

## **ÉCONOMIES EN PLEIN ESSOR, ENVIRONNEMENTS EN DÉCLIN** **ET VOIES D'AVENIR**

Note documentaire de la Commission de coopération environnementale  
sur les tendances nouvelles et importantes dans le domaine de l'environnement en  
Amérique du Nord

Note du Secrétariat<sup>1</sup>

### **PREMIÈRE PARTIE** **INTRODUCTION**

De nos jours, on doit s'attendre à ce que plus de personnes, de biens et de produits, d'idées et d'images, de gènes et de microbes que jamais auparavant dans l'histoire de l'humanité circulent dans le monde. Il y a eu une croissance remarquable du commerce et de l'investissement, comme en témoignent les faits exposés ci-dessous.

- Le commerce mondial a augmenté de 17 fois entre 1950 et 1998, dépassant en valeur 5,4 billions de dollars américains en 1998.
- Plus de cinq milliards de tonnes de marchandises ont été expédiées à l'échelle internationale en 1998, soit six fois plus qu'en 1995.
- Entre 1989 et 1999, l'investissement étranger direct a doublé, passant à 981 milliards de dollars américains.
- Le nombre de sociétés transnationales dans le monde est passé de 7 000, en 1970 – période où quelques personnes commençaient à s'inquiéter de leur pouvoir – à environ 54 000, en 1998. Le total des ventes de biens et services réalisées par ces sociétés et leurs quelque 450 000 filiales représente le double de la valeur du commerce international; il se chiffrait à 9,5 billions de dollars américains en 1998. Le commerce inter-entreprises, qui n'est régi par aucun accord commercial international, représente maintenant 40 % ou plus de l'ensemble du commerce mondial.
- Vers la fin de 1999, le capital permanent de la bourse américaine s'élevait à plus de 12 billions de dollars américains, ce qui, fait sans précédent, représentait 140 % des extrants annuels de l'économie américaine.
- En 1998, le commerce électronique – que ce soit entre les entreprises ou entre les entreprises et les consommateurs – a entraîné des transactions d'une valeur totale de 127 milliards de dollars américains. On s'attend à ce que cette valeur atteigne 1,4 billion de dollars d'ici 2003.

Ces indicateurs (ainsi que d'autres) de croissance, de concentration et de performance en matière économique sont très révélateurs de l'ampleur manifeste de la mutation qui s'opère au sein de l'économie mondiale et de la vitesse à laquelle celle-ci se produit. Cependant, ils ne nous

---

<sup>1</sup> La présente note documentaire a été préparée par Jane Barr et Scott Vaughan de la Commission de coopération environnementale (CCE) en vue d'appuyer le travail sur les nouvelles tendances mené par cette dernière. Le document vise à favoriser, entre les parties intéressées, le Comité consultatif public mixte (CCPM), les comités consultatifs nationaux concernés et le public, les discussions sur l'état actuel de l'environnement nord-américain et sur l'avenir de ce dernier. Les opinions exprimées dans le présent document sont celles des auteurs et ne correspondent pas nécessairement aux points de vue du Secrétariat ou des pays membres. La présente note constitue le quatrième document d'information produit par le Secrétariat afin de soutenir le projet Tendances nouvelles et importantes dans le domaine de l'environnement en Amérique du Nord. On peut obtenir sans frais un exemplaire de ces documents en communiquant avec la CCE, à l'adresse suivante : [www.ccc.org](http://www.ccc.org).

éclairaient pas beaucoup sur une question, à savoir si des coûts sont entraînés par la mondialisation de l'économie. Le cas échéant, quels sont-ils? Comment se répartissent-ils? Quelles sont les conséquences?

Les dix dernières années ont vu naître un paradoxe : la mondialisation génère plus de richesse que jamais, alors que, dans le même temps, un nombre inégalé de gens continuent d'exprimer leur inquiétude relativement à son déroulement et à ses conséquences. Les manifestations qui ont eu lieu au Mexique, en 1996, à Seattle, en novembre 1999, et à Washington, en avril 2000, ont constitué la plus vive expression de cette préoccupation. Toutefois, on ne saurait affirmer que seuls quelques manifestants descendus dans la rue pour faire connaître leurs craintes témoignent de l'inquiétude qui règne par rapport au phénomène. En effet, dans son rapport d'octobre 1999, le Fonds monétaire international (FMI) s'interrogeait sur la vague de prospérité sans précédent survenant aux États-Unis, se demandant si elle annonçait un nouvel âge d'or marqué par une forte croissance et une faible inflation, ou si les tendances économiques récentes ne laissaient pas au contraire présager une situation dont l'instabilité et le caractère non viable seraient des caractéristiques inhérentes. Le FMI opte pour cette deuxième interprétation. Il recommande vivement et de façon répétée la prudence à l'égard des perspectives relatives à l'économie mondialisée<sup>1</sup>, et formule une mise en garde dans laquelle il souligne que le taux de croissance économique des États-Unis (qui n'est pas sans rapport avec la reprise économique mondiale) n'est pas « viable »<sup>2</sup>.

Si les architectes de la politique macro-économique s'inquiètent aujourd'hui de l'instabilité et du caractère non viable de la situation, il y a un certain temps déjà que les écologistes se disent alarmés par des tendances nettes indiquant une dégradation de l'environnement. Les résultats obtenus grâce à l'un des outils permettant d'évaluer notre performance sur le plan écologique – l'empreinte écologique – laissent croire que la quantité de ressources écologiques disponibles pour chaque habitant de la planète a diminué régulièrement au cours du siècle qui vient de s'écouler. Elle équivalait à cinq hectares de terre par personne en 1900; elle ne correspondait plus qu'à 1,8 hectare par personne en 1995. Bien que la superficie totale de terres productives soit réduite, l'empreinte écologique « moyenne » individuelle aux États-Unis et au Canada est passée à plus de huit hectares par personne. En revanche, l'empreinte écologique du Mexique est passablement moindre.

Même s'ils ne sont pas infaillibles, ces résultats indiquent trois choses. Tout d'abord, les écosystèmes terrestres comportent des limites biophysiques. Ensuite, la réserve de terres productives par habitant à l'échelle mondiale diminue à vue d'œil, en partie à cause de la croissance démographique. Enfin, les besoins moyens en matière écologique des citoyens des pays auxquels la mondialisation a permis de prospérer sont trois fois plus importants que les réserves moyennes par personne. Disons-le sans ambages : si tous les habitants du globe vivaient comme le fait le Canadien ou l'Américain moyen à l'heure actuelle, il faudrait *au moins trois planètes pour que ce mode de vie soit viable*.

Les tendances cernées indiquent clairement une détérioration de l'environnement, mais les indicateurs environnementaux ainsi que leur interprétation accusent toujours d'importantes lacunes. Certes, on ne cesse de noter, relativement à ces indicateurs, des améliorations considérables dans la conception, le niveau d'agrégation, la comparabilité et l'accès du public. Dans le même temps, il n'y a toujours pas d'indicateurs de la qualité globale de l'environnement pour les principaux milieux naturels. En d'autres termes, alors que les outils grâce auxquels nous évaluons les changements dans la qualité de l'air, de l'eau, du sol et de la biodiversité continuent de se perfectionner, nous ne disposons toujours pas d'indicateurs de la qualité globale de

l'environnement qui nous permettraient de répondre à la question : « Est-ce que la situation s'améliore ou s'aggrave? »

#### *INTERPRÉTATION DES INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX*

La façon dont les indicateurs environnementaux sont regroupés et interprétés fait l'objet d'un vaste débat et exerce une influence sur de nombreux travaux techniques. Leur interprétation peut varier grandement, nous rassurant parfois en nous laissant croire que nous sommes sur la bonne voie ou nous faisant lancer un cri d'alarme parce que nous concluons que la qualité de l'environnement se détériore.

Trois rapports récents sur l'environnement illustrent bien cette situation. Tout d'abord, dans un rapport publié en octobre 1999 par le John Heinz III Center for Science, Economics and the Environment et portant sur les écosystèmes du continent américain, on souligne d'entrée de jeu les lacunes des données environnementales relatives aux terres arables, aux forêts, aux zones côtières et aux océans. Par exemple, bien qu'on dispose de données environnementales fiables sur des sites précis ou des régions particulières en ce qui concerne ces écosystèmes cruciaux, les données nationales à leur sujet sont à tout le moins rares.

Malgré cette insuffisance des données, le rapport du centre Heinz, qui se distingue par sa rigueur scientifique et son caractère exhaustif, souligne que certains indicateurs de la qualité de l'environnement nous portent à croire que la situation est stable ou qu'elle s'améliore légèrement. Pourtant, d'autres rapports semblent indiquer que les pressions exercées sur l'environnement et la détérioration de ce dernier s'accroissent. Parmi les points saillants du rapport Heinz, on trouve les faits qui suivent.

- Au cours de 50 dernières années, la quantité totale de produits agricoles récoltés, de poisson débarqué et de bois d'œuvre coupé a doublé aux États-Unis.
- La productivité agricole a également connu une augmentation régulière durant la même période. En ce qui a trait aux forêts, le nombre d'arbres qui poussent dépasse celui des arbres coupés chaque année, la croissance par acre étant aujourd'hui plus élevée qu'en 1950.
- La proportion de terres arables à forte propension à l'érosion a chuté de 30 % à 24 % entre 1982 et 1992.
- Aux États-Unis, le quart des terres présentent une grande acidité du sol.
- La superficie irriguée a augmenté de 25 % depuis 1965, tandis que le total des approvisionnements en eau par acre a diminué dans la même proportion.
- Les cours d'eau et les eaux souterraines se trouvant près des zones agricoles présentent généralement des concentrations d'azote et de phosphore plus importantes que celles décelées dans les régions boisées.
- Bien que des données nationales détaillées sur le sujet soient nécessaires, on estime que des espèces envahissantes (ou non indigènes) sont présentes sur le quart des zones boisées étudiées en Californie, et sur 20 % de celles de la région centrale du littoral atlantique.
- Des études de cas nous laissent croire que la fréquence de la prolifération des algues s'est accrue, ce qui soulève de vives inquiétudes par rapport aux lésions, au cancer et aux autres maladies qui peuvent toucher les poissons<sup>3</sup>.

Dans un deuxième rapport, soit le rapport Ressources mondiales de 2000-2001, intitulé « *People and Ecosystems: The Fraying Web of Life* », on arrive à des conclusions beaucoup plus catégoriques et alarmantes. Parmi les faits saillants de ce rapport produit conjointement par

l'Institut des ressources mondiales (WRI), le PNUE, le PNUD et la Banque mondiale, on trouve les phénomènes décrits ci-dessous.

- La moitié de toutes les terres humides de la planète ont disparu au cours du siècle dernier.
- Presque une essence d'arbre sur dix au monde est menacée d'extinction, et la déforestation des forêts tropicales pourrait toucher plus de 130 000 kilomètres carrés par année.
- L'importance des flottes de pêche dépasse de 40 % la limite viable pour les océans.
- Près de 70 % des principaux stocks de poissons du monde sont surexploités ou font l'objet d'une exploitation qui atteint la limite biologique viable.
- La dégradation du sol a touché les deux tiers des terres agricoles mondiales au cours des 50 dernières années.
- Quelque 30 % des forêts vierges de la planète ont été transformées en terres agricoles.
- Les barrages et autres ouvrages de dérivation morcellent presque 60 % des plus importantes rivières au monde.
- Parmi les espèces d'eau douce, 20 % ont disparu, ou sont menacées d'extinction ou en voie de disparition<sup>4</sup>.

Le troisième rapport en question est un document publié par la Banque mondiale en 1999 et intitulé « *Greening Industry: New Roles for Communities, Markets and Governments* ». S'il ne s'agit pas d'un rapport sur l'état de l'environnement, le document souligne néanmoins l'émergence de nouvelles pratiques hybrides et souples en matière de gestion de l'environnement, notamment le recours à des mécanismes d'incitation d'intérêt public, à un classement environnemental et à des systèmes de divulgation (par exemple la série de rapports annuels *À l'heure des comptes*, de la CCE), ainsi qu'à l'éducation, aux technologies de l'information et à une participation de l'industrie dans l'adaptation des mécanismes de gestion environnementale. Le rapport conclut que les taux de développement industriel peuvent augmenter alors que la pollution diminue, et on affirme avoir bon espoir de voir s'instaurer un développement industriel durable dans les pays en développement.

Ces trois rapports – dont le premier présente les différentes tendances américaines, le deuxième, une compilation des indicateurs inquiétants à l'échelle planétaire, et le troisième, des initiatives prometteuses en cours dans les pays en développement – reflètent diverses interprétations des tendances environnementales. Ils font également une description intéressante d'un outil bien connu utilisé pour l'analyse économique et les prévisions environnementales : l'établissement de divers scénarios qui dépeignent ce que seraient le maintien du statu quo, ainsi que la pire et la meilleure éventualité. Les scénarios employés par le premier groupe de travail du GIEC (Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat) constituent un exemple reconnu de cette approche en trois volets.

Les trois rapports tombent d'accord sur un point : la protection de l'environnement ne se fait pas automatiquement – peu importe ce que l'on pense du rôle de l'expansion économique, de la libéralisation et de l'intégration. Elle nécessite des changements et des innovations. De toute évidence, la mesure dans laquelle on considère qu'un changement d'orientation s'avère nécessaire reflète la façon dont on interprète les indicateurs environnementaux. Les interprétations les plus alarmistes, par exemple, aboutissent à un appel à des changements radicaux; celles selon lesquelles il y a peu ou pas de problèmes prônent, comme on peut s'y attendre, peu, voire pas de changements.

Outre la mesure dans laquelle on estime nécessaire un changement d'orientation, l'ampleur de ce changement constitue également un facteur important. En d'autres termes, l'importance du

changement qu'on propose en matière d'environnement dépend en grande partie de celle qu'on accorde à l'incidence des facteurs économiques sous-jacents liés à la détérioration de l'environnement. Les lacunes du marché et de l'établissement des prix sont maintenant généralement reconnues comme étant le principal de ces facteurs, mais la plupart des politiques économiques ne tiennent toujours pas compte des facteurs environnementaux, et la prise en considération de ceux-ci se heurtent à une résistance.

Cette résistance n'a rien de nouveau. Lorsque Rachel Carlson a mis en lumière, dans son livre *Silent Spring*, les effets du DDT sur les oiseaux, la riposte de l'industrie des produits chimiques – Monsanto, American Cyanamid et Velsicol en tête, avec l'appui du ministère américain de l'Agriculture – a consisté à mettre en doute ses méthodes, ses données et sa crédibilité. On a menacé d'intenter des poursuites et payé des « scientifiques qualifiés » figurant sur la liste de paie de membres de l'industrie pour qu'ils décèlent des erreurs dans l'ouvrage et tournent au ridicule les conclusions de ce dernier. En fait, en brochant un portrait peu flatteur de M<sup>me</sup> Carlson, la qualifiant de « femme hystérique », en 1962, l'industrie des produits chimiques a contribué à faire du livre un succès de librairie à l'échelle internationale, tout en favorisant la mise en œuvre d'un programme d'action en matière environnementale.

Depuis 1962, les réactions de l'industrie aux données et conclusions relatives à l'environnement ont, dans la plupart des cas, beaucoup évolué. En même temps, la majorité des politiques macro-économiques dénotent, au mieux, une résistance à l'égard des considérations environnementales. Cette situation témoigne de l'opinion de la majorité des économistes, à savoir que des marchés prospères permettent une meilleure croissance économique et que cette croissance sert à son tour le bien-être collectif en général, notamment sur le plan de la protection de l'environnement. Ce raisonnement constitue d'ailleurs le fondement du deuxième chapitre d'Action 21.

Cependant, à la lumière de l'origine des slogans sur le commerce et l'environnement (qu'il s'agisse de la « reconnaissance mutuelle » mise de l'avant par la CNUED – principe qui, dans la pratique, signifie qu'on assure le libéralisme commercial et l'ouverture des marchés afin de promouvoir la protection de l'environnement et qu'on prend des mesures pour éviter toute politique ayant un effet de distorsion sur les échanges ou imposant des restrictions à ceux-ci – ou des slogans qui ont marqué les manifestations de Seattle, notamment « The WTO: Fix It or Nix It » [« L'OMC : il faut l'améliorer ou s'en débarrasser »]), il semble juste d'affirmer que le public n'est toujours pas convaincu qu'il n'existe aucun lien entre le taux de croissance économique inégalé et la détérioration sans précédent de l'environnement à laquelle on assiste.

Dans le débat qui oppose commerce et environnement, le rapport entre une croissance économique amenée par le commerce, d'une part, et, d'autre part, la qualité de l'environnement, oriente bon nombre de travaux. L'analyse de l'OCDE met l'accent sur des facteurs définis en fonction de cinq aspects dynamiques interreliés, soit les effets d'échelle, les effets structurels (ou effets sur la composition), les effets de la technologie, les effets liés aux produits et les effets de la réglementation.

Le lien entre ces cinq facteurs est, nous l'avons mentionné, dynamique et complexe. Toutefois, si l'on envisage la question sous l'angle de la qualité de l'environnement, la question est de savoir si les effets d'échelle découlant d'une croissance économique plus marquée (qui signifie notamment une plus grande production et une consommation de biens et de services plus importante) sont compensés par des facteurs influents tels que les progrès technologiques. On peut voir la chose comme une sorte de concurrence entre les effets d'échelle, qui entraînent une plus grande consommation de ressources écologiques et une production de déchets environnementaux plus

importante, et les facteurs atténuants, comme les effets de la technologie, qui réduisent l'incidence d'une activité accrue sur l'environnement.

La documentation relative à l'économie signale clairement qu'il existe une asymétrie entre les effets d'échelle et les facteurs atténuants tels que la technologie. De nombreux éléments indiquent qu'il faut dissocier les taux de croissance des dommages à l'environnement. Cette dissociation atténuée considérablement la possibilité d'un lien de causalité entre la croissance et la qualité de l'environnement.

Cependant, la vraie question est celle de savoir si ce lien est inexistant. Le débat actuel au sujet de la courbe de Kuznets nous incite à penser que, dans le cas de certains indicateurs environnementaux - le  $\text{SO}_2$  et le  $\text{NO}_x$ , par exemple – nous pouvons écarter en effet tout rapport de cause à effet. Cependant, les indicateurs pour lesquels un tel lien peut toujours être établi, notamment le  $\text{CO}_2$  et les indicateurs de biodiversité, sont tout aussi nombreux, et il n'y a pas lieu d'effectuer la dissociation précédemment mentionnée en ce qui les concerne (pas dans la pratique, à tout le moins). Par conséquent, la dégradation de l'environnement reste liée à la croissance économique.

Des études récentes semblent indiquer qu'il faut faire la distinction entre les améliorations *relatives* apportées à la protection de l'environnement sur le plan de l'efficacité – qui se manifestent par une réduction du niveau de pollution par unité d'extrait du PIB, soit l'éco-efficacité – et les changements *absolus* survenus dans la qualité de l'environnement. Certains rapports comme celui de la Banque mondiale, précédemment mentionné, présentent des études de cas utiles portant sur les façons de faire beaucoup plus en endommageant beaucoup moins l'environnement. Toutefois, si ces rapports nous éclairent énormément sur les progrès relatifs réalisés en matière de gestion de l'environnement – une meilleure efficacité par rapport aux coûts et un renouvellement des politiques – l'important reste le taux absolu de changement dans la qualité de l'environnement.

