659.
- Nakicenovic, Nebojsa (2009). Supportive policies for developing countries: a paradigm shift. Document d'information établi en vue de l'Étude sur la situation économique et sociale dans le monde, 2009.
- _____, A. Ajanovic et O. Kimura (2005). Global scenarios for the energy infrastructure development. Rapport intérimaire, n° IR-05-028. Laxenburg (Autriche), Institut international d'analyse des systèmes appliqués.
- _____, et K. Riahi, dir. (2007). *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 74, n° 7 (septembre). Special issue on Integrated assessment of uncertainties in greenhouse gas emissions and their mitigation.
- _____, et al. (2000). *IPCC Special Report on Emissions Scenarios*. Special Report of IPCC Working Group III. Cambridge, Royaume-Uni, Cambridge University Press. Également consultable à l'adresse <http://www.grida.no/climate/ipcc/emission/index.htm>.
- Narain, Sunita, et Matthew Riddle (2007). Greenhouse justice: an entitlement framework for managing the global atmospheric commons. Dans *Reclaiming Nature: Environmental Justice and Ecological Restoration*, J. K. Boyce and E. A. Stanton, dir. Londres, Anthem Press, p. 401-414.
- Nations Unies (1972). *Rapport de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement, Stockholm, 5-16 juin 1972*. Numéro de vente : F.73.II.A.14 et rectificatif.
- _____ (1992). *Rapport de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement, Rio de Janeiro, 3-14 juin 1992*, vol. I, Résolutions adoptées par la Conférence. Numéro de vente : F.93.I.8 et rectificatif. Résolution I, annexe I (Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement). Résolution I, annexe II (Action 21).

- _____ (1998). Rapport de la Commission du développement durable sur les travaux de sa sixième session (22 décembre 1997 et 20 avril-1^{er} mai 1998). *Documents officiels du Conseil économique et social, 1998, Supplément n° 9*. E/1998/29.
- _____ (2002). *Rapport de la Conférence internationale sur le financement du développement, Monterrey (Mexique), 18-22 mars 2002*. Numéro de vente : F.02.II.A.7, Chap. I, résolution 1, annexe.
- _____ (2005). *Rapport sur la situation économique et sociale dans le monde, 2005 : Financement du développement*. Numéro de vente : F.05.II.C.1.
- _____ (2006). *Étude sur la situation économique et sociale dans le monde, 2006 : Divergence de la croissance et du développement*. Numéro de vente : F.06.II.C.1.
- _____ (2008). *Étude sur la situation économique et sociale dans le monde, 2008 : Remédier à l'insécurité économique*. Numéro de vente : F.08.II.C.1.
- _____ (2009). Recommandations de la Commission d'experts du Président de l'Assemblée générale sur les réformes du système monétaire et financier international : note du Président de l'Assemblée générale. A/63/838. 29 avril.
- Nations Unies, Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (2003). Capacity-building in the development and transfer of technologies. Document technique, FCCC/TP/2003/1. 26 novembre.
- _____ (2008). Investment and financial flows to address climate change: an update. Document technique, FCCC/TP/2008/7. 26 novembre.
- _____, Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice (2006). Synthesis report on technology needs identified by Parties not included in annex I to the Convention: note by the Secretariat. FCCC/SBSTA/2006/INF.1. 21 avril.
- Nations Unies, Département des affaires économiques et sociales (DESA de l'ONU) [2008]. Climate change: technology development and technology transfer. Document d'information établi en vue de la Conférence de haut niveau sur les changements climatiques : Mise au point de technologies et transfert de technologies, Beijing, 7 et 8 novembre 2008.
- _____ (2009). A global green New Deal for sustainable development. *Note d'orientation du DESA de l'ONU*, n° 12. Consultable à l'adresse <http://www.un.org/esa/policy/policybriefs/index.htm>.
- _____, et Agence internationale de l'énergie atomique (2007). Energy indicators for sustainable development: country studies on Brazil, Cuba, Lithuania, Mexico, Russian Federation, Slovakia, and Thailand. New York, Département des affaires économiques et sociale du Secrétariat de l'ONU.