Comme nous l'avons déjà mentionné, il existe diverses façons d'aborder les changements absolus. Les trois pays membres de la CCE ont vu à ce qu'on tienne compte, dans la présente analyse axée sur l'avenir, des facteurs absolus qui influent sur l'environnement, et ce, en choisissant deux méthodes qui permettent d'examiner, dans des perspectives différentes, les phénomènes physiques qui ont une incidence sur l'environnement. Ces deux approches (celle de l'empreinte écologique et celle de l'analyse des flux de matériaux) permettent essentiellement de déterminer les *limites biophysiques* qui se posent à l'activité économique actuelle. Bien qu'ils ne servent pas d'outils de prévision ou d'outils prospectifs, les taux relatifs aux flux de ressources et à leurs incidences peuvent s'avérer très utiles lorsqu'on veut avoir une idée de ce que sera l'état de l'environnement en 2020.

Les concepts de l'empreinte écologique et de l'analyse des flux de matériaux sont décrits dans la quatrième partie du présent document.

#### *TAUX ACCEPTABLES EN MATIÈRE DE CHANGEMENTS ENVIRONNEMENTAUX : QUI ÉVALUE, QUI DÉCIDE?*

Un dernier aspect important du débat sur la politique environnementale et la mondialisation a trait à la conduite des affaires publiques. Les questions soulevées par la cohérence des institutions, la conception des politiques globales et la transparence attirent maintenant autant l'attention que celles qui visent les effets profonds de la mondialisation en tant que telle. Les gens continuent de se demander comment les décisions qui concernent l'avenir se prennent, qui les prendra et qui

décide si les facteurs économiques sous-jacents sont importants ou non eu égard à l'intégrité de l'environnement et à sa pérennité. Ils veulent aussi savoir si ceux qui prennent les décisions économiques ignorent quels sont les niveaux actuels de dégradation de l'environnement ou y sont indifférents. Ils se demandent également si les décisions qui doivent être prises en vue des 20 prochaines années miseront sur l'engagement et le talent créateur d'un public qui s'inquiète ou si elles se prendront sans aucune transparence.

Il n'y a pas que des manifestants sans lien avec les institutions qui soulèvent des questions au sujet de la démocratie et de la conduite des affaires publiques. Des gens qui font partie d'institutions se posent ces mêmes questions. Par exemple, en avril 2000, l'ancien économiste en chef de la Banque mondiale, Joseph Steiglitz, écrivait : (traduction libre) « En théorie, le Fonds soutient les institutions démocratiques des nations qu'il aide. Cependant, dans la pratique, il sape le processus démocratique en imposant ses politiques. » Steiglitz résumait bien le prix qu'il y a à payer lorsque la gestion des affaires publiques devient une affaire privée, à savoir que :

(Traduction libre) « Les gens intelligents sont plus susceptibles de faire des choses stupides lorsqu'ils se replient sur eux-mêmes et refusent les critiques et les conseils de l'extérieur. »<sup>5</sup>

En tant qu'organisme fondé sur les principes d'ouverture et de participation du public dans tous les dossiers, la CCE mène des travaux sur l'avenir de l'environnement en respectant son engagement à l'égard d'une contribution du public, qui se fait par le truchement du Comité consultatif public mixte, des comités consultatifs nationaux concernés ainsi que du public en général. Dans le cadre du projet, on reconnaît que le processus de réflexion portant sur l'avenir de notre environnement est aussi important que les prévisions pouvant être présentées. Le projet s'inspire de l'adage selon lequel mieux vaut prévenir que guérir; il vaut donc mieux prévoir et prévenir les problèmes environnementaux que d'y réagir et de tenter de les résoudre une fois qu'ils se sont manifestés. Par exemple, au cours d'une récente réunion du comité consultatif national du Mexique, on a déterminé que les tendances devant être prises en considération par la CCE étaient les suivantes :

- modification de l'utilisation du sol et de la gestion des sols;
- adoption d'une réglementation sur l'utilisation des terres en tant qu'outil de développement durable;
- élaboration d'une vision globale en matière de gestion des eaux;
- intégration d'un code d'éthique environnementale dans les programmes d'éducation.

Toujours dans le cadre du projet, on s'est engagé à tabler sur la quantité considérable de travaux de qualité déjà en cours qui portent sur une politique environnementale axée sur l'avenir. Comme on le soulignait dans le rapport de la CCE de 1999 sur les nouvelles tendances<sup>6</sup>, un grand nombre de travaux sérieux sur les prévisions environnementales, l'analyse des tendances et l'élaboration de scénarios d'avenir ainsi que des travaux connexes sont menés. Ce rapport décrit les différences fondamentales d'approche entre l'établissement de prévisions – à partir des connaissances actuelles – et les travaux axés sur l'avenir. Ces derniers tendent à considérer davantage des facteurs que nous pouvons connaître ou non aujourd'hui, mais qui n'en sont pas moins susceptibles de façonner notre avenir.

Parmi les exemples de travaux axés sur l'avenir dans le domaine de l'environnement, mentionnons les analyses réalisées dans le cadre du projet du millénaire de l'Institut mondial pour le développement des recherches économiques de l'Université des Nations Unies, ainsi que celles

de l'institut de l'environnement de Stockholm, de l'OCDE, du forum du G8 sur l'avenir de l'environnement, de l'Institut des ressources mondiales, du Conseil des entreprises pour un développement durable et du projet *Perspectives mondiales en matière d'environnement* du PNUE. On trouve aussi comme exemples des initiatives publiques de recherche telles que celles du Environmental Policy Institute de l'armée américaine, les simulations réalisées dans le domaine de l'écologie industrielle par la Environmental Protection Agency (EPA – agence de protection de l'environnement), aux États-Unis, de même que les initiatives du Science and Technology Council de l'Australie, de l'institut national japonais des politiques en matière de sciences et de technologie, de l'institut allemand Fraunhofer de recherche sur les systèmes et l'innovation, ainsi que du bureau central de planification des Pays-Bas. Il faut bien sûr mentionner également le programme RoyalDutch/Shell, qui a contribué à l'avènement des analyses axées sur l'avenir.

Il existe plusieurs douzaines de méthodes servant à prévoir l'état futur de l'environnement. Le Battelle Seattle Research Center (janvier 1997) classe ces méthodes en six catégories. Les deux premières, soit celles des méthodes fondées sur l'opinion des experts et des approches reposant sur l'élaboration de scénarios, accordent une grande place à la participation du public dans l'établissement de prévisions. Les deux catégories suivantes, à savoir celles des méthodes de modélisation et d'analyse morphologique, attribuent davantage d'importance aux modèles informatiques et aux autres instruments analytiques techniques. Enfin, les deux dernières catégories, c'est-à-dire celle des méthodes axées sur l'analyse et la surveillance environnementales ainsi que celle des approches faisant appel à l'extrapolation à partir des tendances, mettent l'accent sur le fait que, en ce qui concerne les conditions environnementales, le présent est en grande partie garant de l'avenir.

Il convient de souligner que ces catégories ne sont pas incompatibles. En effet, les approches fondées sur l'opinion des experts et l'établissement de scénarios peuvent préparer le terrain pour l'utilisation de la modélisation et le recours à d'autres outils analytiques. Cependant, si ces outils conjugués aux modèles ne peuvent nous renseigner sur notre avenir, ils restent indispensables pour assurer la cohérence interne des données qui portent sur les scénarios et en découlent. Dans la troisième partie du présent document, on fait appel à la méthode de l'analyse et on rassemble de l'information provenant de sources reconnues (telles que l'Institut des ressources mondiales ou le PNUE) et traitant des principaux indicateurs environnementaux déjà observés et des tendances éventuelles établies d'après les conditions actuelles.

On peut soit s'efforcer d'améliorer les diverses approches, soit avoir recours aux modèles imparfaits qui existent pour amorcer une réflexion sur les conditions environnementales *probables* de l'avenir.

Toutefois, il n'est pas avisé de faire les deux – améliorer les approches et prévoir les conditions futures. La présente note ne s'attache donc pas à décrire les méthodes et les outils. Elle a plutôt comme point de départ les instructions que les pays membres ont données au Secrétariat relativement au projet en décembre 1999, à savoir :

1. établir des prévisions relatives à l'état probable de l'environnement nord-américain en 2020;
2. utiliser l'analyse de scénarios d'avenir. À cet égard, les pays membres ont suggéré le recours à un scénario normatif basé sur les perspectives environnementales privilégiées;
3. tenir compte des principaux indicateurs environnementaux dans les analyses;

4. prendre en considération, dans les analyses toujours, les éléments moteurs sous-jacents des changements environnementaux, en particulier les facteurs économiques qui peuvent influencer sur les conditions environnementales;
5. se fonder sur le fait que, parmi les méthodes susceptibles d'être utiles pour l'établissement de prévisions relatives aux conditions environnementales futures, deux présentent un intérêt particulier pour les trois parties intéressées : celle de l'empreinte écologique et celle de l'analyse des flux de matériaux, qui sont décrites dans la quatrième partie du présent document.

Pour terminer, on ne saurait trop insister sur le fait que toute prédiction catégorique sur ce que sera l'avenir de l'environnement est une imposture, car on ne peut tout simplement pas prédire l'avenir. Lorsqu'on applique les méthodes de prévision à une période de plus de six mois, soit une période d'un an, puis une période de 20 ans, comme nous le faisons dans le cadre du présent document, le degré d'incertitude augmente considérablement. Même avec le recul, il reste extrêmement difficile de comprendre les tenants et aboutissants d'événements qui ont eu lieu il y a 20 ans. Reportons-nous par exemple en 1980.

- Louise Brown, le premier bébé éprouvette, avait à peine deux ans.
- L'interdiction américaine visant les CFC datait également de deux ans, les inquiétudes concernant leurs répercussions éventuelles sur la couche d'ozone ayant été exprimées pour la première fois.
- La théorie voulant que la grande période glaciaire survenue il y a 65 millions d'années ait été causée par un astéroïde était publiée par Luis et Walter Alvarez. Dix ans plus tard, des preuves de la catastrophe allaient être découvertes au Mexique.
- L'Organisation mondiale de la santé déclarait éradiquée la variole.
- Un an plus tard, les premiers signes de l'épidémie de sida étaient décelés.
- L'invention du réseau World Wide Web et du protocole Internet par Tim Bernes-Lee datait déjà d'une décennie. Cinq ans après leur mise sur pied, le nombre d'utilisateurs était passé de 600 000 à 40 millions. On prévoyait que le nombre total d'utilisateurs dépasserait les 700 millions en janvier 2000.

Étant donné les incertitudes qui persistent lorsqu'on tente de comprendre les événements actuels, il est peu probable qu'une réflexion sur ce que sera l'état de l'environnement entre 2010 et 2020 produise des résultats définitifs. Toutefois, le seul fait de réfléchir à l'avenir peut nous aider à définir le contexte qui préside aux enjeux environnementaux de l'heure.

## **DEUXIÈME PARTIE** **ÉLÉMENTS MOTEURS DU CHANGEMENT**

De nombreuses variables contribuent à façonner l'avenir de notre environnement. Outre les défis les plus connus (posés par exemple par les changements au sein des secteurs de l'industrie et de la production de même que dans leurs rapports, ou par la transformation du lien entre la demande des consommateurs pour certains aliments et produits durables, d'une part, et, d'autre part, la croissance du revenu par habitant), les facteurs qui influenceront sur l'état futur de l'environnement comprennent également la vitesse à laquelle les nouvelles technologies remplaceront les anciennes, les liens que la science établit, relativement à divers polluants, entre les sources, les effets à long terme et les risques, ainsi que le fait que le public veut un environnement propre pour ses enfants.

En plus des choix technologiques, d'autres facteurs influent sur notre avenir. À l'échelle mondiale, on peut nommer la croissance démographique. Si l'on considère le continent nord-américain, il y a lieu de mentionner la concentration sans cesse croissante des populations dans les zones urbaines. Par exemple, en Amérique du Nord, la population est de plus en plus concentrée en milieu urbain, que ce soit dans les petites villes, les villes moyennes ou les grandes villes. Plus de 70 % des habitants vivent dans une région urbaine regroupant plus de 2 500 personnes, tandis que 30 % d'entre eux sont établis dans une agglomération comptant plus de 100 000 personnes, ou davantage<sup>7</sup>. Au Canada et aux États-Unis, l'urbanisation comporte maintenant des mouvements de population des zones urbaines centrales vers les banlieues ou les villes de petite taille ou de taille moyenne<sup>8</sup>. Au Mexique, en revanche, on assiste toujours à une croissance importante des grandes régions urbaines, la ville de Mexico continuant par exemple de s'étendre<sup>9</sup>.

Lorsqu'on aborde la question de l'urbanisation, au moins cinq facteurs environnementaux viennent à l'esprit. Premièrement, on estime que, entre 1982 et 1992, 17 000 km<sup>2</sup> de terres agricoles de première qualité ou de qualité exceptionnelle ont été absorbés par le développement urbain aux États-Unis, surtout dans les régions arides. Deuxièmement, l'expansion tentaculaire des zones urbaines entraîne une dépendance encore plus grande à l'égard de l'automobile, en particulier dans les agglomérations satellites mal desservies par les transports en commun, ce qui accroît les risques d'augmentation des émissions de véhicules<sup>10</sup>. Troisièmement, à mesure que le secteur central des villes s'étend vers l'extérieur, bon nombre d'industries qui y étaient établies ferment, et des friches industrielles ou des sites contaminés abandonnés jalonnent des quartiers centraux autrefois dynamiques. Quatrièmement, la migration des populations rurales vers les grands centres urbains peut créer des perturbations sociales ou aboutir à la perte du caractère culturel distinct des petites collectivités. Enfin, cinquièmement, l'urbanisation entre souvent directement en concurrence avec l'agriculture pour ce qui est de la terre et, de plus en plus, de l'eau douce (voir la quatrième partie).

S'il faut pondérer l'importance de ces facteurs environnementaux, ainsi que d'autres aspects, lorsqu'on étudie une question donnée telle que l'urbanisation et l'environnement, on doit se demander alors combien d'enjeux directs et indirects doivent être examinés quand on se penche sur les politiques macro-économiques qui ont des effets sur l'ensemble de l'économie ou sur des secteurs précis. Qui plus est, étant donné la complexité du sujet, vaut-il seulement la peine d'aborder ces questions?

La réponse est affirmative. Si le débat qui oppose commerce et environnement nous a appris quelque chose, c'est que les politiques macro-économiques revêtent une importance, tant en ce qui concerne la qualité de l'environnement que la politique environnementale, importance en grande partie attribuable aux effets profonds de la réforme des politiques macro-économiques sur les prix relatifs, conjugués aux répercussions des politiques connexes – déréglementation, privatisation et libéralisation, notamment – sur la gestion de l'environnement. Dans sa *Version finale du cadre d'analyse des répercussions environnementales de l'ALÉNA*, la CCE a déterminé que ces facteurs, entre autres, devaient être pris en compte. Publiée vers le milieu de 1999, cette version présente l'une de méthodes les plus exhaustives parmi celles proposées pour évaluer l'incidence du commerce sur l'environnement. En octobre 2000, aura lieu un symposium de la CCE sur l'évaluation des effets environnementaux du commerce à l'occasion duquel on appliquera ce cadre d'analyse. Les questions à l'ordre du jour comportent quatorze secteurs de recherche – le commerce des services, la circulation transfrontalière des déchets dangereux, les changements dans les indicateurs du niveau de pollution, de même que les conséquences du commerce sur les ressources halieutiques, les forêts et l'eau douce, notamment. Les résultats de

cette analyse rétrospective pourraient s'avérer fort utiles à l'établissement de prévisions relatives aux conditions environnementales futures.

Comme il a été mentionné précédemment, l'une des principales choses que l'économie environnementale nous apprend, c'est que la détérioration de l'environnement est généralement liée à un échec du marché ou de la fixation des prix. Cependant, si nous remédions à ces échecs – et c'est justement là l'objectif des programmes d'ajustement structurel et des politiques de libéralisation des échanges – pourrions-nous mieux protéger l'environnement?

Les travaux du FMI, du PNUE, de la Banque mondiale, de David Reed (du Fonds mondial pour la nature – États-Unis) ainsi que d'autres personnes ou organismes ont permis de dégager les liens complexes qui existent entre les politiques macro-économiques et les effets environnementaux. Il serait trop complexe de résumer ici ces liens, mais les quatre points qui suivent, mentionnés dans les travaux du FMI, doivent être soulignés.

- *L'instabilité* macro-économique tend à accroître la détérioration de l'environnement. Par exemple, on peut établir un lien entre les périodes où les taux d'escompte et les rendements à court terme sont élevés (périodes associées à des conditions économiques instables) et un taux excessivement élevé d'épuisement des ressources naturelles. Par conséquent, on considère généralement que la stabilité macro-économique est préférable pour la protection de l'environnement.
- La réforme des politiques macro-économiques accentue les échecs enregistrés, que ce soit sur le plan du marché, de l'établissement des prix ou des institutions, ce qui a pour effet d'accroître les coûts environnementaux. Il en va de même pour la libéralisation du commerce. En effet, à tout le moins durant les phases transitoires, une telle réforme peut renforcer les tendances existantes au chapitre de l'avantage comparé et de la spécialisation.
- De saines politiques macro-économiques ne garantissent pas la qualité de l'environnement. Bien que les marchés soumis à un régime commercial libéralisé affichent des taux de croissance plus élevés que ceux des marchés fermés, on ne peut pas automatiquement établir un lien entre la libéralisation de l'économie et l'état de l'environnement. En d'autres termes, si la correction de la distorsion commerciale liée à l'établissement des prix constitue une condition préalable à l'efficacité des politiques environnementales, étant donné que les pratiques entraînant une distorsion (comme les subventions) l'emportent souvent sur les progrès en matière d'environnement, le fait d'en corriger les effets ne parvient pas en soi à garantir la qualité de l'environnement. Il apparaît donc que des politiques environnementales musclées sont nécessaires pour compenser les coûts environnementaux associés aux réformes des politiques macro-économiques. Toutefois, cette question reste en grande partie tautologique, la vraie question étant de savoir si les coûts environnementaux augmentent durant les périodes de réforme des politiques.
- L'autre question consiste à déterminer si la réforme des politiques macro-économiques, y compris les politiques commerciales, rend plus difficile ou plus facile la conception des politiques environnementales. Par exemple, la plupart des politiques macro-économiques englobent des trains de mesures de déréglementation, de discipline financière (notamment des réductions visant les ministères responsables de domaines non générateurs de recettes, tel que l'environnement) ainsi que de restriction. Étant donné que la réforme des politiques commerciales privilégie nettement les instruments reposant sur les mécanismes du marché, par opposition aux mesures de contrôle du marché, les écologistes sont quelque peu perplexes lorsqu'ils constatent que l'OMC examine soigneusement l'étiquetage et les taxes écologiques afin de déterminer leur éventuel effet de distorsion sur le commerce.

Compte tenu de ces aspects et d'autres facteurs, de nombreux travaux doivent encore être menés afin de définir les relations entre les réformes des politiques macro-économiques et les répercussions environnementales. Il faut entre autres se pencher sur les leçons tirées, tant à l'échelle nationale que sur le plan sectoriel, lorsqu'on évalue les répercussions des politiques d'ajustement structurel sur l'environnement. Cette nécessité s'inscrit dans le défi plus vaste décrit ci-dessus, qui consiste à déterminer le lien entre la croissance économique et la qualité de l'environnement. Un point de départ s'impose pour cela : on doit examiner les taux de croissance prévus, exprimés par les changements dans le PIB, et tenter de déterminer les causes de cette croissance, notamment les choix relatifs aux politiques économiques. Si le premier effort est facile à fournir, le deuxième l'est moins.

Le FMI est en mesure de prévoir les taux de croissance économique à court terme. Par exemple, en octobre 1999, il a prévu pour l'année 2000 un taux de croissance réelle de 2,6 % pour le PIB du Canada et des États-Unis, respectivement, et de 4 % pour le Mexique. Toutefois, le FMI hésite à fournir des prévisions qui visent une période supérieure à un an, étant donné les variables qui entrent en jeu. Le FMI fait appel à l'analyse des tendances pour évaluer les résultats éventuels en se fondant seulement sur les données recueillies en ce qui concerne les résultats. (Les prévisions sont basées sur la prémisse suivant laquelle la croissance des résultats potentiels est constante ou varie de façon systématique au fil du temps, mais elles ne permettent pas de distinguer les tendances des cycles, car les estimations sont fortement influencées par une extrapolation faite à partir des dernières observations.)<sup>11</sup>

#### *TAUX DE CROISSANCE ÉLEVÉS ET FORTE INSTABILITÉ*

S'il est difficile d'établir des prévisions économiques lorsque les conditions sont relativement « normales », toute tentative pour prévoir l'état futur de l'économie dans des conditions exceptionnelles n'en est que plus délicate.

La question centrale qui préoccupe les experts en politique macro-économique est celle de savoir pourquoi les États-Unis connaissent un tel essor économique. Ils se demandent s'il s'agit d'une anomalie ou si l'on assiste à l'avènement d'un nouvel ordre économique. Depuis 1990-1991, l'économie américaine a connu une croissance annuelle de 3 %; c'est la plus longue période de croissance depuis le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, époque où l'on a commencé à recueillir des données économiques. Divers facteurs expliquent en partie la vague de prospérité américaine : faible taux d'inflation, hausse de la productivité (notamment un meilleur rapport main-d'œuvre/production), rôle de soutien joué par les nouvelles technologies de l'information et augmentation des liquidités et des prix des biens.

(Parmi les questions toujours à l'étude, on trouve l'écart croissant entre le Canada et les États-Unis sur le plan de la productivité du secteur manufacturier, des études indiquant une baisse aussi importante que 20 % dans la productivité canadienne, comparativement à celle des Américains, entre 1987 et 1997. Si elles présentent un intérêt en soi, les études qui se penchent sur les causes de cet écart sont souvent centrées sur les facteurs qui ont une pertinence par rapport à la performance environnementale, notamment le capital national, le rapport investissements-production, le capital humain - y compris en éducation - ainsi que d'autres facteurs qui influent sur cette performance<sup>12</sup>.)

Cependant, on ignore toujours si la conjugaison d'une forte croissance économique et d'une faible inflation forment la base d'un nouvel ordre économique qui caractérisera l'économie de l'avenir ou si cette vague de prospérité constitue une aberration, auquel cas l'économie

américaine et, partant, l'économie mondiale ont un caractère non viable inhérent. Le FMI avance cette dernière hypothèse, soulignant qu'il règne une profonde instabilité qui se répand dans toute l'économie mondiale, malgré les progrès réalisés relativement à des aspects stratégiques fondamentaux tels que le contrôle de l'inflation et l'amélioration des mesures de discipline financière visant les déséquilibres budgétaires, entre autres. On présume que des mesures comme la libéralisation des échanges, la déréglementation, la privatisation des sociétés d'État, un effort pour réduire les risques moraux associés à l'aide financière accordée aux investisseurs privés par le secteur public, ainsi que la diffusion d'une meilleure information sur les fluctuations dans les prix à l'échelle internationale seraient autant de facteurs qui contribueraient à la stabilisation des prix actuels et futurs. L'une des observations les plus intéressantes faites par le FMI est que, si les mesures de discipline d'ordre macro-économique semblent bien implantées, il paraît en aller de même pour les risques d'excédents sur les marchés de biens et dans le secteur privé. Le FMI soutient que, même si les divers pays du globe ont maté l'inflation et assaini leurs finances publiques dans les années 1990, le défi posé par la stabilisation au moyen des politiques macro-économiques n'en est pas devenu plus facile, mais plus difficile à relever. Parmi les observations peu réjouissantes présentées par le FMI dans la perspective qu'il brosse, on trouve le constat suivant :

(Traduction libre) « Conjugués, les faits nouveaux survenus au sein de l'économie mondiale dans les années 1990 et les hypothèses auxquelles ils donnent lieu n'ont rien de particulièrement rassurant. »<sup>13</sup>

Il s'agit d'une constatation pertinente lorsqu'on se penche sur l'avenir de l'environnement. Toute prévision doit se fonder, jusqu'à un certain point, sur les conditions économiques prévues pour l'avenir. Toutefois, le commentaire figurant ci-dessus met en lumière le fait que la nouvelle économie est intrinsèquement instable, ce qui rend donc difficile de prévoir quoi que ce soit à son égard. Les événements qui se sont produits en avril 2000 illustrent bien cette instabilité. En une semaine, au milieu d'avril, on a enregistré des pertes approximatives de 2,1 billions de dollars américains sur les marchés boursiers, les plus importantes de l'histoire boursière, ce qui équivaut au quart du PIB des États-Unis. Il s'agit de pertes plus importantes que celles de 1929 ou de 1987. Pourtant, un grand nombre d'analystes financiers les considèrent comme des fluctuations du marché.

La détermination de la tangente générale des fluctuations du marché est à l'évidence un travail quotidien pour les analystes, les prévisionnistes et les gestionnaires de risques. La gestion des risques financiers, grâce à laquelle on a perfectionné un grand nombre d'outils permettant de faire des prévisions et des hypothèses dans le domaine économique, a vu le jour il y a quelque 300 ans, à une époque où de nouveaux marchés pour l'assurance maritime naissaient de l'expansion rapide du commerce international.

La gestion des risques se complexifie sans cesse lorsqu'on l'applique à des concepts comme celui de l'utilité et de la valeur, ainsi qu'à la théorie de la régression vers la moyenne. Cette dernière, élaborée il y a un siècle par Francis Galton, pose en principe que, au fil des ans, tout revient à la normale, et la régression vers la moyenne qu'on observe se fonde sur des statistiques relatives à différents facteurs fondamentaux tels que les tendances météorologiques, le comportement des marchés boursiers et les cycles économiques.

Bien que ces outils, ainsi que d'autres – notamment l'établissement de preuves mathématiques de la diversification des investissements – forment les fondements de la gestion des risques financiers, on croit de plus en plus que les modèles mathématiques et statistiques ont leurs limites lorsqu'il s'agit de prévoir et de prévenir les risques futurs. L'histoire d'un groupe d'investisseurs

de fonds de couverture de Wall Street, le Long Term Capital (LTC), offre un bon exemple de cela. Avant août 1998, ce groupe était reconnu pour se fier moins à l'instinct des négociants qu'à l'avis de deux économistes, gagnants du prix Nobel, qui comptaient parmi les meilleurs et les plus brillants mathématiciens de l'heure et avaient conçu des modèles relatifs aux risques financiers des plus élaborés. Le LTC différait des autres groupes du même genre en ce sens qu'il prévoyait le rendement futur du marché en se fondant sur des hypothèses relatives aux résultats objectifs du marché qui reposaient sur de solides fondements mathématiques. Après août 1998, le LTC a vu sa réputation se ternir après avoir perdu près de 4 milliards de dollars américains et exhorté la Banque fédérale de réserve des États-Unis à le tirer de cette situation critique afin de réduire les risques de réaction en chaîne. Avec le recul, il devient évident que l'erreur du LTC a été d'avoir recours à des modèles de prévision qui ne tenaient pas compte des aspects subjectifs des marchés financiers.

Outre les modèles et les données mathématiques concernant les probabilités statistiques qui servent à prévoir la conjoncture future du marché, l'une des méthodes auxquelles on fait de plus en plus appel pour la gestion des risques réside dans la théorie des jeux. Contrairement à celle de la régression vers la moyenne, cette théorie part de la prémisse selon laquelle les conditions économiques de demain ne pourront jamais être les mêmes que celles qui prévalent aujourd'hui. Néanmoins, l'utilisation de la théorie des jeux nous permet d'en apprendre davantage sur certaines idées relatives à l'économie mondiale – ce que nous en pensons, le fait que ses structures et les dynamiques qu'on y trouve nous semblent être fondamentalement différentes de celles observées dans la nature. On aborde brièvement cette question dans la partie qui suit.

#### *TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION, NOUVELLE ÉCONOMIE ET ENVIRONNEMENT*

Le rôle des technologies de l'information dans la performance économique constitue une autre raison pour laquelle l'établissement de prévisions économiques ne devient pas plus facile, mais plus difficile. Par exemple, on considère que les technologies de l'information jouent un rôle prépondérant, non seulement parce qu'elles permettent d'expliquer la croissance de la productivité, mais aussi parce qu'elles nous aident à comprendre les écarts croissants entre la productivité du Canada et celle des États-Unis, par exemple.

Lorsqu'il aborde la combinaison qui réunit une forte croissance, un faible taux d'inflation et l'avènement des technologies de l'information, le FMI signale que la vague de prospérité que connaissent actuellement les Américains pourrait fort bien ne pas être révélatrice d'une nouvelle ère, mais constituer plutôt une série d'événements fortuits et temporaires expliquant la croissance enregistrée à la fin des années 1990<sup>14</sup>.

Alan Greenspan, président de la Banque fédérale de réserve des États-Unis, ne partage pas cet avis. En effet, à l'occasion d'une récente conférence sur le développement de la technologie et de l'information, organisée sous l'égide de la Maison Blanche (en avril 2000), M. Greenspan soulignait qu'il y a quelque chose de fondamentalement différent dans le cycle économique de l'après-guerre, c'est-à-dire que la croissance de la productivité est désormais de plus en plus tributaire du progrès technologique, le matériel générateur d'économies de main-d'œuvre entraînant une baisse des prix et une amélioration des délais de livraison. M. Greenspan expliquait également qu'on traverse une période de progrès rapide amenée par les technologies de l'information et marquée par l'accroissement des livraisons juste à temps, une réduction des stocks, une hausse de la production horaire et une diminution du nombre total d'heures investies afin de réduire les incertitudes liées à l'information. Partant de la prémisse selon laquelle la société du savoir est inévitable, M. Greenspan assurait qu'une expansion du commerce électronique viendrait augmenter davantage la productivité des États-Unis.

Un des angles sous lequel on peut examiner la question de l'avenir de l'environnement consiste à se demander si la nouvelle économie, sans égard à sa viabilité momentanée, est intrinsèquement plus « propre » sur le plan environnemental que l'ancienne. Quand les technologies de l'information ont commencé à faire leur apparition, plusieurs grands pontifes ont promis que l'autoroute de l'information serait très fréquentée, mais beaucoup moins polluante que les anciennes voies de communication. Selon eux, grâce aux télécommunications, les gens allaient pouvoir se parler plus souvent et échanger plus d'idées et de produits que jamais auparavant sans avoir à se déplacer.

Il est vrai que, lorsque les technologies de l'information ont vu le jour, bien des conjectures circulaient au sujet bureau « sans papier », car toute l'information se transmettait par voie électronique.

Certes, le commerce électronique connaît une croissance fulgurante. On estime que, en 1998, 200 millions de personnes étaient « reliées » grâce à 43 millions d'ordinateurs. À l'heure actuelle, une personne sur quarante a accès à l'Internet. En 1999, la valeur totale des transactions commerciales électroniques s'élevait à 127 milliards de dollars américains. On prévoit que, d'ici 2003, elle atteindra 1,4 billion de dollars américains aux États-Unis seulement. La compagnie Yahoo, dont la valeur actuelle sur le marché s'élève à 152 milliards de dollars américains, vaut plus que les sociétés Ford Motor, Walt Disney et Dow Chemicals réunies.

La question de savoir si l'accroissement marqué des transmissions électroniques d'information signifie une diminution de l'utilisation des voies de transmission plus traditionnelles présente également un intérêt. On peut affirmer que ce n'est pas le cas. Il est intéressant de noter que tous les moyens de communication, qu'ils soient traditionnels ou non, semblent connaître une expansion simultanée. Par exemple, en raison de l'importance évidente accordée à la rapidité dans le cadre de l'économie mondiale, la toute nouvelle industrie vouée à l'acheminement du courrier et des marchandises en régime accéléré a connu une expansion en flèche au cours de la dernière décennie. À ses débuts, en 1973, la compagnie FEDEX livrait 186 envois; elle en achemine aujourd'hui 3,1 millions par jour, et ses profits (pour 1998) atteignent 16,8 milliards de dollars américains au total, ce qui représente une hausse de 6 % par rapport à 1997. Bien sûr, FEDEX fait face à une forte concurrence. L'entreprise UPS, la plus importante de ces compagnies, livre 3 milliards d'envois par année et enregistre des profits annuels de 24,8 milliards de dollars américains (chiffres de 1999).

On est en droit de se demander si cette nouvelle industrie a changé de moyens pour acheminer le courrier et les marchandises, délaissant les services postaux nationaux. En fait, c'est tout le contraire qui arrive. Dans la plupart des pays, l'utilisation des services postaux est à la hausse. Par exemple, en 1998-1999, Postes Canada a traité 9,6 milliards d'objets de correspondance, soit une augmentation de 400 millions comparativement à l'année précédente. En ce qui concerne le service postal américain, les principaux types de service – première classe, prioritaire, exprès et service de postogramme – ont enregistré une hausse entre 1993 et 1997. Le tableau qui suit présente, par ordre de grandeur, les hausses observées aux États-Unis, exprimées en millions (ou milliards) d'envois traités<sup>15</sup>.

Service postal américain  
Valeurs exprimées en millions ou milliards d'envois traités

	1993	1994	1995	1996	1997
Première classe	92,1	95,3	96,2	98,2	99,6
Prioritaire	664	769	869	937	1068
Exprès	52,4	56,2	56,7	57,6	63,6

Par ailleurs, il convient également de se demander si tous ces échanges d'information sur Internet et ces livraisons « jour suivant » de courrier et de marchandises font en sorte que les gens voyagent moins en bout de ligne.

À ce chapitre également, la réalité est tout autre. Par exemple, l'OACI signale, pour 1999, une augmentation de 5 %, par comparaison avec l'année précédente, de l'ensemble du trafic aérien régulier, ainsi qu'une hausse de 6 % dans le trafic international régulier. Cela représente 2 630 milliards de passagers-kilomètres pour 1999, chiffre qui devrait passer à 3 038 milliards de passagers-kilomètres d'ici 2001. Ces résultats se rapprochent du taux de croissance annuelle prévu, soit 7 % par an. L'an dernier, près de *cinq milliards* de tonnes de marchandises ont circulé dans le monde entier.

Il est vrai que le concept même d'économie mondiale repose sur la circulation des biens et des personnes d'un lieu à l'autre. L'industrie américaine du transport routier a transporté l'équivalent de 900 milliards de tonnes-milles en 1993, soit une quantité de marchandises représentant 4,6 billions de dollars américains. D'après le ministère américain du Commerce, la moitié du transport routier, sur le plan de la valeur, était attribuable au commerce inter-États, sauf dans trois États, et le transit représentait la moitié de tout le trafic routier dans 25 États. La même année, selon le ministère américain des Transports, les États-Unis comptaient à eux seuls 615 millions de véhicules, et l'on prévoyait une augmentation rapide de ce nombre dans les années à venir. En 1999, la Ford Motor Company a vendu 7,2 millions de voitures à l'échelle mondiale, soit plus que toute autre année. Des profits totaux de 100 milliards de dollars américains qu'elle a enregistrés cette même année, 6 13 milliards de dollars provenaient des ventes faites en Amérique du Nord seulement, un record.

Ces chiffres ne nous permettent pas de savoir si la nouvelle économie est plus ou moins « propre » que l'ancienne. Cependant, ils nous montrent que la technologie de l'information ne nous fait pas délaissier les vieilles façons de faire, mais qu'elle crée plutôt de nouveaux marchés en plein essor qui contribuent à alimenter la demande visant les échanges, indépendamment des moyens utilisés.

Un seul exemple, même très limité, peut nous permettre de mieux comprendre le lien qui existe entre les effets d'échelle, les effets de la technologie, les effets structurels et les effets liés aux produits. Comme exemple, mentionnons que même si l'on présume que, dans la nouvelle économie, le secteur des services est plus « propre » que les industries qui sont en perte de vitesse, il n'en reste pas moins que toute activité économique a des répercussions sur l'environnement. Qu'il suffise de dire que tous ces paquets et objets de correspondance sont transportés par avion ou par camion. L'entreprise FEDEX exploite une flotte de 40 000 camions et de 600 aéronefs, UPS possède 157 000 camions et 500 aéronefs de par le monde, et DHL World Wide Express a une flotte internationale de 320 aéronefs.

Ces flottes viennent s'ajouter aux flottes commerciales d'aéronefs et d'avions cargos en service dans le monde. Sans vouloir nous centrer sur le transport aérien, signalons que le GIEC a récemment publié un rapport traitant de l'apport des avions à réaction dans les changements climatiques, apport lié aux émissions de CO<sub>2</sub> et à la vapeur d'eau libérées en haute altitude. En ce qui concerne cette dernière question, mentionnons que les principaux aéroports d'Amérique du Nord comptent, en période de pointe, parmi les plus importantes sources d'émissions de gaz à effet de serre, sans compter les émissions de NO<sub>x</sub>, de CO, d'hydrocarbures, de SO<sub>2</sub> et de carbone produites par les réacteurs à kérosène, dont le total des émissions dépend des conditions d'utilisation, ainsi que de la taille et de la température des moteurs, de même que d'autres facteurs.

Bien que l'efficacité des moteurs ne cesse de connaître des améliorations relatives, on signale dans un rapport du bureau responsable des sources mobiles au sein de l'EPA (agence américaine de protection de l'environnement), publié en 1999 et intitulé *Evaluation of Air Pollution Emissions From Subsonic Commercial Jet Aircraft*, que les émissions provenant des aéronefs commerciaux peuvent contribuer de façon importante à la pollution de l'air à l'échelle locale aux États-Unis. On y mentionne également que, d'ici 2010, les émissions de NO<sub>x</sub> provenant des aéronefs passeront de 1 % (niveaux de 1990) à 10,4 % (valeur absolue).

De la même manière, un rapport de 1996 du ministère américain du Commerce (intitulé *Environmental Trends and the US Transportation System*) souligne que, si les émissions de véhicules ont en général diminué, les émissions de NO<sub>x</sub> font exception. Le rapport met aussi en lumière le fait que, bien que la réglementation relative au transport aérien ait permis de réduire le total des émissions, des données récentes indiquent un ralentissement dans les améliorations apportées au cours des deux dernières décennies, ralentissement attribuable à deux facteurs : un accroissement de l'ensemble du transport (effets d'échelle) et une augmentation du nombre de véhicules tous terrains non visés par une réglementation, également connus sous le nom de « véhicules loisirs travail » ou de « V. L. T. » (effets de la réglementation et effets liés aux produits).

Les effets d'échelle de la pollution atmosphérique ainsi que le retour en arrière indiqué par les tendances ne sont que l'un des phénomènes caractéristiques de la nouvelle économie. Ceux-ci comprennent également la pollution biologique, reconnue par les scientifiques comme étant potentiellement plus lourde de conséquences que la pollution attribuable aux substances chimiques traditionnelles.