- Nell, Edward, Willi Semmler et Armon Rezai (2009). Economic growth and climate change: cap-and-trade or emissions tax? SCEPA Working Paper, n° 2009-4. New York, New York, Schwartz Center of Economic Policy Analysis, The New School for Social Research.
- Nelson, Richard R. (2007). Economic development from the perspective of evolutionary economic theory. Projet de document établi en vue de la Réunion d'experts sur les IED, la technologie et la compétitivité, Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement, Genève, 8 et 9 mars.

- New Carbon Finance (2008). With an international agreement on climate change, the carbon market could be two to three times as large as today. Communiqué de presse, 28 janvier.
- New Economics Foundation (2008). *A Green New Deal: Joined-up Policies to Solve the Triple Crunch of the Credit Crisis, Climate Change and High Oil Prices*. Londres, Green New Deal Group.
- Nicholls, R., *et al.* (2007). Ranking of the world's cities most exposed to coastal flooding today and in the future: executive summary. Paris, Organisation de coopération et de développement économiques. Extrait du document de travail de l'OCDE n° 1 [ENV/WKP(2007)1].
- Nikolic, Irina A., et Harand Maikisch (2006). Public-private partnerships and collaboration in the health sector: an overview with case studies from recent European experience. *Health Nutrition and Population (HNP) Discussion Paper*. Washington, D. C., Réseau de la Banque mondiale pour le développement humain.
- O'Brien, Karen, *et al.* (2008). Disaster risk reduction, climate change adaptation and human security. Rapport établi à la demande du Ministère norvégien des affaires étrangères par le Global Environmental Change and Human Security (GECHS) Project. *GECHS Report 2008: 3*. Oslo, University of Oslo, GECHS International Project Office, Department of Sociology and Human Geography.
- O'Connor, D., et M. Lunati (2008). Economic opening and the demand for skills in developing countries. Dans *Foreign Direct Investment, Technology and Skills in Developing Countries*, A. Mercado, K. Miyamoto et D. O'Connor, dir. *Revue de l'OCDE*, vol. 2008/1. Paris, Organisation de coopération et de développement économiques. Août.
- Oliva, Maria Julia (2008). Climate change, technology transfer and intellectual property rights: key issues (chap. 4). Dans *Trade and Climate Change: Issues in Perspective*, Aaron Cosbey, dir. Rapport final et synthèse des débats, Séminaire sur le commerce et le changement climatique, Copenhague, 18-20 juin 2008. Winnipeg, Canada, Institut international pour le développement durable.
- Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) [1997]. Economic fiscal instruments: taxation (i.e. carbon/energy). Document de travail n° 4. OCDE/GD(97)188. Paris, OCDE, Groupe d'experts des Parties figurant à l'annexe I de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques.
- _____ (2007). Base de données des brevets. Paris, Organisation de coopération et de développement économiques.
- _____ (2008). *Aspects économiques de l'adaptation au changement climatique : Coûts, bénéfices et instruments économiques*. Paris, Organisation de coopération et de développement économiques.
- _____ (2009). Economic Outlook. Interim report. Mars. Consultable à l'adresse <http://www.oecd.org/dataoecd/18/1/42443150.pdf>.
- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) [2004]. Trade and sustainable forest management: impacts and interactions. Analytic study of the global project GCP/INT/775/JPN. Impact assessment of forests products trade in the promotion of sustainable forest management. Rome, FAO, Département des forêts.

- _____ (2008). *La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture, 2008*. Rome, FAO
- Organisation internationale du Travail (OIT) [2007]. Decent work for sustainable development: the challenge of climate change. GB.300/WP/SDG/1. Genève, Conseil d'administration du Bureau international du Travail (300^e session), Groupe de travail sur la dimension sociale de la mondialisation. Novembre.
- _____ (2008). Améliorer les aptitudes professionnelles pour stimuler la productivité, la croissance de l'emploi et le développement. Rapport V présenté à la Conférence internationale du Travail, 97^e session, 28 mai-13 juin 2008. Genève, Bureau international du Travail.