De nos jours, de 3 000 à 10,000 espèces aquatiques se déplacent partout dans le monde dans les ballasts des navires qui transportent des marchandises d'un port à l'autre, d'escale en escale. Selon les estimations, près du cinquième des espèces vertébrées en danger de disparition sont menacées par des espèces envahissantes. Aux États-Unis, presque la moitié de toutes les espèces risquent l'extinction, en partie à cause d'espèces envahissantes.

Dans les Grands Lacs de l'Amérique du Nord, au moment même où l'on constate que les mesures mises en place à grand-peine pour réduire la pollution due aux émissions semblent porter fruit et améliorer les conditions environnementales, on constate que les espèces envahissantes représentent toujours un danger important pour la biodiversité. La moule zébrée, introduite pour la première fois sur le continent vers le milieu des années 1980 et peut-être originaire de la mer Caspienne, ingère des quantités sans cesse croissantes d'algues, anéantissant d'autres espèces vivantes. Le kudzu (*Pueraria lobata*), une plante nuisible provenant du Japon et apparue aux États-Unis en 1876, couvre maintenant dans ce pays 7 millions d'acres et gagne toujours du terrain, surtout dans le sud, causant des dommages à presque toutes les plantes cultivées sur son

passage. La salicaire pourpre constitue également un exemple fréquemment cité de plante envahissante. Sa répartition est restée stable pendant plus de 100 ans, puis la plante a proliféré pour devenir l'une des principales espèces « concurrentes » des plantes de marais indigènes. Elle envahit maintenant environ 200 000 hectares par année<sup>16</sup>.

Ce qui présente vraiment un intérêt particulier chez les espèces envahissantes, c'est la vitesse à laquelle elles prolifèrent sur un nouveau territoire. L'invasion biologique peut se répandre dans de nouveaux écosystèmes, s'étendant selon une progression géométrique (la plante envahissante se multipliant sans cesse), à un point tel que l'effet ne semble plus proportionnel à la cause.

C'est justement la question de la proportionnalité qui rend si difficile toute prévision au sujet de notre avenir sur le plan environnemental (ainsi que sur le plan de la santé et de la technologie). Malcom Gladwell, lorsqu'il aborde la question des épidémies dans son ouvrage *The Tipping Point: How Little Things Can Make A Big Difference*, souligne que, pour mesurer la portée d'une épidémie, il faut laisser de côté toute idée de proportionnalité. On doit prendre en compte la possibilité que de petits événements puissent entraîner de grands changements et que ces changements puissent s'opérer rapidement<sup>17</sup>. La propagation à une vitesse spectaculaire du virus informatique ILOVEYOU, en mai 2000, nous montre bien à quel point les choses peuvent se produire rapidement au sein de la nouvelle économie fondée sur la technologie de l'information.

Deux raisons nous poussent à parler de l'éventualité d'une rupture de proportionnalité dans les effets. Tout d'abord, il est jusqu'à un certain point possible d'établir les facteurs liés au caractère disproportionné des effets, comme l'a fait pendant un certain temps le GIEC dans le cadre de sa réflexion sur les répercussions éventuelles des changements climatiques. Ensuite, les prévisions de ce type doivent prendre en compte le fait que nous savons encore très peu de choses au sujet du fonctionnement des écosystèmes et des interactions biotiques qui existent au sein de chacun d'eux et entre eux.

Pour illustrer ces propos, mentionnons que de nouvelles recherches en biologie moléculaire semblent indiquer que, lorsque des millions de cellules de bactérie atteignent une masse critique, elles s'unissent pour former un « film biologique », entraînant la formation de colonnes et de réseaux microscopiques permettant l'absorption des éléments nutritifs de l'organisme hôte et l'élimination des déchets. Ce phénomène laisse croire qu'il existe chez les bactéries un équivalent du gréganisme qu'on trouve chez les insectes. En effet, une coordination, des comportements spécialisés et une communication ont été observés chez 300 catégories distinctes de bactéries dont le comportement, au sein d'un même hôte, était mû par l'intérêt commun. Dans un article du *Financial Times*, on explique que les bactéries forment un film biologique lorsqu'elles détectent que leur nombre est suffisant pour adopter un comportement grégaire. Les scientifiques expliquent comme étant un « effet du nombre suffisant », en quelque sorte (« *quorum sensing* », en anglais), ce phénomène résultant d'un lien entre l'activité et la densité de population<sup>18</sup>.

Le phénomène, fascinant en soi, montre bien comment les nouvelles caractéristiques de l'économie mondiale diffèrent des tendances observées dans le monde biologique. Bien qu'il existe diverses interprétations valables des indicateurs environnementaux, la portée des changements environnementaux, et plus particulièrement des indicateurs qui nous portent à penser qu'il y a un lien à faire entre les limites biophysique et la demande croissante, devrait être interprétée comme le signe qu'un changement s'impose. Pourtant, la façon dont nous gérons l'environnement continue d'être expliquée à l'aide de la théorie des jeux, selon laquelle des modèles sont utilisés pour expliquer les différences de choix et de raisons selon une hypothèse de somme nulle, c'est-à-dire qu'on suppose que ce qui est bon pour l'un est mauvais pour l'autre. Notre approche part donc du principe selon lequel – comme dans le modèle du dilemme du

prisonnier, un outil normalisé servant à illustrer le comportement économique – la collaboration et la confiance amènent l’incertitude et un risque intrinsèquement élevé.

Le modèle qu’on privilégie – tendances observées en biologie moléculaire ou théorie des jeux – dépend grandement de la façon dont on interprète certains des principaux indicateurs relatifs aux tendances environnementales.

### **TROISIÈME PARTIE :** **INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX ET NOUVELLES TENDANCES**

La présente partie donne un aperçu de certains indicateurs environnementaux clés, et résume notamment les données connues, les tendances passées et les futurs problèmes possibles.

Cette partie résulte d’une étude des récents rapports sur les enjeux et les tendances en matière d’environnement mondial, préparés par le Worldwatch Institute, le World Resources Institute, plusieurs divisions des Nations Unies, la Banque mondiale, l’Organisation pour la coopération et le développement économiques et la Commission de coopération environnementale.

On peut dire qu’une **tendance** est « la représentation verbale ou chiffrée d’une série de caractéristiques que l’on peut estimer avec le temps, et qui donnent une indication de l’orientation générale des changements à venir. Une tendance peut être une évaluation subjective d’une situation ou une mesure objective/chiffrée. Une tendance peut prévoir une augmentation, une diminution ou une stagnation » [TRADUCTION] (Life Systems Inc., 1996). Pour les besoins du présent rapport, les trois premiers critères ci-dessous sont utilisés pour valider une tendance : « le phénomène est observé sur une période donnée; il est de portée mondiale ou nord-américaine; il est appuyé par des données plus quantitatives que qualitatives; il se concrétise par l’affectation réelle des ressources prévues (sur le plan économique, humain, technologique, etc.); il est reflété par des lois ou des règlements entrés en vigueur ou en attente d’adoption; et il se traduit par des mesures prises à plusieurs niveaux (local, États/province, fédéral, international) » [TRADUCTION] (Life Systems Inc., 1996).

Le deuxième terme porte sur les **enjeux** environnementaux (graves ou nouveaux). Les enjeux peuvent être définis comme des « préoccupations ou des problèmes, réels ou présumés, pour lesquels il faut élaborer une politique ou proposer une réponse technologique adéquate, et/ou la mettre en œuvre. » [TRADUCTION] (Life Systems Inc., 1996) Ainsi, les nouveaux enjeux sont source de préoccupation, mais sont rarement appuyés par des preuves ou des documents scientifiques permettant à tous les scientifiques de parler de tendance. En outre, ils sont axés sur le présent, ce qui exclut toute extrapolation à partir d’une prévision, comme on peut le faire avec une tendance.

On a également considéré que certaines tendances étaient de nature **critique**, ou qu’il s’agissait de tendances inquiétantes, urgentes et qui nécessitent une attention supplémentaire; les tendances indiquant une amélioration de la qualité de l’environnement (qui sont tout de même assez nombreuses) n’ont pas été soulignées. On considère également que les tendances critiques sont celles qui sont reconnues depuis déjà un certain temps et que les gouvernements étudient dans de nombreuses régions, mais qui demeurent une source de problèmes.

Un des principaux aspects des conditions **environnementales** tient aux événements provoqués par l’homme ou aux comportements de celui-ci. On observe une évolution de la quantité et de la qualité des forêts, des terres agricoles, des zones urbaines, de l’eau douce, des écosystèmes

marins, de la biodiversité et de l'air. La description des changements touchant l'environnement ne peut être dissociée des forces économiques, sociales, technologiques et institutionnelles ou des pressions qui les provoquent, pas plus que des réponses au changement.

Pour qu'une tendance ou un enjeu environnemental soit **nouveau**, il doit porter sur un problème relativement récent ou, pour reprendre la définition que donne le *Merriam-Webster Dictionary* du terme « nouveau » (*emerging*), il doit « devenir manifeste ». Si un changement qui survient avec le temps indique l'apparition d'un problème environnemental qui semble évoluer régulièrement dans la même direction, cette **nouvelle tendance environnementale** pourrait avoir d'importantes répercussions sur la santé humaine ou l'écologie. Nous insistons évidemment sur les « nouveaux » problèmes qui vont survenir entre 2010 et 2020, compte tenu de l'accélération des changements économiques, technologiques et environnementaux, mais il est déjà difficile de prévoir les conséquences des nouveaux problèmes dont nous avons connaissance aujourd'hui.

Une dernière définition concerne la portée du présent projet. Même si de nombreux indicateurs environnementaux sont regroupés sous l'étiquette « indicateurs locaux » (p. ex., déchets dangereux), « indicateurs transfrontaliers » (p. ex., pluies acides) ou « indicateurs mondiaux » (émissions de gaz à effet de serre), ce projet tente de définir des tendances environnementales **nord-américaines**. Même si l'ALÉNA a permis aux trois pays signataires de créer des liens économiques, le public n'a pas vraiment l'impression que nous partageons le même écosystème continental, malgré le fait que l'environnement du Canada, du Mexique et des États-Unis soit le même. Pour qu'une tendance ou un enjeu soit de portée nord-américaine, il faut que le problème concerne au moins deux des pays de l'ALÉNA.

## I. BIODIVERSITÉ

- *UNE TENDANCE INQUIÉTANTE : LA PERTE D'HABITAT ET DE BIODIVERSITÉ*

Aujourd'hui, on estime que la perte d'espèces causée par les activités humaines est de 50 à 100 fois plus importante que le taux d'extinction naturelle<sup>19</sup>. Selon l'Union mondiale pour la nature, 12 % des espèces végétales étudiées, 25 % des espèces vertébrées<sup>20</sup>, 11 % des oiseaux, 34 % des poissons<sup>21</sup>, 25 % des mammifères et 50 % des primates sont menacés d'extinction<sup>22</sup>. Les États-Unis et le Mexique comptent parmi les 19 pays où l'on trouve le plus d'espèces menacées<sup>23</sup> et parmi les 10 pays où l'on trouve le plus de plantes menacées (Tableau 1). Au Mexique, par exemple, le déboisement de sites d'hibernation essentiels aux oiseaux migrateurs risque de menacer la survie même de certaines populations<sup>24</sup>.

**Tableau 1 : Dix pays comptant le plus grand nombre d'espèces végétales menacées**

Pays	Nombre total d'espèces	Pourcentage de la flore du pays qui est menacée
États-Unis	4 669	29
Australie	2 245	14
Afrique du Sud	2 215	11,5
Turquie	1 876	22
Mexique	1 593	6
Brésil	1 358	2,5
Panama	1 302	13
Inde	1 236	8
Espagne	985	19,5
Pérou	906	5

Source : Tuxill, 1999b, 13

Les espèces les plus menacées se trouvent dans les lacs et les cours d'eau et sur les terres humides : au moins un cinquième des espèces de poissons d'eau douce ont aujourd'hui disparu, ou sont menacées ou en danger de disparition<sup>25</sup>. En Amérique du Nord, dix espèces de poisson ont disparu ces dix dernières années<sup>26</sup> et un tiers des stocks de poisson d'eau douce sont menacés ou se raréfient<sup>27</sup>. Au Mexique, 68 % des espèces de poisson vivant dans les bassins hydrographiques des régions arides sont menacées d'extinction<sup>28</sup>. C'est aux États-Unis qu'on trouve la plus grande diversité d'espèces d'unionacés au monde, mais aujourd'hui, plus de 65 % ont disparu ou sont menacés<sup>29</sup>.

La moitié des écorégions nord-américaines abritant la plus grande biodiversité sont aujourd'hui gravement dégradées<sup>30</sup>. Soixante pour cent des écorégions critiques ou menacées se trouvent dans les forêts caducifoliées et mixtes tempérées, les prairies tempérées, les savanes et les terres arbustives<sup>31</sup>. La perte et la dégradation d'habitat constituent les principales menaces pour la biodiversité<sup>32</sup>. L'incapacité à trouver un habitat convenable a conduit au déclin d'au moins 70 % des espèces vertébrées menacées<sup>33</sup>. La modification de l'habitat est responsable de 93 % du déclin de la faune d'eau douce<sup>34</sup>.

- *UNE TENDANCE INQUIÉTANTE : LA BIO-INVASION*

On pense aujourd'hui que la bio-invasion (invasion d'espèces exotiques) représente la plus grave menace pour la diversité biologique<sup>35</sup>. Il s'agit du deuxième facteur en importance qui contribue à la disparition des espèces d'eau douce (environ 68 % des cas)<sup>36</sup>. Entre 10 et 20 % des vertébrés en danger de disparition sur notre planète sont aujourd'hui menacés par la concurrence pour l'utilisation des ressources, les prédateurs et d'autres éléments liés aux espèces étrangères<sup>37</sup>. Près du cinquième des 4 500 espèces exotiques établies aux États-Unis causent de graves dommages écologiques ou économiques<sup>38</sup>. La multiplication des échanges commerciaux et l'expansion de l'aquaculture offrent la possibilité à un nombre accru d'espèces non indigènes de pénétrer dans les écosystèmes nord-américains<sup>39</sup>.

- *UN NOUVEAU PROBLÈME : LES ORGANISMES GÉNÉTIQUEMENT MODIFIÉS*

Bien que les organismes vivants modifiés présentent un potentiel énorme pour l'agriculture, la médecine et d'autres domaines, on s'inquiète de plus en plus des risques qu'ils peuvent présenter pour la biodiversité et la santé humaine<sup>40</sup>. Selon le PNUE, ces risques sont les suivants : changements involontaires touchant la compétitivité, la virulence et d'autres caractéristiques des espèces visées; possibilité d'effets néfastes sur des espèces non visées et les écosystèmes; enherbement possible des récoltes génétiquement modifiées (p. ex., une plante peut devenir trop résistante et trop invasive, peut-être en transférant ses gènes à des espèces sauvages apparentées); et stabilité des gènes insérés (p. ex., un gène peut perdre de son efficacité ou être transféré de nouveau à un autre hôte)<sup>41</sup>. Au Mexique, qui est l'un des principaux producteurs d'aliments transgéniques et un des pays les plus riches en biodiversité, certains intervenants se disent préoccupés par les risques associés à l'importation de récoltes génétiquement modifiées<sup>42</sup>.

- *UN NOUVEAU PROBLÈME : LA DISPARITION D'ESPÈCES DE PLANTES SAUVAGES*

Si l'on exclut les prévisions annonçant la poursuite de la disparition dramatique des espèces, l'un des graves problèmes à venir sera la disparition de plantes sauvages liées à des cultivars essentiels. Selon le Worldwatch Institute, notre capacité à cultiver des récoltes industrielles comme le coton ou le bois d'œuvre en plantation pourrait être compromise par le déclin des espèces sauvages apparentées, qui réduit le fonds génétique nécessaire à de nouvelles récoltes<sup>43</sup>. Un tel déclin toucherait le Mexique, d'où proviennent un grand nombre des plantes cultivées de notre planète<sup>44</sup>. Par ailleurs, aux États-Unis, deux tiers des plantes rares et en danger de

disparition sont des espèces apparentées à des espèces cultivées. Si ces espèces disparaissent, c'est tout un ensemble d'avantages potentiels cruciaux pour l'agriculture mondiale qui vont disparaître à leur tour<sup>45</sup>.

- *UNE NOUVELLE TENDANCE : LA MODIFICATION DU FONCTIONNEMENT DES ÉCOSYSTÈMES*

Selon le PNUE, la transformation des cycles biogéochimiques mondiaux, la réduction de la biomasse totale et la baisse de bioproduktivité de notre planète constituent de nouvelles tendances qui sont peut-être encore plus importantes que la perte de biodiversité<sup>46</sup>. De son côté, le World Resources Institute indique que tous les éléments représentant une menace pour la biodiversité sont en train d'atteindre un niveau critique qui pourrait générer une modification généralisée de la répartition des espèces, ainsi que du fonctionnement des écosystèmes<sup>47</sup>. L'institut a également observé une tendance marquée à la conversion, à la dégradation, à la fragmentation et à la simplification accélérées des écosystèmes, qui s'accompagne de la perte des biens et services connexes que fournissent ces écosystèmes<sup>48</sup>.

## II. FORÊTS ET TERRES BOISÉES

- *UNE TENDANCE INQUIÉTANTE : L'ACCÉLÉRATION DU DÉBOISEMENT*

Les forêts sont plus que jamais menacées par le rythme du déboisement : à l'échelle mondiale, la superficie totale des zones forestières est en diminution<sup>49</sup>, et on observe à nouveau une accélération de la disparition des forêts<sup>50</sup>, après un léger ralentissement de ce phénomène entre 1990 et 1995<sup>51</sup>. Le rythme mondial de perte forestière est passé d'environ 12 millions d'hectares par an durant les années 1970 à plus de 15 millions d'hectares dans les années 1980, et le déboisement s'est poursuivi à un rythme d'environ 13 millions d'hectares par an dans les années 1990<sup>52</sup>. Au moins 200 millions d'hectares de forêts ont été perdus entre 1980 et 1995<sup>53</sup>.

Le déboisement touche principalement les pays en développement, en particulier les régions tropicales, riches en essences de toutes sortes, où la pression exercée par les responsables de l'exploitation d'immenses zones de forêts pluviales continue à augmenter<sup>54</sup>. Les deux tiers du déboisement des régions tropicales sont imputables au défrichage agricole<sup>55</sup>; l'agriculture de subsistance est plus courante en Afrique et en Asie, et la conversion à l'élevage à grande échelle est plus courante en Amérique latine<sup>56</sup>. En Amérique du Nord, ce sont les forêts du Mexique qui subissent les plus lourdes pertes, parce que les terres sont défrichées en vue des récoltes et du pâturage. Même si le rythme du déboisement dans les forêts tropicales du sud-est du Mexique a connu un relatif ralentissement ces dernières années, ces forêts subissent encore des pertes importantes. On estime que le Mexique a déjà perdu 95 % de ses forêts tropicales, et le PNUE classe le pays en cinquième position sur la liste des dix pays qui perdent le plus de forêts au monde en raison du déboisement<sup>57</sup>.