- Organisation météorologique mondiale-Conseil international pour la science (OMM-ICSU) [2009]. État de la recherche polaire. Déclaration du Comité mixte du Conseil international pour la science et de l'Organisation météorologique mondiale pour l'Année polaire internationale 2007-2008. Genève. Février.
- Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (2008). Harmonisation du droit matériel des brevets. Consultable à l'adresse <http://www.wipo.int/patent-law/fr/harmonization.htm> (consulté le 28 juillet 2008).
- Organisation mondiale de la Santé (OMS) [2002]. *Rapport sur la santé dans le monde 2002 : Réduire les risques et promouvoir une vie saine*. Genève, OMS.
- _____ (2005a). Climate and health Factsheet. Juillet. Consultable à l'adresse <http://www.who.int/globalchange/news/fsclimandhealth/en/index.html>.
- _____ (2005b). *Ecosystems and Human Well-being: Health Synthesis*. Contribution à l'évaluation des écosystèmes pour le Millénaire. Genève, OMS.
- _____ (2006). Burden of disease statistics (statistiques relatives à la charge de morbidité). Genève, OMS.
- Organisation mondiale du commerce (OMC) [1994]. *Instruments juridiques énonçant les résultats des négociations commerciales multilatérales du Cycle d'Uruguay, faits à Marrakech le 15 avril 1994*. Numéro de vente : GATT/1994.7. Genève, secrétariat du GATT.
- _____ (2001). Déclaration de Doha sur l'Accord sur les ADPIC et la santé publique. Adoptée à la quatrième Conférence ministérielle de l'Organisation mondiale du commerce, Doha, 9-14 novembre 2001. WT/MIN(01)/DEC/2. 20 novembre.
- _____ (2003). Décision du Conseil général du 30 août 2003 sur l'application du paragraphe 6 de la Déclaration de Doha sur l'Accord des ADPIC et la santé publique. WT/MIN(01)/DEC/1.
- Osman-Elasha, Balgis, *et al.* (2008). Community development and coping with drought in rural Sudan. Dans *Climate Change and Adaptation*, Neil Leary *et al.*, dir. Londres, Earthscan.
- Oxfam International (2007). Adapting to climate change: what's needed in poor countries, and who should pay. *Oxfam briefing paper*, n° 104. Londres. 29 mai.
- Pacala, S. et R. Socolow (2004). Stabilization wedges: solving the climate problem for the next 50 years with current technologies. *Science*, vol. 305, n° 5686 (13 août), p. 968-972.
- Pachauri, R. K. (2008). Climate change: key findings from the IPCC Fourth Assessment Report. Sacramento, California Air Resources Board. 27 juin. Organisation météorologique mondiale et Programme des Nations Unies pour l'environnement.

- Parlement européen (2007). Résolution du 29 novembre 2007 sur le commerce et le changement climatique. 2007/2003(INI). Bruxelles.
- Parra, Mariangela (2009). Bringing back the developmental State in the context of climate change. Document d'information établi en vue de l'*Étude sur la situation économique et sociale dans le monde, 2009*.
- Parry, Martin, Cynthia Rosenzweig et Matthew Livermore (2005). Climate change, global food supply and risk of hunger. *Philosophical Transactions of the Royal Society* (London), vol. 360, n° 1463, p. 2125-2138.
- Pascual, M., *et al.* (2006). Malaria resurgence in the East African highlands: temperature trends revisited. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 103, n° 15 (11 avril), p. 5829-5834.
- Patz, Jonathan A., *et al.* (2005). Impact of regional climate change on human health. *Nature*, vol. 438, n° 7066 (17 novembre), p. 310-317.
- Peck, Mohan, et Ralph Chipman (2008). Industrial energy and material efficiency: what role for policies? Dans *Industrial Development for the 21st Century*, David O'Connor et Monica Kjollerstrom, dir. Londres, Zed Books.
- Pelling, M., dir. (2003). *Natural Disasters and Development in a Globalising World*. Londres, Routledge.
- Pendleton, Andrew, et Simon Retallack (2009). Fairness in global climate change finance. Londres, Institute for Public Policy Research. Mars. Consultable à l'adresse http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/Mar09-fairness_global_finance.pdf.
- Peskett, Leo, *et al.* (2007). Biofuels, agriculture and poverty reduction. *Natural Resource Perspectives*, n° 107. Londres, Overseas Development Institute. Juin.
- _____ (2008). *Making REDD work for the poor*. Poverty Environment Partnership. Septembre.
- Phillips, Tom (2008). Brazil announces plan to slash rainforest destruction. 2 décembre. Consultable à l'adresse <http://www.guardian.co.uk/environment/2008/dec/02/forests-brazil>.
- _____ (2009). Poor Brazilians rejoice as loggers return to pillage the rainforest. 15 février. Consultable à l'adresse <http://www.guardian.co.uk/environment/2009/feb/15/amazon-deforestation-brazil>.
- Platz, Daniel (2009). Infrastructure finance in developing countries: the potential of sub-sovereign bonds. Document de travail du DESA, n° 74. ST/ESA/2009/DWP/74. New York, Département des affaires économiques et sociale du Secrétariat de l'ONU.
- _____, et Frank Schroeder (2007). Moving Beyond the Privatization Debate: Different Approaches to Water and Electricity in Developing Countries, *Dialogue on Globalization Occasional Paper*, n° 34 (septembre). New York, Friedrich Ebert Foundation.
- Point Carbon (2008). Carbon market transactions: dominated by financials? *Carbon Market Analyst*, 21 mai.
- Pollin, Robert, et Jeannette Wicks-Lim (2008). Job opportunities for the green economy: a state-by-state picture of occupation that gain from green investments. Amherst, Massachusetts, Political Economy Research Institute. Juin.
- Porter, Gareth, *et al.* (2008). New finance for climate change and the environment. Washington, D. C., WWF Macroeconomics Program Office.

- Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) [2007a]. *Rapport mondial sur le développement humain 2007/2008 : La lutte contre le changement climatique : un impératif de solidarité humaine dans un monde divisé*. Basingstoke, Royaume-Uni, Palgrave Macmillan.
- _____ (2007b). Stratégies d'insertion de l'accès à l'énergie dans les politiques régionales: l'expérience de trois communautés économiques régionales africaines. Dakar, Programme du PNUD relatif à l'énergie au service de la réduction de la pauvreté en milieu rural.
- _____ (2007c). Volet thématique « Environnement et changements climatiques » du Fonds pour la réalisation des OMD. Consultable à l'adresse <http://www.undp.org/mdg/environment.shtml>.
- Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) [2009]. Le nouveau Pacte vert mondial. Note d'orientation. Mars. Consultable à l'adresse http://www.unep.org/pdf/A_Global_Green_New_Deal_Policy_Brief.pdf.
- _____, Organisation internationale du Travail *et al.* (2008). *Emplois verts : pour un travail décent dans un monde durable à faibles émissions de carbone*. Nairobi, Programme des Nations Unies pour l'environnement. Établi par le Worldwatch Institute, avec l'aide du Global Labor Institute de l'Université Cornell.
- Programme des Nations Unies pour les établissements humains (ONU-Habitat) [2007]. *Global Report on Human Settlements 2007: Enhancing Urban Safety and Security*. Londres, Earthscan.
- _____ (2008). *State of the World's Cities 2008/2009 : Harmonious Cities*. Londres, Earthscan.
- Raupach, Michael, *et al.* (2007). Global and regional drivers of accelerating CO₂ emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 104, n° 24 (juin).
- Réseau tiers monde (2008). Some key points on climate change, access to technology and intellectual property rights. Document présenté à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Penang (Malaisie), Réseau tiers monde.
- Rippey, Paul (2009). Microfinance and climate change: threats and opportunities. *CGAP Focus Note*, n° 53. Washington, D. C., Consultative Group to Assist the Poor.
- Roberts, Debra (2008). Thinking globally, acting locally: institutionalizing climate change at the local government level in Durban, South Africa. *Environment and Urbanization*, vol. 20, n° 2, p. 521-537.