- *UNE TENDANCE INQUIÉTANTE : LES FORÊTS INEXPLOITÉES SONT MENACÉES*

Si l'on exclut les forêts boréales, 75 % des forêts inexploitées de la planète (qui sont les forêts d'origine existant toujours dans des écosystèmes naturels étendus et relativement intacts) sont menacées par l'activité humaine<sup>58</sup>. L'exploitation forestière représente le plus grand danger<sup>59</sup>, mais les invasions d'espèces exotiques, la pollution atmosphérique, les incendies de grande ampleur et le changement climatique exercent également de sérieuses pressions<sup>60</sup>. En Amérique du Nord, 26 % des forêts inexploitées sont menacées<sup>61</sup>. Dans un grand nombre des forêts boréales et tempérées d'Amérique du Nord et d'Europe occidentale, les vieilles forêts continuent à subir des pertes<sup>62</sup>.

- *UNE NOUVELLE TENDANCE : LA PLANTATION DE FORÊTS EST EN AUGMENTATION, MAIS LA QUALITÉ DIMINUE*

Même dans les régions où les zones forestières sont stables ou prennent de l'expansion, la qualité des forêts est menacée par la multiplication des monocultures<sup>63</sup>. À l'échelle mondiale, la plantation de forêts a presque doublé entre 1980 et 1995, souvent aux dépens des forêts naturelles<sup>64</sup>. Durant cette période, la superficie des plantations forestières dans les pays développés est passée d'environ 45 à 60 millions d'hectares à environ 80 à 100 millions d'hectares, tandis que, dans les pays en développement, elle est passée d'environ 40 millions à environ 81 millions d'hectares<sup>65</sup>. Selon le Worldwatch Institute, au moins 180 millions d'hectares de forêts ont été convertis en plantations d'arbres dans le monde<sup>66</sup> et, aux États-Unis, l'expansion des plantations de pins s'est faite aux dépens des forêts naturelles<sup>67</sup>.

Selon l'OCDE, à l'échelle nationale, la plupart des pays membres préservent leurs ressources forestières sur le plan quantitatif<sup>68</sup>. Mais la santé et la qualité de ces forêts continuent à être endommagées par les incendies, la sécheresse, les parasites et la pollution atmosphérique<sup>69</sup>. Dans de nombreuses régions d'Amérique du Nord, les forêts deviennent de plus en plus fragmentées, appauvries sur le plan biologique et affaiblies ou soumises au stress. Dans de nombreuses régions, on a observé un changement dans la composition des essences, moins résistantes au feu et plus vulnérables aux dommages causés par les insectes, et les insectes, les maladies et les mauvaises herbes exotiques ont entraîné la perte de certaines essences et la disparition de certains habitats. En outre, de nombreux polluants atmosphériques, dont l'ozone, détériorent les forêts nord-américaines<sup>70</sup>; c'est notamment ce qu'on observe dans la forêt entourant la ville de Mexico<sup>71</sup>.

- *UN NOUVEAU PROBLÈME : LA MULTIPLICATION DES GRAVES INCENDIES DE FORÊT*

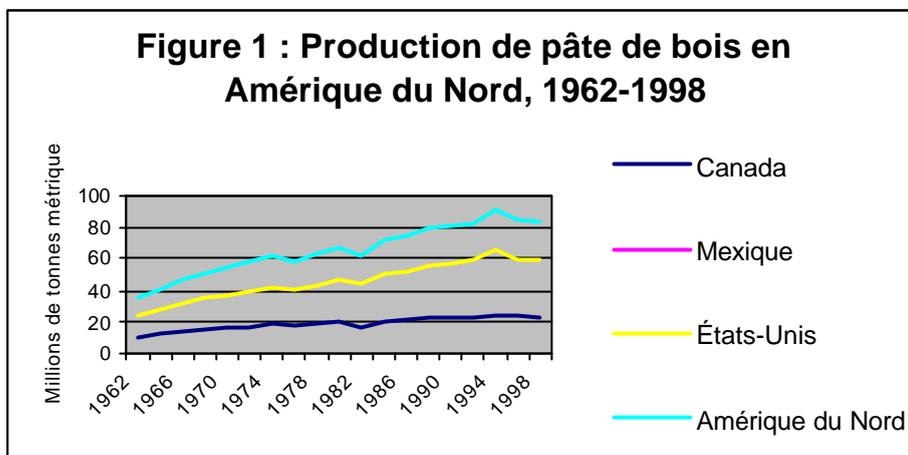
Les incendies de forêts survenus en Indonésie, en Amérique latine et ailleurs durant les années 1997 et 1998 ont causé des pertes énormes. Ces incendies ont émis de grandes quantités de dioxyde de carbone qui a recouvert une grande partie de l'Asie du Sud-Est d'un brouillard qui a causé de nombreux problèmes sanitaires et environnementaux. Les incendies de forêt ont également causé de graves problèmes au Brésil en 1998, détruisant de vastes superficies de forêt tropicale et de savane boisée. Durant la pire sécheresse qu'ait connue le Mexique en 70 ans, des incendies à combustion lente ont consumé environ 3000 km<sup>2</sup> de terres et créé un énorme nuage de fumée qui s'est déplacé jusqu'au sud des États-Unis. La forêt de Chimalapas, qui abrite de nombreuses espèces rares de plantes et d'insectes, a été particulièrement menacée par les incendies<sup>72</sup>.

- *UN PROBLÈME À VENIR : LES FORÊTS VONT SANS DOUTE SUBIR DE PLUS EN PLUS DE PRESSIONS*

On prévoit que la multiplication par deux de la demande de pâtes et papiers, de bois d'œuvre et de bois de chauffage, combinée à la croissance démographique, à la prolifération des zones urbaines et à la conversion des forêts en terres agricoles, constituent des facteurs qui intensifient le stress imposé aux forêts du monde entier<sup>73</sup>. Parce que les techniques d'exploitation et de recyclage s'améliorent, la demande de bois vierge diminue<sup>74</sup> : la quantité de papier recyclé figurant dans les stocks mondiaux de fibre de papier a presque doublé entre 1961 et 1997<sup>75</sup>. Toutefois, la consommation totale des principaux produits forestiers a augmenté de 50 % entre 1970 et 1990. La consommation par habitant des pays de l'OCDE a augmenté encore plus vite<sup>76</sup>, et la consommation de pâte vierge progresse actuellement d'environ un à deux pour cent par an<sup>77</sup> en raison de l'augmentation démographique et de la consommation par habitant.

La figure 1 illustre l'augmentation de la production de pâte de bois en Amérique du Nord entre 1962 et 1998. On prévoit que, d'ici 2010, la demande mondiale de fibre de bois industriel

augmentera de 20 à 40 %<sup>78</sup>. Selon la FAO, si les tendances actuelles se maintiennent, la consommation mondiale de bois augmentera de 20 %, la consommation de papier, de 49 % et celle de bois de chauffage, de 18 % d'ici 2010<sup>79</sup>.



Source : FAOSTAT 1998

La demande de papier augmente deux fois plus vite que la demande d'autres principaux produits du bois. Aux États-Unis et dans certains autres pays qui sont de gros producteurs de bois d'œuvre, on prévoit que la capacité de production nationale de bois d'œuvre va être dépassée par l'augmentation de la consommation au cours de la prochaine décennie<sup>80</sup>.

D'ici 2050, plus de la moitié de la demande de bois des diverses industries de la planète sera destinée à la fabrication de pâtes et papiers<sup>81</sup>. Le Worldwatch Institute précise que, même si on utilise davantage de fibre recyclée et de fibre non ligneuse, entre 25 et 30 % de l'approvisionnement mondial en fibre destinée au papier va continuer à provenir du bois vierge<sup>82</sup>, et pense que l'un des coûts les plus importants associés au papier est la menace qu'il représente pour les forêts de la planète<sup>83</sup>. La fibre de bois provient essentiellement de forêts anciennes, de forêts secondaires jardinées et de plantations. L'augmentation de la production générée par les plantations de bois industriel peut réduire quelque peu la nécessité d'exploiter davantage les forêts naturelles mais, compte tenu des modèles récurrents de production, la forte demande va générer une gestion plus intensive des forêts existantes et des produits extraits des forêts « inexploitées » restantes de la planète<sup>84</sup>.

### III. TERRES AGRICOLES

- *UNE TENDANCE INQUIÉTANTE : LA DÉGRADATION DES TERRES AGRICOLES*

La dégradation des sols demeure la plus grave menace pour les terres agricoles<sup>85</sup>. À l'échelle mondiale, l'érosion, la salinisation, la compaction et d'autres formes de dégradation des sols touchent 25 % de la surface émergée du globe et continuent d'appauvrir les récoltes et les parcours naturels de notre planète<sup>86</sup>. Entre 1,5 et 2,5 millions d'hectares de terres irriguées, entre 3,5 et 4 millions d'hectares de terres agricoles non irriguées et environ 35 millions d'hectares de parcours naturels sont en train de perdre une partie ou la totalité de leur potentiel productif en raison de ces phénomènes<sup>87</sup>. On estime qu'en 1990, 38 % des terres cultivées de la planète avaient déjà subi des dégradations et que, chaque année depuis, entre cinq et six millions d'hectares supplémentaires sont touchés par une grave dégradation des sols<sup>88</sup>. À l'échelle

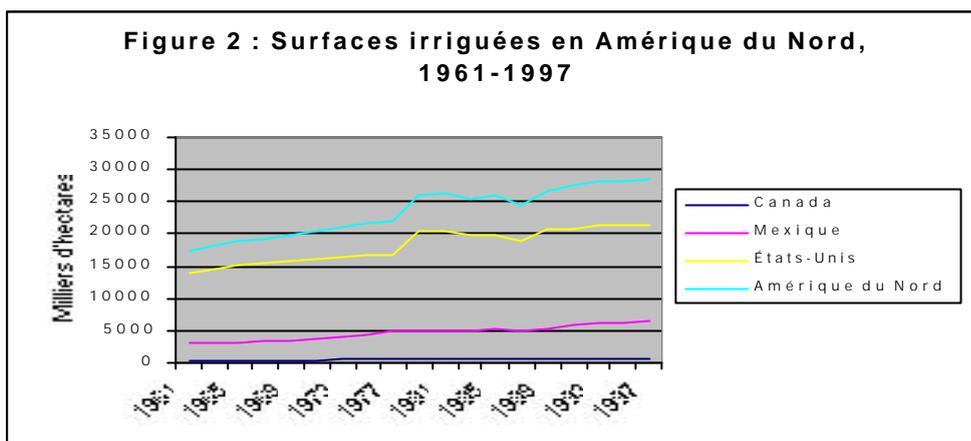
mondiale, il semble qu'environ 300 millions d'hectares soient gravement endommagés et que 1,2 milliard d'hectares (soit 10 % de la surface végétalisée de la Terre) aient au moins subi des dégradations de moyenne ampleur<sup>89</sup>. Le WRI estime que, selon les régions, la disparition de la couche arable se fait de 16 à 300 fois plus vite que son remplacement<sup>90</sup>.

Même si, en règle générale, la perte de sols due à l'érosion causée par le vent et l'eau diminue en Amérique du Nord, grâce à l'amélioration des méthodes et des programmes de conservation, la dégradation et la perte de sols demeurent plus importantes que les gains de terres<sup>91</sup>. Au Canada et aux États-Unis, environ 95 millions d'hectares de terres sont touchés par la dégradation des sols<sup>92</sup>. Chaque année, le Mexique perd entre 150 000 et 200 000 ha de sols en raison de l'érosion et, en 1995, plus de 32 millions d'hectares étaient considérés comme gravement érodés<sup>93</sup>. La salinisation touche 1,5 million d'hectares de terres agricoles au Mexique<sup>94</sup>.

- *UNE NOUVELLE TENDANCE : LE RYTHME DE RÉALISATION DES GAINS DE PRODUCTIVITÉ AGRICOLE RALENTIT*

Même si, en chiffres absolus, les terres agricoles de la planète et les technologies associées à l'industrie agricole continuent à favoriser l'augmentation de la production alimentaire totale, la croissance du rendement des récoltes céréalières mondiales a ralenti durant les années 1990, puisqu'elle a atteint à peine 1 % par an, contre 2,1 % entre 1950 et 1990<sup>95</sup>. Le rendement des récoltes de riz et de blé s'est stabilisé ces dernières années en Asie<sup>96</sup>. La production alimentaire par habitant connaît une stagnation, et même parfois un déclin<sup>97</sup>. Selon l'ONU, les récoltes céréalières par habitant ont diminué en moyenne de plus de 1 % par an depuis 1984<sup>98</sup>; de son côté, le Worldwatch Institute affirme qu'en 1997, elles sont passées à un niveau inférieur de 6 % au record absolu atteint en 1984<sup>99</sup>. Par ailleurs, certaines études indiquent une diminution de la vitesse moyenne de progression de la productivité au Canada et aux États-Unis<sup>100</sup>.

Les gains que génèrent les outils de production en matière de terres cultivées et de parcours naturels, d'amélioration génétique des cultures, d'irrigation, d'engrais et de pesticides connaissent aujourd'hui des limites. La superficie des terres céréalières a diminué de 6 % depuis 1981 en raison de la conversion à un usage non agricole ou à d'autres récoltes, ou de l'abandon en raison de l'érosion du sol<sup>101</sup>, et le nombre de nouvelles terres productives à cultiver est en baisse<sup>102</sup>. Dans les secteurs agricoles d'Europe occidentale, d'Amérique du Nord, d'Asie, d'Amérique latine et de certaines régions d'Afrique, on a observé une forte diminution de la superficie disponible de terres arables par habitant – qui est passée de 0,43 ha en 1961 à 0,26 ha en 1996<sup>103</sup>. Durant cette même période, la production alimentaire a plus que doublé. Toutefois, certaines récoltes semblent aujourd'hui approcher de leurs limites biologiques<sup>104</sup>; en effet, un grand nombre des principales récoltes de la planète arrivent à un point de stagnation du rendement<sup>105</sup>. En outre, dans de nombreux pays, la capacité des engrais à augmenter le rendement risque de s'amoindrir<sup>106</sup>. De plus, la production est considérablement réduite par la salinisation, qui touche plus d'un hectare sur cinq de terres irriguées<sup>107</sup>. Enfin, après des années durant lesquelles la superficie des terres irriguées était en augmentation (durant les années 1960 et 1970, la superficie des terres arables irriguées de l'ensemble de la planète a augmenté de 2 à 4 % par an<sup>108</sup> et, en Amérique du Nord, elle est passée de 17 350 000 à 28 620 000 ha entre 1961 et 1997 (Fig. 2)), la rareté de l'eau apparaît comme un grave obstacle à l'expansion des terres irriguées et à l'augmentation de la production alimentaire<sup>109</sup>.



Source : FAOSTAT 1998

- **UN NOUVEAU PROBLÈME : LA RARETÉ DE L'EAU NUIT À L'AUGMENTATION DE LA PRODUCTION ALIMENTAIRE**

Environ 40 % des aliments de la planète sont produits sur les 17 % de terres arables irriguées.<sup>110</sup> L'exploitation agricole nécessite de grandes quantités d'eau douce, qui représentent les deux tiers de l'eau douce prélevée à l'échelle planétaire.<sup>111</sup> On prévoit que l'augmentation de la production alimentaire va être freinée par la rareté de l'eau.<sup>112</sup> Parce qu'on prévoit une augmentation de la demande de céréales et de protéines animales d'ici 2020,<sup>113</sup> la superficie totale de terres arables par habitant devrait diminuer. En réaction à cela, il faudra augmenter l'irrigation afin de stimuler la productivité alimentaire. Dans un rapport, on estime que 80 % des aliments nécessaires pour nourrir la population mondiale au cours des 30 prochaines années dépendront de l'irrigation<sup>114</sup> et, dans un autre, qu'il faudra peut-être tripler la capacité d'irrigation d'ici 2050 pour répondre aux besoins d'eau prévus par les agriculteurs.<sup>115</sup> À l'échelle mondiale, les prélèvements d'eau à des fins d'irrigation ont augmenté de plus de 60 % depuis 1960.<sup>116</sup>

Le rythme d'expansion des terres arables irriguées est tombé à moins de 1 % par an<sup>117</sup> (contre 2,3 % de 1950 à 1995). On prévoit qu'il baissera encore à 0,3 % au cours des prochaines décennies.<sup>118</sup> En même temps, le prélèvement d'eau dans les aquifères pour diverses activités agricoles est en augmentation, et le rythme de prélèvement commence à être plus rapide que le rythme de reconstitution des réserves en eau dans certaines régions.<sup>119</sup>

On pompe plus que ce qu'autorise la réalimentation en eau dans environ 80 % des aquifères du Mexique et dans celui d'Ogallala, qui se trouve en dessous de la Région des grandes plaines.<sup>120</sup> L'eau provenant de l'aquifère d'Ogallala fournit un cinquième des terres irriguées des États-Unis. Même si le rythme de diminution de la nappe phréatique de cet aquifère a ralenti ces dernières années<sup>121</sup>, la nappe continue à baisser d'environ 12 milliards de mètres cubes par an.<sup>122</sup>

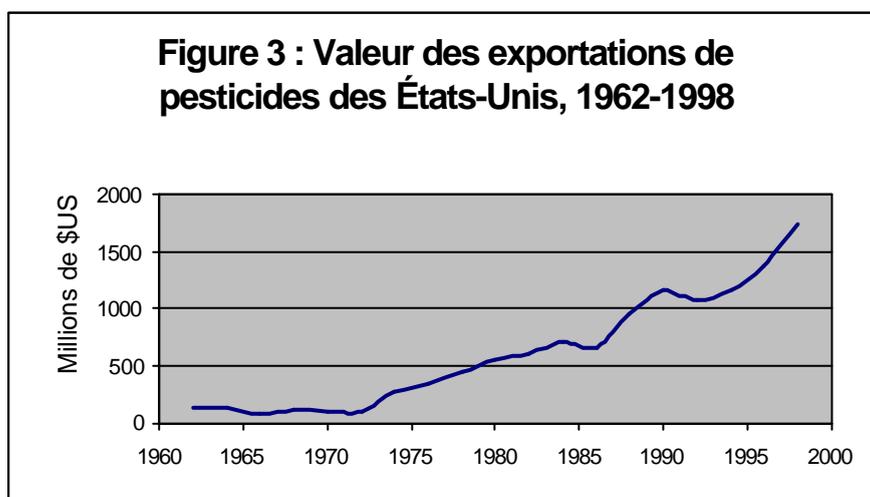
Si l'on se fie aux tendances récentes, on peut dire que la concurrence pour l'approvisionnement en eau se traduit par une victoire des régions urbaines sur l'agriculture. La demande d'eau à usage industriel et domestique, qui représentait environ un tiers de la demande totale au milieu des années 1990, devrait augmenter pour atteindre entre 45 et 50 % de la demande totale d'ici 2025.<sup>123</sup> Les responsables du PNUE prévoient qu'à l'échelle mondiale, cette réduction des quantités d'eau disponibles pour l'irrigation va nuire à la productivité agricole et pourrait limiter la capacité des pays où l'eau est rare à nourrir leur population.<sup>124</sup> En outre, en raison du

changement climatique, la demande d'irrigation va sans doute augmenter dans certaines régions d'Amérique du Nord, en particulier dans la Région des grandes plaines.<sup>125</sup> Déjà, l'irrigation et les besoins d'une population en augmentation nécessitent de grandes quantités d'eau souterraine, ce qui pose un grave problème le long de la frontière américano-mexicaine.<sup>126</sup>

- **UN NOUVEAU PROBLÈME : LES POLLUANTS ORGANIQUES RÉMANENTS**

Les pesticides contribuent à l'augmentation de la production alimentaire et, à l'échelle mondiale, on en fait une utilisation intensive, qui ne cesse d'augmenter : au cours des 50 dernières années, elle a été multipliée par 26.<sup>127</sup> La consommation totale de pesticides baisse à des rythmes différents dans les pays industrialisés depuis 1990, mais la toxicité de ces pesticides augmente depuis 1975.<sup>128</sup> Par contre, les ventes de pesticides dans les pays en développement sont en augmentation, et on continue à utiliser certains insecticides hautement toxiques.<sup>129</sup>

Neuf des douze produits chimiques tristement célèbres qui font partie de ce qu'on appelle *the dirty dozen* sont des pesticides, et la plupart de ces produits sont encore utilisés ou existent encore dans de nombreux pays. Ces douze produits sont interdits ou soumis à une réglementation stricte en Amérique du Nord<sup>130</sup>, même si les États-Unis exportent des pesticides qui sont interdits ou limités ou ne sont plus fabriqués vers d'autres pays, dont la plupart sont en développement. Par exemple, quatre millions de tonnes de chlordane et d'autres pesticides sont fabriquées par des compagnies américaines<sup>131</sup>; de plus, selon le World Resources Institute, les exportations de tels pesticides à partir des ports américains sont passées de 31 520 tonnes en 1992 à 38 352 tonnes en 1994.<sup>132</sup> La figure 3 illustre l'augmentation (en valeur) des exportations de pesticides par les États-Unis entre 1962 et 1998.