- Robine, J. M., *et al.* (2008). Plus de 70 000 décès en Europe au cours de l'été 2003. *Comptes rendus biologies*, vol. 331, n° 2 (février), p. 171-178.
- Rodríguez, Francisco (2007). Growth empirics in a complex world: a guide for applied economists and policy makers. Dans *Growth Divergences: Explaining Differences in Economic Performance*, José Antonio Ocampo, Jomo K. S. et Rob Vos, dir. Penang, Malaisie : Orient Longman, Zed Books et Third World Network, en coopération avec l'Organisation des Nations Unies.
- Rodrik, Dani (2007). *One Economics, Many Recipes: Globalization, Institutions, and Economic Growth*. Princeton, New Jersey, Princeton University Press.

- Roffe, Pedro (2002). Preliminary note on the WTO Working Group on Trade and Transfer of Technology. Genève, Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement.
- Rohatyn, Felix (2009). *Bold Endeavors: How our Government Built America and Why It Must Rebuild Now*. New York, New York, Simon and Schuster.
- Rosenberg, N. (1982). *Danside the Black Box: Technology and Economics*. Cambridge, Royaume-Uni, Cambridge University Press.
- Rothschild, Emma (2009). Can we transform the auto-industrial society? *The New York Review of Books*, vol. 56, n° 3 (26 février).
- Rudd, Kevin (2009). The global financial crisis. *The Australian*, n° 42 (février).
- Sachs, Jeffrey (2008). The American green revolution. *Scientific American*. Mai.
- _____, et al. (2004). Ending Africa's poverty trap. *Brookings Papers on Economic Activity*, n° 1 (2004). Washington, D. C., The Brookings Institution Press.
- Sagar, Ambuj, Cath Bremner et Michael Grubb (2008). Public-private roles and partnerships for innovation and technology transfer. Exposé présenté au Carbon Trust. 7 novembre. Consultable à l'adresse http://www.un.org/esa/sustdev/dissues/energy/op/beijing_hlccc_nov08/TrackC_7Nov_C.Bremner.pdf.
- Salter, Wilfred (1969). *Productivity and Technological Change*. Cambridge, Royaume-Uni, Cambridge University Press.
- Sanchez-Rodriguez, Roberto, Michail Fragkias and William Solecki (2008). Urban responses to climate change: a focus on the Americas. A workshop report: Urbanization and Global Environmental Change, an International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change core project.
- Sanderson, D. (2000). Cities, livelihoods and disasters. *Environment and Urbanization*, vol. 12, n° 2, p. 93-102.
- Santarius, T., et al. (2009). *Pit stop Poznan: an analysis of negotiations on the Bali Action Plan at the stopover to Copenhagen*. Berlin, Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy.
- Satterthwaite, David (2007). Climate change and urbanization: effects and implications for urban governance. UN/POP/EGM-URB/2008/16. 27 décembre. Communication présentée à la Réunion du Groupe d'experts des Nations Unies sur la répartition de la population, l'urbanisation, les migrations internes et le développement, New York, 21-23 janvier 2008.
- Sathaye, J., E. Jolt, et S. De La Rue du Can (2005). Overview of IPR practices for publicly-funded technologies. Document établi à la demande de l'ONU, Groupe d'experts sur le transfert de technologies de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Consultable à l'adresse <http://unfccc.int/ttclear/pdf/EGTT/11%20Bonn%202005/IPRandOtherIssuesAssociatedwithPublicly-FundedTech.pdf>.
- Scherer, F. M. (1984). *Innovation and Growth: Schumpeterian Perspectives*. Cambridge, Massachusetts, The MIT Press.
- Schipper, Lisa F. (2009). Adapting to climate change in developing countries: institutional and policy responses for urbanizing societies. Document d'information établi en vue de l'Étude sur la situation économique et sociale dans le monde, 2009.

- Schmidt, Gavin (2009). *Climate Change*. New York, New York, W.W. Norton and Company.
- Schroeder, Frank (2008). Carbon taxes for managing climate change. *G-24 Policy Brief*, n° 27. Washington, D. C.
- Schumpeter, J. A. (1942). *Capitalism, Socialism and Democracy*. New York, Harper and Brothers.
- Schwartz, Peter et Doug Randall (2003). An abrupt climate change scenario and its implications for United States national security. Rapport établi par Global Business Network à la demande du Ministère de la défense. Octobre. Consultable à l'adresse http://www.gbn.com/consulting/article_details.php?id=53.
- Sengupta, Somini (2009). Bangladesh tries using silt to protect against sea levels. *International Herald Tribune*. 20 mars. Consultable à l'adresse <http://www.ihf.com/articles/2009/03/20/asia/bangla.php?page=1>.
- Seres, Stephen, et Eric Haites (2008). Analysis of technology transfer in CDM projects. Rapport établi pour le Groupe de l'enregistrement et de la publication de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Décembre.
- Shiklomanov, I. A., et J. C. Rodda, dir. (2003). *World Water Resources at the Beginning of the 21st Century*. Cambridge, Royaume-Uni, Cambridge University Press.
- Smith, Joel B., Richard J. T. Klein et Saleemul Huq, dir. (2003). *Climate Change, Adaptive Capacity and Development*. Londres, Imperial College Press.
- Smith, Pamela J. (2001). How do foreign patent rights affect U.S. exports, affiliate sales, and licenses? *Journal of International Economics*, vol. 55, n° 2 (décembre), p. 411-439.
- Someshwar, Shiv (2008). Adaptation as « climate-smart » development. *Development*, vol. 51, n° 3 (septembre), p. 366-374.
- Soros, George (2002). *On Globalization*. Cambridge, Massachusetts, The Perseus Books Group.
- _____ (2008). *The New Paradigm for Financial Markets: The Credit Crisis of 2008 and What It Means*. New York, New York, Public Affairs.
- Spiegel, Shari (2008). Macroeconomic and growth policies. Dans *National Development Strategies: Policy Notes*. Numéro de vente : E.08.II.A.4. New York, Département des affaires économiques et sociale du Secrétariat de l'ONU.
- Stern, Nicholas (2006). *The Stern Review on the Economics of Climate Change*. Cambridge, Royaume-Uni, Cambridge University Press.
- _____ (2007). *The Economics of Climate Change: The Review*. Cambridge, Royaume-Uni, Cambridge University Press.
- _____ (2009). *A Blueprint for a Safer Planet: How to Manage Climate Change and Create a New Era of Prosperity*. Londres, The Bodley Head.
- _____, et Haruhiko Kuroda (2009). Why global warming could make or break south-east Asia. *The Guardian*, 5 mai.
- Stiglitz, Joseph (1994). The role of the state in financial markets. Dans *Proceedings of the World Bank Annual Conference on Development Economics 1993: Supplement to the Bank Economic Review and World Bank Research Observer*. Washington, D. C., Banque mondiale.

- _____ (2008). Economic foundations of intellectual property rights. *Duke Law Journal*, vol. 57, n° 6 (avril), p. 1693-1724. Consultable à l'adresse <http://www.law.duke.edu/shell/cite.pl?57+Duke+L.+J.+1693>.
- Stockholm Environment Institute (2008). International climate policy. Stockholm Environment Institute policy brief for the Commission on Climate Change and Development, Stockholm.
- Strelneck, David, et Peter Linquiti (1995). Environmental technology transfer to developing countries: practical lessons learned during implementation of the Montreal Protocol. Document préparé et présenté à la 17^e Annual Research Conference of the Association for Public Policy and Management. Fairfax, Virginia, ICF Consulting.
- Takada, Minoru, et Silvia Fracchi (2007) A review of energy in national MDG reports. New York, Programme des Nations Unies pour le développement. Également consultable à l'adresse <http://www.energyandenvironment.undp.org/undp/indexAction.cfm?module=Library&action=GetFile&DocumentAttachmentID=2088>.
- Tan, Celine (2008). *No additionality, new conditionality: a critique of the World Bank's proposed climate investment funds*. Penang, Malaisie, Third World Network. 30 mai.