Source : FAOSTAT 1998

Un autre des graves problèmes que posent les polluants organiques rémanents (POR) est la contamination généralisée des écosystèmes de l'Arctique et de l'Antarctique, où l'on constate des niveaux élevés de POR chez la faune et les êtres humains.<sup>133</sup> Par exemple, les niveaux de chlordane (qui est un pesticide) sont dix fois plus élevés dans le lait maternel des femmes inuites que chez les femmes du sud du Canada.<sup>134</sup> La section ci-dessous, consacrée aux tendances en matière de qualité de l'air, contient plus d'information sur le transport à grande distance de ce type de polluants toxiques.

#### IV. EAU DOUCE

- *UN NOUVEAU PROBLÈME : LA RARETÉ DE L'EAU*

Les préoccupations soulevées par la rareté de l'eau sont de plus en plus nombreuses. Les données recueillies montrent que déjà, les réserves régionales ne suffisent plus à la demande d'eau douce des populations. Le manque d'eau risque de générer une certaine insécurité alimentaire, un déséquilibre des écosystèmes et des tensions politiques.<sup>135</sup> Dans une de ses évaluations, l'ONU fait observer que 47 pays, qui représentent un tiers de la population mondiale, connaissent des problèmes d'une gravité modérée à élevée concernant l'eau, ce qui signifie qu'entre 20 et 40 % de l'eau douce disponible dans ces pays est déjà utilisée.<sup>136</sup> Selon les projections démographiques de l'ONU, d'ici 2050, près de 40 % de la population mondiale vivra dans des pays qui manqueront d'eau.<sup>137</sup> On peut lire dans un rapport la conclusion suivante, partagée par un nombre croissant de spécialistes : « Les besoins d'eau de la planète vont sans doute devenir le problème le plus grave du XXI<sup>e</sup> siècle ».<sup>138</sup>

Entre 1900 et 1995, les prélèvements d'eau à l'échelle de la planète ont été multipliés par six, augmentant deux fois plus vite que la population.<sup>139</sup> Depuis 1940, ils ont augmenté de 2,5 % par an, ce qui est nettement supérieur à la croissance démographique.<sup>140</sup> Bien que les réserves mondiales en eau demeurent abondantes, elles sont inégalement réparties entre les pays et au sein de ceux-ci.<sup>141</sup> Par exemple, l'Amérique du Nord dispose d'importantes réserves d'eau douce mais, en raison d'une répartition inégale et de la forte demande dans certaines régions sèches, on observe des pénuries d'eau dans de nombreuses régions, y compris dans certaines régions des provinces canadiennes des Prairies, et en particulier dans le sud-ouest américain<sup>142</sup> et le nord du Mexique.

On prévoit une augmentation de la consommation d'eau d'ici 2010, puisque les populations toujours plus nombreuses vont avoir besoin de plus d'eau pour vivre, manger et travailler.<sup>143</sup> D'ici 2050, entre 1 et 2,4 milliards de personnes vivront dans des régions où l'eau sera rare. Si l'on en croit les actuelles prévisions, les réserves en eau vont être épuisées d'ici le siècle prochain.<sup>144</sup>

- *UNE NOUVELLE TENDANCE : LA CONCURRENCE AUGMENTE POUR L'ACCÈS À L'EAU*

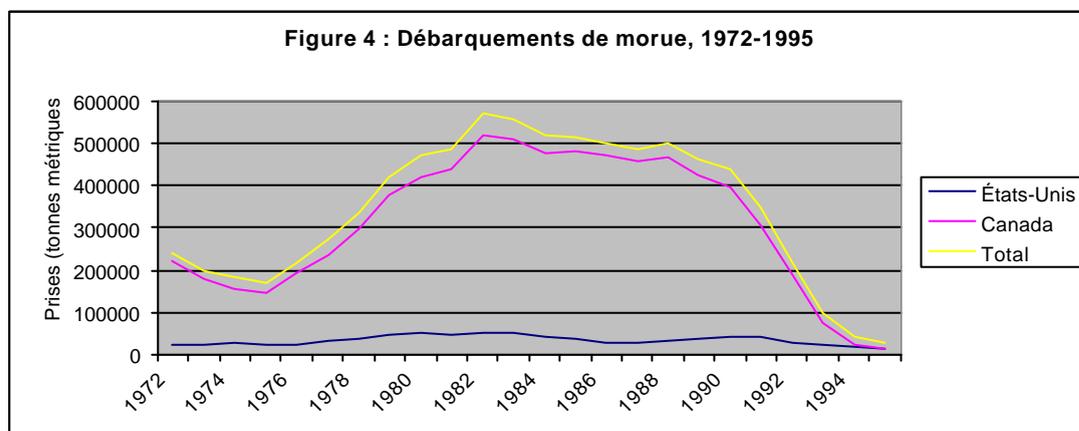
Ces dernières années, l'ONU a observé une forte augmentation de la concurrence entre utilisateurs de régions rurales et urbaines pour l'accès aux eaux de surface et aux eaux souterraines.<sup>145</sup> La concurrence que se livrent les villes et les campagnes pour l'eau prend de l'ampleur dans l'Ouest américain. Des villes de l'Arizona, de la Californie et du Colorado, entre autres, achètent actuellement de l'eau, des droits d'utilisation de l'eau ou des terres jouissant de tels droits.<sup>146</sup> Par exemple, les villes du sud-ouest des États-Unis peuvent obtenir des droits d'utilisation de l'eau dans les régions rurales en payant plus pour ces droits que ce qui est demandé aux agriculteurs.<sup>147</sup> En Amérique du Nord, les prélèvements d'eau destinés à l'agriculture diminuent depuis que l'utilisation d'eau à des fins domestiques a presque doublé, c'est-à-dire depuis les années 1960, en raison de la croissance démographique et de l'urbanisation.<sup>148</sup> Par ailleurs, la demande d'eau est en augmentation dans les régions sèches. On prévoit que la croissance démographique phénoménale que connaissent les régions sèches de l'intérieur dans l'Ouest américain va se poursuivre, et pourrait atteindre plus de 30 % d'ici 2020, accentuant du même coup la nécessité de conserver l'eau et d'élaborer des plans de gestion du partage de l'eau.<sup>149</sup>

## V. ÉCOSYSTÈMES MARINS

### • UNE TENDANCE INQUIÉTANTE : LA BAISSÉ DES STOCKS DE POISSON SAUVAGE

La surexploitation chronique de certaines espèces commerciales de poissons marins continue à menacer les écosystèmes marins de la planète. Le volume total de prises de poissons marins est en baisse depuis 1989, année où il a connu un niveau record avec 74,4 millions de tonnes. Le chiffre le plus haut jamais atteint pour les prises mondiales de poissons (sauvages et d'élevage) a été de 108,9 millions de tonnes en 1996, ce qui était six fois supérieur aux prises de 1950.<sup>150</sup> En 1950, pratiquement aucune espèce de poisson n'était surexploitée; mais, en 1996, c'était le cas de 35 % des espèces, et 25 % étaient sur le point de disparaître.<sup>151</sup> La FAO estime que les stocks de onze des quinze principaux champs de pêche de notre planète sont largement décimés et que 70 % des stocks de poissons marins présentant un intérêt commercial ont soit été totalement pêchés, soit surexploités, de sorte que la reproduction ne se fait pas assez vite.<sup>152</sup> Les rapports de la FAO indiquent que le taux d'augmentation de la récolte mondiale de poisson est presque nul.<sup>153</sup>

De plus, la FAO a défini des modèles séquentiels d'exploitation et d'épuisement des champs de pêche régionaux et de certains stocks de poisson. Les récoltes de poisson de grande valeur dans l'Atlantique ont connu des sommets à la fin des années 1960 et au début des années 1970; dans le Pacifique, c'était entre le milieu des années 1970 et la fin des années 1980 et dans l'océan Indien, au début des années 1990.<sup>154</sup> La tendance à la production de récoltes records de différentes espèces de poisson qui s'est dessinée a révélé une diminution du nombre de prises de poissons de fond de grande qualité, auxquels s'est substitué le poisson pélagique, de moins grande valeur.<sup>155</sup> Certains stocks de poisson ont connu une baisse phénoménale; ce fut le cas de la morue, de l'aiglefin et du sébaste dans certaines régions de l'Amérique du Nord.<sup>156</sup> La figure 4 illustre la forte diminution des débarquements de poisson entre 1972 et 1995.



Source : CCE 2000

Les données sur les États-Unis représentent le poids brut et les données sur le Canada, le poids vif.

Les prises de poisson au large de la côte est de l'Amérique du Nord sont passées de 2,5 millions de tonnes en 1971 à moins de 500 000 tonnes en 1994.<sup>157</sup> Vingt-et-un des 43 stocks de poisson de fond dans les eaux canadiennes de l'Atlantique Nord sont en baisse, 16 autres ne montrent aucun signe de croissance<sup>158</sup> et près du tiers des espèces de poisson gérées par les autorités fédérales américaines sont surexploitées.<sup>159</sup>

- *UNE NOUVELLE TENDANCE : L'AQUACULTURE*

L'aquaculture est l'un des secteurs les plus florissants de l'industrie alimentaire<sup>160</sup>, et la production mondiale a plus que doublé entre 1984 et 1994<sup>161</sup>, puis progressé à un rythme annuel de 11 % entre 1990 et 1995.<sup>162</sup> Avec la diminution d'un grand nombre de stocks de poisson sauvage, ce pourcentage va probablement augmenter; on prévoit que, dans des conditions favorables, la production mondiale du secteur de l'aquaculture pourrait presque doubler d'ici 2010.<sup>163</sup> En Amérique du Nord, l'élevage de poissons s'est considérablement développé, et les récoltes sont passées de 375 000 tonnes en 1985 à 548 000 tonnes en 1995. En seulement un an, soit en 1995–1996, le secteur mexicain de l'aquaculture a progressé de 7,4 %. L'industrie mexicaine de la culture des crevettes est en pleine expansion.<sup>164</sup>

L'aquaculture génère de nombreux coûts environnementaux, qu'il faut évaluer par rapport au rôle important qu'ils jouent en allégeant le stress subi par les stocks de poisson sauvage.<sup>165</sup> Les coûts environnementaux comprennent l'ajout d'éléments nutritifs nocifs provenant de la nourriture et des déchets rejetés dans les eaux locales, les maladies véhiculées par des poissons d'élevage, l'évasion de poissons génétiquement modifiés qui risquent de nuire à l'intégrité des stocks sauvages, et le fait qu'on utilise une grande quantité d'antibiotiques dans les aires délimitées.<sup>166</sup> Certaines données recueillies indiquent que l'élevage de crevettes est particulièrement nocif pour les habitats côtiers. Dans certaines régions, des mangroves sont détruites, ce qui a pour effet d'éliminer l'habitat d'un grand nombre d'espèces aquatiques, d'exposer les zones côtières à l'érosion et aux inondations, de modifier les réseaux hydrographiques et d'amplifier l'intrusion de sel.<sup>167</sup>

- *UNE NOUVELLE TENDANCE : LES RÉCIFS CORALLIENS SONT DE PLUS EN PLUS MENACÉS*

Dans le monde entier, on observe la disparition de récifs coralliens causée par le développement, la pollution de l'industrie et des éléments nutritifs, les activités destructives de pêche et de loisirs et le dragage.<sup>168</sup> Le WRI estime qu'à l'échelle mondiale, 58 % des récifs coralliens sont gravement menacés, que 27 % sont à haut risque<sup>169</sup> et que près de 10 % ont déjà été gravement endommagés.<sup>170</sup> La surexploitation liée à la pêche et au développement des régions côtières constitue la principale menace pour les récifs, touchant un tiers de l'ensemble des récifs de la planète.<sup>171</sup> Si les tendances actuelles se maintiennent, un tiers des récifs coralliens de notre planète seront détruits d'ici vingt ans.<sup>172</sup> Les récifs coralliens comptent parmi les éléments les plus riches en biodiversité, et certains pensent que, si l'homme continue à les agresser de la sorte, 20 % des espèces contribuant actuellement à cette biodiversité pourraient disparaître d'ici 40 ans.<sup>173</sup> Le Mexique possède des récifs coralliens dans les océans Atlantique et Pacifique; le plus grand, qui est le grand récif des mayas, au large des côtes du Yucatán, fait partie de la deuxième barrière de récifs coralliens au monde. Les États-Unis comptent 16 879 km<sup>2</sup> de récifs coralliens, dont les plus longs se trouvent au sud de la Floride et dans les *Keys*.<sup>174</sup>

- *UNE NOUVELLE TENDANCE : L'AUGMENTATION DE LA FIXATION DE L'AZOTE*

L'azote généré par les activités terrestres qui pénètre dans les écosystèmes marins (écoulement des eaux agricoles et eaux usées rejetées par les villes) a créé un problème mondial de surcharge d'azote.<sup>175</sup> Chaque année, plus de 40 millions de tonnes d'azote sont transportées par les cours d'eau et entrent dans les estuaires et les eaux côtières.<sup>176</sup> Les engrais sont la principale source de l'azote qui pénètre dans les cours d'eau. La consommation mondiale d'engrais a été multipliée par dix entre 1950 et 1989.<sup>177</sup> L'azote représente 66 % des engrais consommés dans les pays en développement et 55 % dans les pays développés.<sup>178</sup> Dans les pays industrialisés, en raison de l'élevage intensif du bétail dans des parcs d'engraissement et de l'augmentation phénoménale des populations de bétail (le nombre de bovins a augmenté de 40 % entre 1961 et 1997, par exemple), de grandes quantités de fumier se déposent dans l'environnement. Aux États-Unis, environ 40 %

des quelque 160 millions de tonnes de fumier produites annuellement proviennent d'animaux élevés en claustration et doivent être éliminés. Le fumier est une des sources de l'azote qui pénètre dans l'environnement; selon une estimation, il représente 32 millions de tonnes d'azote par an.<sup>179</sup>

La surcharge d'azote semble actuellement en augmentation dans les régions côtières de la planète, et cette tendance va probablement se poursuivre.<sup>180</sup> La consommation mondiale d'engrais va augmenter d'au moins 55 % d'ici 2010 si les pratiques actuelles sont maintenues.<sup>181</sup> Selon une estimation, la présence de composés azotés va augmenter d'au moins 25 % dans les régions plus développées comme l'Amérique du Nord, et va au moins doubler dans les régions moins développées.<sup>182</sup>

Les surcharges d'azote dans les écosystèmes aquatiques déclenchent un processus de surfertilisation entraînant l'hypoxie (épuisement d'oxygène), qui est considérée comme l'une des plus graves menaces pour les environnements aquatiques, en particulier dans les estuaires côtiers et les eaux côtières.<sup>183</sup> Il y a aujourd'hui dans le monde trois fois plus de régions côtières privées d'oxygène qu'il y a trente ans.<sup>184</sup> Il existe déjà en Europe du Nord et dans le nord-est de l'Amérique du Nord des lieux où l'azote crée des problèmes. On sait que 52 % des estuaires américains connaissent un certain degré d'épuisement d'oxygène.<sup>185</sup> Chaque année, ce processus fait apparaître dans le golfe du Mexique une « zone morte » hypoxique, qui peut atteindre la superficie du New Jersey après des épisodes de pollution fluviale plus marquée.<sup>186</sup>

- *UN NOUVEAU PROBLÈME : LE DÉVELOPPEMENT D'ALGUES ET DE MICRO-ORGANISMES TOXIQUES*  
Le développement d'algues toxiques associées à la présence d'éléments nutritifs est en augmentation, ce qui cause des dommages au poisson, ainsi qu'aux oiseaux et aux mammifères marins.<sup>187</sup> Dans de nombreuses zones côtières, la répartition, la fréquence et la gravité de cette prolifération (également qualifiée de « marée rouge ») ont progressé<sup>188</sup>; mais elle s'étend également à de nouveaux secteurs et devient de plus en plus dangereuse.<sup>189</sup> La quantité excessive d'éléments nutritifs est également à l'origine de certaines conditions qui ont accru la fréquence d'apparition de micro-organismes toxiques dans les eaux côtières.<sup>190</sup> Ces dernières années dans certaines régions côtières de l'est des États-Unis, les toxines libérées par le micro-organisme *Pfiesteria piscicida* ont déclenché un certain nombre d'épidémies massives de maladies des poissons, la mort de nombreux poissons et des problèmes de santé connexes chez les humains, tandis que d'autres organismes similaires présents des côtes des Carolines au golfe du Mexique peuvent également devenir toxiques dans les eaux riches en azote.<sup>191</sup>

- *UNE NOUVELLE TENDANCE : LES EAUX CÔTIÈRES SONT MENACÉES*  
À l'heure actuelle, plus de la moitié des eaux côtières de la planète sont menacées par les activités humaines<sup>192</sup>, et les pressions qu'imposent aux écosystèmes côtiers la croissance démographique dans les régions côtières et le développement connexe vont sans doute s'aggraver. Environ 37 % de la population mondiale vit à moins de 100 kilomètres d'une côte. La densité de population côtière est deux fois plus élevée que la moyenne planétaire<sup>193</sup> et seize des plus grandes villes au monde se trouvent en bord de mer, dont près de 40 % comptent plus de 500 000 habitants.<sup>194</sup> Par ailleurs, les populations côtières augmentent rapidement à l'échelle mondiale<sup>195</sup> et l'on s'attend à ce qu'une bonne partie de la croissance future se produise dans les pays en développement.<sup>196</sup>

Plus de la moitié des Américains vivent à moins de 130 kilomètres de l'océan. Les populations côtières augmentent quatre fois plus vite que la moyenne nationale aux États-Unis<sup>197</sup>, et certains des taux de croissance les plus élevés sont observés dans de petites villes côtières.<sup>198</sup> On prévoit que, d'ici 2025, 75 % des citoyens américains vivront dans des régions côtières.<sup>199</sup> Actuellement, 23 % de la population canadienne vit dans des villes ou des villages côtiers, et les destinations

touristiques au Mexique (sur la mer des Caraïbes ou dans le golfe) attirent un nombre toujours plus élevé de touristes.<sup>200</sup> Au cours des dix prochaines années, les Nord-Américains vont continuer à être attirés vers les côtes, que ce soit pour y vivre, pour s'y distraire ou pour y faire du tourisme.<sup>201</sup>

Les écosystèmes côtiers sont les endroits les plus riches en biodiversité marine.<sup>202</sup> La conversion de terres en zones côtières à des fins d'urbanisation impose un plus grand stress environnemental à ces régions fragiles, notamment la dégradation physique résultant de la construction d'infrastructures, de l'exploitation des ressources marines et de la pollution atmosphérique et terrestre. Les plus menacés sont les écosystèmes les plus productifs, par exemple les platins, les marécages d'eau salée, les herbiers, les mangroves, les estuaires et les terres humides.<sup>203</sup> L'augmentation prévue du développement côtier est de mauvais augure pour la santé des écosystèmes marins.