- Tirpak, Denis, et Helen Adams (2007). Trends in official bilateral and multilateral development assistance in the energy sector: has the DA community responded to the United Nations Climate Change Convention? Document présenté en vue du numéro spécial de *Climate Policy* sur l'intégration des mesures relatives au changement climatique dans le développement local, B. Metz et M. T. J. Kok, dir.
- _____ (2008). Bilateral and multilateral financial assistance for the energy sector of developing countries. *Climate Policy*, vol. 8, n° 2, p. 135-151. Londres, Earthscan.
- Toasa, José (2009). Colombia: a new ethanol producer on the rise? WRS-0901. Washington, D. C., Economic Research Service, Ministère de l'agriculture des États-Unis. Consultable à l'adresse <http://www.ers.usda.gov>. Janvier.
- Todo, Yasuyuki, et Koji Miyamoto (2006). Knowledge spillovers from foreign direct investment and the role of local R&D activities: evidence from Indonesia. *Economic Development and Cultural Change* (Chicago, Illinois), vol. 55, n° 1 (octobre), p. 173-200.
- Toman, Michael A., et Barbora Jemelkova (2003). Energy and economic development: an assessment of the state of knowledge. *The Energy Journal*, vol. 24, n° 4, p. 93-112.
- Tufts University, Fletcher School (2008). Scaling alternative energy: the role of emerging markets. Dialogue synthesis report. 11 April. A joint initiative sponsored by the Center for International Environment and Resource Policy (CIERP) and the Center for Emerging Market Enterprises (CEME) of the Fletcher School, Tufts University.
- UNITAID (2008). Rapport annuel de 2007. Genève, Organisation mondiale de la Santé.
- Unruh, Gregory C. (2000). Understanding carbon lock-in. *Energy Policy*, vol. 28, n° 12 (octobre), p. 817-830.
- Ürge-Vorsatz, Diana, et Bert Metz (2009). Energy efficiency: how far does it get us in controlling climate change? *Energy Efficiency*, vol. 2, n° 2 (mai), p. 87-94.
- Vattenfall AB (2007). Global mapping of greenhouse gas: abatement opportunities up to 2030. Consultable à l'adresse <http://www.vattenfall.com/www/ccclccc/577730downl/index.jsp>.

- Weitzman, Martin (2009). Additive damages, fat-tailed climate dynamics, and uncertain discounting. Cambridge, Massachusetts, Faculty of Economics, Harvard University. 27 avril. Projet de document.
- Winkler, Harald, dir. (2006). Energy Policies for Sustainable Development in South Africa: Options for the Future. Rondebosch, Afrique du Sud, Energy Research Centre, University of Cape Town.
- _____, et Andrew Marquand (2009). Changing development paths: from an energy-intensive to low-carbon economy in South Africa. *Climate and Development*, vol. 1 n° 1, p. 47-65.
- Wise, Timothy A., et Kevin P. Gallagher (2008). Putting development back into the WTO. Dans *Looking beyond Doha: new thinking on trade policy and development*. Bruxelles, PSE (Groupe socialiste au Parlement européen).
- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) (2009). *Welt im Wandel: Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung*. Berlin, WBGU. Également consultable à l'adresse http://www.wbgu.de/wbgu_download.html.
- Wright, T. P. (1936). Factors affecting the costs of airplanes. *Journal of the Aeronautical Sciences*, vol. 3 (février), p. 122-128.
- WWF (2008). Water for life: lessons for climate change adaptation from better management of rivers for people and nature. Consultable à l'adresse http://assets.panda.org/downloads/50_12_wwf_climate_change_v2_full_report.pdf.
- Yohe, Gary et Richard Moss (2000). Economic sustainability, indicators and climate change. Dans *Proceedings of the IPCC Expert Meeting on Development, Equity and Sustainability*, Colombo, Sri Lanka. Genève, Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat et Organisation météorologique mondiale.
- Zabel, G. (2000). *Population and energy*. Août 2000. Consultable à l'adresse <http://dieoff.org/page199.htm>.
- Zhang, Zhong Xiang (2007). China is moving away (from) the pattern of « develop first and then treat the pollution ». *Energy Policy*, vol. 35, n° 7 (juillet), p. 3547-3549.