## VI. AIR

- *UNE TENDANCE INQUIÉTANTE : LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE*

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a conclu que l'activité humaine a contribué à la tendance récente au réchauffement et que le changement climatique du globe pourrait avoir des conséquences graves pour les systèmes humains et naturels.<sup>204</sup> Les émissions globales de carbone ont presque quadruplé depuis 1950, et les émissions dégagées par le brûlage des combustibles fossiles ont atteint un nouveau sommet de 5,7 milliards de tonnes en 1997, soit une augmentation de 1,5 p. 100 par rapport à l'année précédente.<sup>205</sup> L'augmentation nette de carbone dans l'atmosphère atteint environ 3,2 milliards de tonnes par an.<sup>206</sup> Le brûlage des combustibles fossiles est la principale source de gaz à effet de serre et le CO<sub>2</sub> est le premier parmi ceux-ci. Plus de 80 p. 100 des émissions annuelles de CO<sub>2</sub> proviennent de la production d'énergie<sup>207</sup>, et les automobiles dégagent plus de 15 p. 100 des émissions globales de combustibles fossiles de CO<sub>2</sub>.<sup>208</sup>

L'Amérique du Nord émet plus de gaz à effet de serre que toutes les autres régions, sauf l'Asie, et les émissions sont en hausse.<sup>209</sup> Le Worldwatch Institute estime que l'Américain moyen dégage 21 fois plus de carbone que l'Indien typique.<sup>210</sup> Les États-Unis émettent plus de carbone que tous les autres pays avec 23 p. 100 du total. Les émissions par tête y sont également supérieures à celles des autres pays.<sup>211</sup> Entre 1990 et 1996, les émissions dans ce pays ont augmenté de 8,8 p. 100; l'augmentation s'établissait à 3,5 p. 100 en 1996 seulement.<sup>212</sup> La figure 5 illustre la hausse des émissions de CO<sub>2</sub> provenant de la consommation de combustibles fossiles et de la production de ciment en Amérique du Nord entre 1950 et 1996.

**Figure 5 : Émissions de CO<sub>2</sub> provenant de la consommation de combustibles fossiles et de la production de ciment en Amérique du Nord entre 1950 et 1996**



Source: CCE 2000

Le climat de la terre s'est réchauffé d'environ un demi-degré pendant ce siècle.<sup>213</sup> Les trois dernières décennies ont connu la hausse la plus rapide : de 13,99 degrés Celsius en 1969–1971, la température globale moyenne est passée à 14,43 degrés Celsius en 1996–1998, enregistrant un gain de 0,44 degrés Celsius.<sup>214</sup> Les changements au climat global dus à l'action humaine pourraient causer de graves problèmes dans de nombreuses régions du monde.<sup>215</sup>

- *PROBLÈME À VENIR : LES IMPACTS ASSOCIÉS AU CLIMAT*

Le GIEC prédit que, si le taux d'utilisation des combustibles fossiles maintient son cours, les émissions de CO<sub>2</sub> doubleront par rapport aux niveaux préindustriels d'ici à 2050 et que la température en surface moyenne de la terre augmentera de 1 à 3,5 degrés d'ici à 2100 – c'est le taux de changement le plus rapide qui ait été enregistré au cours des derniers 10 000 ans.<sup>216</sup> Les effets des changements climatiques sur les écosystèmes demeurent difficiles à prédire. Un rapport résume les résultats éventuels à grande échelle : « des changements dans les frontières, la structure et le fonctionnement des systèmes écologiques, particulièrement en ce qui concerne les forêts où il pourrait y avoir un dépérissement à court terme et un déplacement des frontières de l'ordre de 150 à 650 kilomètres vers le pôle; une diminution de la production agricole dans les régions tropicales et subtropicales, même si la production vivrière mondiale ne diminue pas; un approvisionnement en eau potable moins prévisible; et le transfert de dizaines de millions de personnes vivant dans les États insulaires et les régions deltaïques basses, si le niveau de la mer augmente d'un mètre ». <sup>217</sup> L'aire de distribution idéale de nombreuses essences forestières nord-américaines pourrait se déplacer de 300 km vers le nord<sup>218</sup>, un des nombreux changements dus au

réchauffement du globe qui pourraient affecter l'écosystème nord-américain. La faible hausse des températures fait déjà fondre les calottes glaciaires et les glaciers.<sup>219</sup> Certains scientifiques croient que les récents changements climatiques sont en grande partie responsables de la fréquence et de la gravité accrues de certains types de catastrophes naturelles, notamment des ouragans et des tornades en Amérique du Nord.<sup>220</sup>

- *UN NOUVEAU PROBLÈME : LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE ET LA RECRUESCENCE DES MALADIES RESPIRATOIRES ET AUTRES*

En moyenne, la qualité de l'air en région urbaine au Canada et aux États-Unis (et dans la plupart des autres pays développés) s'est améliorée au cours des 20 dernières années, bien que certaines grandes villes – notamment Los Angeles et Mexico – aient encore de graves problèmes de pollution atmosphérique urbaine. Alors que le dioxyde de carbone et le plomb diminuent dans la plupart des villes canadiennes et américaines, les niveaux d'ozone troposphérique et de particules fines ne baissent pas.<sup>221</sup> Certes, la pollution par l'ozone est devenue endémique dans les villes d'Europe, d'Amérique du Nord et du Japon par suite de l'accroissement du nombre de véhicules automobiles et des émissions industrielles.<sup>222</sup> Parmi les produits chimiques industriels inscrits aux registres des rejets et des transferts de polluants en Amérique du Nord, les rejets les plus importants ont eu lieu dans l'air.<sup>223</sup> Bien que les États-Unis causent 90 p. 100 des rejets et des transferts de produits chimiques en Amérique du Nord, la contribution du Canada reste trop élevée par rapport à sa taille.<sup>224</sup> Les niveaux de particules fines et d'ozone troposphérique sont également associés à l'expansion tentaculaire des villes et à l'augmentation du nombre de véhicules automobiles et des distances parcourues.<sup>225</sup> Tous les pays membres de l'OCDE excèdent les critères de l'OMS en matière d'ozone; à Mexico, les niveaux d'ozone demeurent élevés en dépit des efforts en vue de contrôler la pollution atmosphérique et, en 1995, ils ont excédé la norme nationale pendant 324 jours.<sup>226</sup>

La contribution de la pollution atmosphérique à certaines maladies respiratoires et cardiovasculaires qui portent atteinte à la santé et entraînent le décès des personnes vulnérables est bien documentée. Les données épidémiologiques provenant des villes américaines portent à croire qu'un grand nombre de personnes sont exposées à des niveaux de pollution atmosphérique susceptibles de nuire à leur santé. L'Institut des ressources mondiales rapporte que 80 millions d'Américains sont exposés à des niveaux de pollution atmosphérique qui peuvent nuire à la santé<sup>227</sup> et le PNUE indique que la pollution atmosphérique pourrait causer la mort de 50 000 personnes chaque année, ce qui représente plus de 2 % de tous les décès dans ce pays.<sup>228</sup> Les particules en suspension rejetées par les véhicules et autres sources contribuent au décès de 6 400 personnes à Mexico chaque année, et environ 29 % des enfants ont une concentration sanguine malsaine.<sup>229</sup> La pollution atmosphérique est désormais associée à une hausse spectaculaire des cas d'asthme parmi les enfants et les jeunes adultes, surtout dans les pays riches, au cours des deux dernières décennies.<sup>230</sup> On croit que l'ozone, une des principales composantes du smog, exacerbe les symptômes de l'asthme. On estime que les niveaux élevés d'ozone dans treize villes américaines ont pu occasionner de 10 000 à 15 000 hospitalisations additionnelles et de 30 000 à 50 000 visites additionnelles à des salles d'urgence pendant la saison propice à la formation d'ozone 1993-1994.<sup>231</sup> Les effets des polluants atmosphériques acides sur la santé des personnes vulnérables, notamment, des jeunes, des personnes âgées et des personnes atteintes de troubles respiratoires sont bien documentés.<sup>232</sup>

- *UN NOUVEAU PROBLÈME : LE TRANSPORT À GRANDE DISTANCE DES SUBSTANCES TOXIQUES*

Il devient de plus en plus évident que les courants atmosphériques peuvent transporter de nombreux polluants toxiques sur des grandes distances, si bien que des problèmes de santé connexes surviennent dans des environnements jadis considérés comme vierges. Le PNUE

rapporte qu'il semble exister un processus global de distillation selon lequel les vents transportent les polluants évaporés dans les régions plus chaudes vers des endroits éloignés, notamment en Arctique, où ils provoquent une condensation et convergent vers les chaînes alimentaires.<sup>233</sup> On a décelé dans l'Arctique des concentrations élevées de toxines telles que les BPC, le DDT, le toxaphène, l'hexachlorobenzène, le chlordane, le lindane, le dieldrine, le mercure et les dioxines.<sup>234</sup>

Le transport à grande distance de ces polluants atmosphériques suscite des inquiétudes en Amérique du Nord.<sup>235</sup> À titre d'exemple, une proportion importante de mercure présent dans l'air, provenant des régions industrialisées des États-Unis et du Canada, circule loin des points d'origine<sup>236</sup>, causant des concentrations de mercure particulièrement élevées dans le nord-est des États-Unis, au Canada et dans l'Arctique. Dans l'Arctique, la teneur en mercure élevée semble attribuable en partie à des sources éloignées, situées notamment en Europe et en Russie.<sup>237</sup> La concentration élevée de mercure dans les poissons et les mammifères marins de l'Arctique place un pourcentage de femmes et les personnes non encore nées dans la catégorie des «risques croissants».<sup>238</sup>

Les POR peuvent être transportés sur de longues distances et nombre d'entre eux convergent tôt ou tard vers les latitudes boréales, par suite des schémas de déplacement nébuleux atmosphériques, de leur tendance à la volatilisation répétée et de la distillation globale.<sup>239</sup> Un rapport préparé récemment par la CCE démontre que les émissions de dioxine d'origine nord-américaine, dont 74 à 85 % viennent des États-Unis, sont à l'origine de 85 à 98,5 % des dépôts atmosphériques aux huit stations de surveillance du territoire polaire canadien du Nunavut.<sup>240</sup> On a également constaté l'apparition de concentrations élevées d'un autre POR, le chlordane, dans le lait maternel des femmes inuites.<sup>241</sup>

L'ozone troposphérique, composante principale du smog, compte également parmi les polluants transportés dans les corridors aériens nord-américains. Comme on l'a démontré précédemment, il entrave sérieusement les fonctions respiratoires. Il pourrait également mener à une inhibition ou à une interférence immunitaire. Naguère encore, ces deux symptômes étaient considérés comme des problèmes locaux. Il semble désormais que l'ozone et ses précurseurs (les NO<sub>x</sub> et les COV) parcourent des distances relativement longues dans l'atmosphère et sont transportés de région en région. Étant donné que les concentrations sont additives, l'ozone ou ses précurseurs arrivant d'ailleurs créent des conditions dangereuses même aux endroits où les émissions locales sont modérées.<sup>242</sup>

- *UN NOUVEAU PROBLÈME : L'ACTION PERSISTANTE DES DÉPÔTS ACIDES*

Les dépôts acides constituent un problème majeur dans les pays en développement, particulièrement dans les régions d'Asie et du Pacifique où l'utilisation du charbon et du pétrole soufrés est en hausse.<sup>243</sup> Par contre, les règlements restreignant les émissions de soufre dans les pays industrialisés ont mené à une diminution de la pollution transfrontalière. Dans l'est de l'Amérique du Nord, les dépôts de sulfates acides dans les lacs et les rivières ont baissé au cours des 25 dernières années. Cependant, on pense maintenant que les dommages causés par les dépôts acides pourraient être plus graves et durables qu'on ne le croyait auparavant. Certaines régions fragiles ne se remettent pas aussi rapidement que prévu<sup>244</sup>, et il y a une incertitude scientifique à propos de la cause. Une étude de l'EPA portant sur cinq régions nord-américaines et trois régions européennes entre 1980 et 1995 a démontré que dans une immense région délimitée par le Manitoba, le secteur supérieur des Grands Lacs, le Québec et le Vermont, les ruisseaux et les lacs n'ont pas récupéré. Il est probable que la diminution des concentrations de sulfate a graduellement empêché le sol de neutraliser l'acide. Une autre explication associe le problème des dépôts acides aux autres problèmes de pollution dus à la combustion de combustibles fossiles

et maintient que ces problèmes ne devraient pas être étudiés séparément.<sup>245</sup> À titre d'exemple, le carbone absorbe les rayons ultraviolets, mais les changements climatiques et l'acidification ont entraîné une diminution des concentrations organiques dissoutes de carbone dans les lacs de l'Amérique du Nord au moment où la diminution de la couche d'ozone a causé une hausse des rayons ultraviolets. Le phénomène a mené à une pénétration plus profonde des rayons ultraviolets dans les eaux lacustres et à une augmentation du taux de décès et de maladie parmi les poissons et les plantes aquatiques.<sup>246</sup>

#### **QUATRIÈME PARTIE :** **EMPREINTES ÉCOLOGIQUES, ANALYSE DES FLUX DE MATÉRIAUX, MODÈLE D'IMPACT ET MODÈLE DE SIMULATION DE L'EAU**

Les indicateurs économiques standard – qui donnent une idée des mouvements financiers au sein d'une économie – fournissent des données incomplètes sur les répercussions pour l'environnement de l'activité économique. Nous devons élaborer de nouveaux outils d'information pour pouvoir surveiller les progrès réalisés vers le développement d'économies plus soucieuses de l'environnement et la durabilité à long terme. Ces indicateurs devraient mesurer les dimensions physiques des économies, ainsi que leurs dimensions financières.

Comme on l'a vu précédemment, les trois pays membres de la CCE ont demandé au Secrétariat d'examiner deux méthodes dans le cadre de sa réflexion sur l'avenir : la méthode de l'empreinte écologique et l'analyse des flux de matériaux. Bien qu'il s'agisse de deux méthodes différentes, elles sont similaires en ce sens qu'elles fournissent des renseignements sur les effets biophysiques de l'actuelle production totale et par habitant, et nous proposent des moyens d'envisager les futures capacités d'absorption.

Ces deux méthodes permettent en outre de structurer les indicateurs environnementaux complexes de manière à les rendre accessibles au public mais aussi aux experts. Comme on le verra plus loin, elles mettent toutes deux l'accent sur les répercussions biophysiques de nos économies. Mais surtout, elles présentent divers aspects de la notion de *limites biophysiques*.

Compte tenu de l'objet des deux méthodes, la prochaine étape du projet de la CCE consiste à examiner différents indicateurs environnementaux à l'aide de chacune. Nous examinerons les indicateurs suivants : modification de l'utilisation des terres découlant de la concurrence entre usage agricole et urbanisation, axée sur l'utilisation de l'eau; et modification de l'utilisation des terres touchant les forêts, les indicateurs étant alors la couverture forestière totale, l'évolution de la qualité des forêts et de l'utilisation des terres, et la modification des régions riches en biodiversité.

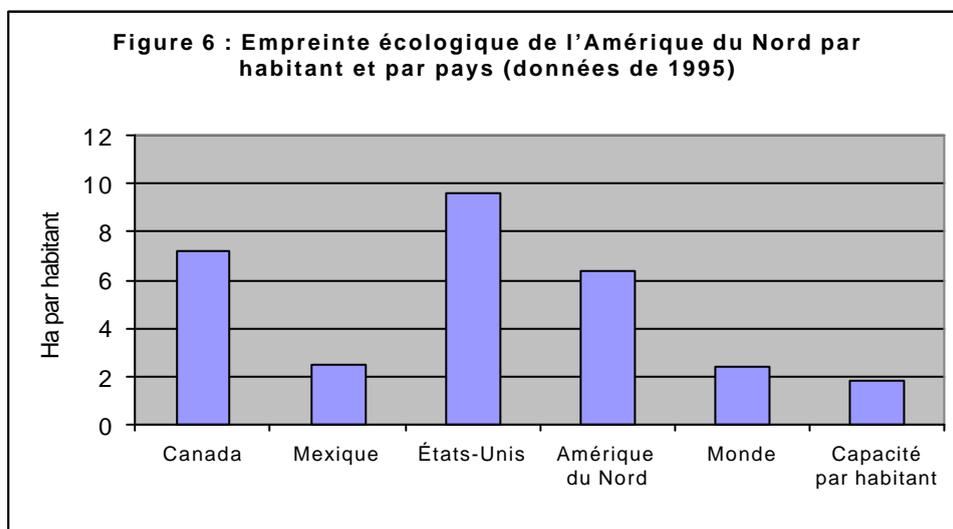
##### *I. EMPREINTE ÉCOLOGIQUE*

Le concept d'empreinte écologique (EE) est l'un des indices les plus populaires et les mieux compris, ou l'un des macro-indicateurs de la relation entre flux de matériaux ou flux physiques et effets environnementaux. Depuis sa création, l'EE est considérée comme un outil pédagogique efficace et comme un outil d'analyse fiable. Elle vise à faire comprendre les actuels besoins totaux en ressources humaines, de façon à qu'ils soient à la fois concrets d'un point de vue biophysique et accessibles aux spécialistes et aux novices. En fait, ce terme, qui a été créé et popularisé par Rees et Wackernagel au début et au milieu des années 1990,<sup>247</sup> figure maintenant dans les dictionnaires,<sup>248</sup> en tant que puissante métaphore et outil pédagogique permettant de

comprendre l'impact des activités humaines et son lien avec l'environnement.<sup>249</sup> Cette approche constitue un outil de comptabilisation qui regroupe les effets de l'activité humaine sur la biosphère en un seul chiffre : l'espace biproductif occupé exclusivement par une activité humaine donnée.<sup>250</sup> Wackernagel définit ainsi l'empreinte écologique : « toute population définie (une seule personne, une ville ou un pays tout entier)... exprimée par la superficie des terres et des eaux biproductives requises uniquement pour produire les ressources consommées et pour assimiler les déchets produits par cette population, en utilisant la technologie du moment. »[TRADUCTION]<sup>251</sup> Les terres productives qui constituent le capital naturel et génèrent un grand nombre des flux de ressources et des services rendus par la nature permettent de définir l'état précis du monde dans des termes faciles à comprendre.<sup>252</sup>

L'approche de l'EE s'appuie sur des statistiques gouvernementales fiables et combine les diverses utilisations que fait l'homme des services écologiques de manière à respecter les principes thermodynamiques et écologiques. Wackernagel et ses collaborateurs précisent que les chiffres obtenus sous-estiment le nombre de régions biproductives nécessaires à la vie humaine, parce qu'ils se basent sur des données de production optimistes, n'incluent pas tous les usages que l'on fait de la nature<sup>253</sup>, et font une estimation très prudente de la superficie des régions biproductives, ce qui fait que l'utilisation d'autres espèces est presque nulle.<sup>254</sup>

Les calculs visant les pays d'Amérique du Nord révèlent dans quelle mesure les pays très développés influent sur l'environnement planétaire. En chiffres de 1995, l'EE du citoyen américain moyen est estimée à 9,6 ha, celle du Canadien moyen, à 7,2 ha et celle du Mexicain moyen, à seulement 2,5 ha.<sup>255</sup> Le tableau Thus,2 résume les calculs utilisés pour obtenir l'EE du Canada par habitant. L'EE moyenne en Amérique du Nord est de 6,4 ha, alors que la moyenne mondiale est de 2,4 et que l'actuelle capacité disponible par habitant est de 1,8 ha (Figure 6).



Source : Redefining Progress, 1999

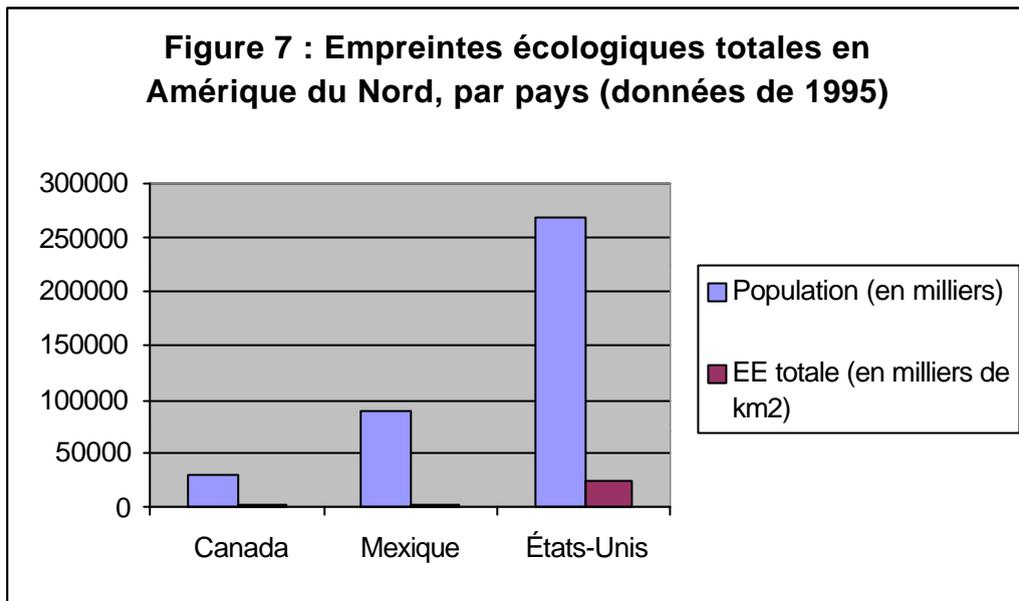
**Tableau 2 : Exemple de calcul – Empreinte écologique du Canada**

DEMANDE				OFFRE			
EE (par habitant)				BIOCAPACITÉ EXISTANTE AU SEIN DU PAYS (par habitant)			
Catégorie	Total	Facteur d'équivalence	Equivalent total	Catégorie	Facteur de rend.	Superficie nationale	Sup. équival. ajustée selon le rendement
	[ha/hab.]	[ - ]	[ha/hab.]			[ha/hab.]	[ha/hab.]
Energie fossile	2,958020714	1,167797673	3,454369707	Terre d'absorption de CO <sub>2</sub>		0	0
Zone bâtie	0,241130115	2,833270913	0,68318694	Zone bâtie	1,059588	0,227569635	0,68318694
Terre arable	0,455004385	2,833270913	1,28915069	Terre arable	1,059588	1,547513775	4,645792052
Pâturage	1,603590732	0,439507006	0,704789361	Pâturage	1,052061	1,037106319	0,479545584
Forêt	0,86936801	1,167797673	1,01524594	Forêt	0,444279	15,32912727	7,953181893
Mer	1,08875568	0,063480062	0,069114278	Mer	1	3,285117151	0,208539439
				TOTAL existant		21,42643415	13,97024591
TOTAL utilisé	7,215869636		7,215856916	TOTAL disponible (moins 12 % pour la biodiversité)			12,2938164

On peut calculer la capacité de peuplement de la planète par habitant en divisant la superficie totale des terres et des mers bioproductives par le nombre d'habitants. Sur les 2,1 ha nécessaires aux besoins de chaque personne, 1,6 ha sont des écosystèmes terrestres naturels et gérés par l'homme, et 0,5 ha sont des océans écoproductifs. Si 12 % de l'espace bioproductif de la planète est transformé en aires protégées destinées à la préservation des espèces sauvages, l'espace disponible pour chaque personne sera réduit à 1,8 ha. C'est pourquoi on utilise ce point de référence écologique pour comparer l'EE des personnes ou des pays. Le « déficit écologique global d'une région » est l'écart entre la consommation moyenne d'une personne vivant dans cette région (mesurée comme une empreinte) et la biocapacité disponible par habitant de la planète.<sup>256</sup> Selon ce calcul, l'EE nord-américaine moyenne dépasse de 4,7 ha la capacité de peuplement de notre planète par habitant.

Il existe deux approches de base du calcul de l'empreinte écologique. On utilise la mesure d'empreinte combinée (*compound footprinting*), approche la plus complète et la plus fiable, à l'échelle nationale en retraçant toutes les ressources consommées et les déchets émis par un pays. On calcule la consommation en ajoutant les importations à la production intérieure et en soustrayant les exportations de quelque 60 catégories de matériaux. Les ressources primaires et les produits fabriqués circulant au sein de l'économie sont inclus dans ce calcul. Pour exprimer l'utilisation des ressources en unités spatiales, on divise la quantité totale consommée par la productivité écologique de chaque ressource, et on divise le volume total de déchets par la capacité correspondante à absorber les déchets. Pour éviter toute exagération de la valeur de l'EE, on vérifie chaque élément par un double comptage en n'ajoutant pas les fonctions écologiques secondaires une fois qu'un espace s'est vu créditer une utilisation principale. On parvient à établir des unités de mesure comparables en ajustant les éléments selon leur productivité biologique, de sorte que les terres dont la capacité de production moyenne est plus élevée occupent davantage de place dans le calcul de l'EE, et en ajustant la capacité relative des ressources écologiques du pays concerné à s'adapter aux EE. Les résultats obtenus donnent un chiffre pour l'EE nationale totale et un chiffre pour la capacité biologique globale du pays. La région accuse un déficit écologique si l'EE excède sa capacité.

Les calculs effectués pour l'Amérique du Nord donnent les résultats suivants : l'EE totale des États-Unis est de 25,5 millions de km<sup>2</sup>, mais leur capacité totale s'élève à 14,7 millions de km<sup>2</sup> (Figure 7). Par habitant, cela signifie que le pays accuse un déficit de -4,1 ha. Le déficit par habitant du Mexique est de -1,3 ha, tandis que le Canada possède encore 5,1 ha de capacité disponible par habitant. Les deux autres pays susmentionnés sont donc des importateurs nets de capacité écologique. Dans le cadre d'un classement des 52 pays pour lesquels on a établi une EE, les États-Unis, le Canada et le Mexique se classent respectivement aux premier, troisième et trente-septième rangs.



Source : Redefining Progress, 1999

L'étude de l'empreinte écologique de 52 pays révèle que ces pays importent leur capacité écologique et que l'EE de l'humanité est en réalité supérieure à l'espace bioproductif de notre planète.<sup>257</sup> L'EE totale de l'humanité peut excéder la capacité de la planète dans une situation de « dépassement », parce que la capacité de la nature à rendre des services comme l'absorption des déchets peut être dépassée pendant une certaine période, et les ressources peuvent être récoltées plus vite qu'elles ne se régénèrent pendant un certain temps avant d'être épuisées. En outre, les progrès technologiques, le faible coût de certaines sources d'énergie et l'accès plus facile aux ressources éloignées peuvent masquer certaines contraintes imposées par la rareté croissante des ressources.<sup>258</sup>

La deuxième méthode de calcul de base, à savoir la mesure d'empreinte par élément (*component-based footprinting*), est plus souple et plus instructive lors du calcul de l'EE des personnes ou des organisations. Grâce à cette méthode, chaque catégorie de consommation est ajoutée mais, parce que les données fiables sur la consommation indirecte sont rares (par exemple, sur la valeur énergétique des produits), cette méthode peut générer des erreurs.<sup>259</sup>

L'approche du calcul de l'EE n'est pas un modèle prévisionnel, qui ne rend compte que du statut reflété par les données recueillies. Cependant, en élaborant des scénarios hypothétiques, elle peut montrer quels types de changements il faudrait apporter pour réduire les EE nationales afin de respecter la capacité de peuplement de la Terre.<sup>260</sup> Par exemple, en calculant les EE pour diverses options, on peut utiliser ce modèle pour évaluer différentes stratégies et trouver ainsi des moyens

plus efficaces de répondre aux besoins de l'homme.<sup>261</sup> À ce titre, il peut s'avérer un outil utile pour pondérer les avantages des politiques axées sur la durabilité.<sup>262</sup>

La méthode de calcul de l'EE est intéressante, dans la mesure où elle regroupe des modèles très complexes d'utilisation des ressources en un seul chiffre global, à savoir la superficie des terres équivalentes requises. En tant qu'indicateur de l'état de l'environnement et des ressources naturelles, l'EE présente l'avantage de créer un seul et unique chiffre, qui ne tient néanmoins pas compte des autres efforts d'établissement d'indicateurs environnementaux globaux.

Néanmoins, comme c'est le cas de toute compilation de données, il faut être très prudent sur le type de données que l'on regroupe, ainsi que sur les raisons pour lesquelles et la façon dont différents indicateurs sont comparés, pondérés et moyennés. Même si l'EE peut donner une idée de certains indicateurs indirects de l'utilisation des ressources, les économistes débattent actuellement de la mesure dans laquelle l'EE nous informe à propos des capacités de peuplement, et de la rapidité présumée des innovations technologiques, et se demandent si nous sommes en train de nous écarter de nos objectifs de durabilité<sup>263</sup>.

Même si elle n'est pas un outil prévisionnel, l'EE suggère quand même l'existence d'un équilibre biophysique relatif ou d'une capacité de peuplement de chaque pays, en s'appuyant sur une estimation provisoire des terres équivalentes utilisées par habitant. Selon la façon dont on tient compte de l'innovation technologique (est-ce que les nouvelles technologies à venir vont permettre de « régler » certains problèmes environnementaux?), et en fonction du rythme prévu de croissance démographique, on peut utiliser le calcul de l'EE pour suggérer de futurs moyens d'utiliser les ressources. Dans le cas des États-Unis, cela signifie qu'il faut réduire l'actuel déficit de l'EE, qui est de -4,1 ha par habitant. Cette réduction est plus compliquée pour le Mexique, compte tenu du taux actuel de croissance démographique, combiné à l'actuel déficit de -1,3 ha par habitant.

Cette méthode suggère également ce que devrait être l'EE moyenne, en fonction d'un niveau mondial. Chaque habitant de notre planète dispose de 1,8 hectare de terres écologiquement productives. Cela inclut les réserves naturelles strictes, qui ne devraient pas être utilisées pour des activités humaines. Si l'on suppose que le Nord-Américain type consomme aujourd'hui trois fois sa part de terres disponibles selon la moyenne mondiale, que nous réserve l'avenir?

Prenez par exemple un indicateur clé de la qualité de l'environnement : l'eau douce. Selon les prévisions actuelles, quatre milliards de personnes dans le monde vont connaître des problèmes liés à l'eau, et 2,3 milliards vont vivre un stress très important à cet égard. D'ici 2050, la moitié de la population mondiale (soit près de 5 milliards de personnes) vivra dans des régions qui connaîtront des problèmes d'eau, et 3 milliards subiront un stress très important. Un scénario – qui n'est pas basé sur l'EE, mais est néanmoins pertinent – prévoit que, d'ici 2025, 37 % des Canadiens et des Américains connaîtront des problèmes d'eau.<sup>264</sup>

Évidemment, les prévisions ci-dessus sont discutables. Pourtant, la méthode de calcul de l'EE nous montre que, si les niveaux actuels d'utilisation des terres productives par habitant se maintiennent et sont associés à une croissance démographique, l'actuel déficit écologique va se creuser. L'EE est en fait une puissante métaphore qui intègre au débat public les concepts de dépassement écologique, de capacités de peuplement et de durabilité.<sup>265</sup>

## II. ANALYSE DES FLUX DE MATÉRIAUX

L'analyse des flux de matériaux utilise elle aussi des macro-indicateurs pour montrer quelle quantité de matériaux entrent chaque année dans le système économique, s'y déplacent et en ressortent. L'unité de calcul est la tonne métrique. Cette information permet de créer des ensembles de statistiques données quantitatives à différents niveaux (p. ex., à l'échelle nationale ou régionale, ou par secteur économique) parallèles au système de comptabilité nationale qu'utilisent aujourd'hui tous les pays pour faire le suivi des flux financiers<sup>266</sup>. Les données quantitatives permettent d'établir des indicateurs qui nous informent à propos de la quantité totale de ressources utilisées et de déchets produits, ainsi que sur l'utilisation de matériaux connexes pour assurer le rendement économique à long terme. Les économies sont-elles en train de devenir moins ou plus efficaces dans leur façon d'utiliser les ressources? Produisent-elles plus ou moins de déchets par unité constante de PIB? Comment peut-on comparer des économies différentes? De tels indicateurs permettent aux décideurs d'analyser les activités de production et de consommation selon leur impact potentiel sur la société et l'environnement. Les indicateurs de flux physiques constituent des données indépendantes destinées à compléter les indicateurs monétaires comme le PIB; ils ne représentent pas une version modifiée ou « écologique » des indicateurs monétaires traditionnels.

À l'aide des données existantes, les indicateurs choisis nous aident à avoir une idée de la quantité de minéraux industriels, de matériaux de construction, de métaux, de produits chimiques, d'infrastructures, de combustibles fossiles et de nombreux autres matériaux (ressources ou déchets) qui se déplacent au sein des économies des pays industrialisés. Contrairement à la méthode de calcul de l'EE, l'analyse des flux de matériaux tient compte des flux « cachés » qui n'entrent pas dans l'économie (par exemple, la pollution de l'eau et le dérangement du paysage). Cette analyse peut être étendue; elle révèle alors les pressions que subit l'environnement et les répercussions des activités de chaque secteur.

En regroupant les indicateurs, on peut calculer un indicateur des besoins totaux en matériaux (*Total Materials Requirement*), qui indique la quantité totale de matériaux physiques utilisés par une économie nationale, ou la somme des ressources nationales et des ressources naturelles primaires, ainsi que leurs flux cachés.<sup>267</sup> Les travaux initiaux relatifs aux flux de matériaux dans les économies des pays industrialisés, entrepris par le World Resources Institute, peuvent s'appliquer à l'ensemble de l'Amérique du Nord.<sup>268</sup> Ils révèlent que le besoin total en matériaux par habitant aux États-Unis semble se stabiliser à environ 75 à 85 tonnes métriques par an. La croissance économique est généralement liée à une utilisation accrue des ressources naturelles et des matériaux mais, au cours des vingt dernières années, l'économie américaine a connu une croissance globale légèrement plus rapide que l'utilisation des ressources naturelles par le pays. Cette tendance limitée à une dissociation de l'utilisation des ressources naturelles et de l'activité économique pourrait indiquer que l'économie peut progresser sans créer de fardeau supplémentaire pour la planète. Pour générer 100 \$ de revenu aux États-Unis, il faut aujourd'hui environ 300 kilogrammes de ressources naturelles, incluant les flux cachés. Les pays membres de l'OCDE ont établi un objectif qui consiste à réduire ce ratio d'un facteur de 10, pour le porter à 30 kilos par tranche de 100 \$ au cours des prochaines décennies.<sup>269</sup> Ainsi, les macro-indicateurs comme ceux qu'utilise l'analyse des flux de matériaux peuvent aider les pays à établir des objectifs et même à mesurer le succès des politiques élaborées en vue d'atteindre ces objectifs.

On observe actuellement un mouvement international grandissant qui pousse à l'établissement de statistiques données quantitatives qu'on pourra utiliser parallèlement aux systèmes traditionnels de comptabilisation monétaire. Les gouvernements américain, allemand, néerlandais, japonais et autrichien ont financé des études visant à recueillir des statistiques données quantitatives relatives

à leur pays. Un rapport de recherche conjoint publié en 1997 a donné lieu à des études similaires qui ont été entreprises dans d'autres pays, dont la Finlande, la Pologne, la Suède, l'Italie, l'Australie, le Brésil, la Malaisie et l'Égypte, ainsi qu'à l'échelle de l'Union européenne. Un certain nombre de pays de l'UE ont établi des objectifs nationaux à long terme en ce qui concerne les matériaux et l'efficacité énergétique, de même que des indicateurs permettant de mesurer les progrès réalisés, susceptibles de stimuler la demande de statistiques sur les flux de matériaux. Le groupe de travail de l'OCDE sur l'état de l'environnement envisage de mettre sur pied une tribune qui permettra aux participants de collaborer au développement et à la mise en place de modèles de flux de matériaux.

### *Conséquences de l'analyse des flux de matériaux sur l'élaboration des politiques*

1. Dans tous les pays de l'OCDE étudiés à ce jour, l'efficacité de l'utilisation des matériaux s'est considérablement améliorée, et les flux d'un certain nombre de matières dangereuses ont été stabilisés ou réduits. Mais la combinaison de la forte croissance économique et de l'évolution du style de vie des consommateurs a annulé bon nombre de ces gains. Les quantités absolues de matériaux utilisés et de déchets rejetés augmentent régulièrement depuis 1975. Aux États-Unis, les flux de matières dangereuses ont augmenté de près de 30 %. Cela indique que les gains d'efficacité qu'a générés la technologie et une restructuration économique axée sur des activités utilisant moins d'énergie et plus de matériaux ne suffisent pas à générer une véritable réduction de l'utilisation des ressources et de la pollution. Il faudra élaborer des politiques appropriées si l'on veut contrôler les flux de matériaux qui causent des préoccupations d'ordre économique, stratégique, environnemental ou sanitaire.
2. Les statistiques données quantitatives et les indicateurs donnent une idée des flux de matériaux à chaque stade de leur cycle de vie, soit de leur création à leur disparition. Les actuelles politiques environnementales accordent généralement la priorité au contrôle des émissions et des rejets des usines de fabrication et de transformation, mais de nombreuses matières dangereuses font partie intégrante des produits, et ne font pas nécessairement l'objet du traitement approprié au moment de leur élimination. L'analyse des flux de matériaux (AFM) prévoit la nécessité d'élaborer des politiques davantage axées sur l'extraction des ressources et sur la conception initiale des produits ainsi que sur les matériaux qui les composent, afin de réduire les problèmes de gestion des substances dangereuses à des étapes ultérieures, lorsque celles-ci pénètrent dans l'environnement durant leur utilisation ou lors de leur élimination.
3. Un nombre tellement élevé de matériaux sont utilisés dans l'industrie, et les modèles d'utilisation au sein des pays et entre les pays sont devenus tellement complexes que la réglementation visant des substances ou des technologies précises ne peut pas garantir une protection adéquate contre les flux de matières dangereuses. Pour compléter une réglementation aussi restrictive, les gouvernements adoptent de plus en plus de normes globales visant la minimisation et la récupération des déchets, transférant ainsi une partie du fardeau de la gestion à l'industrie et, dans certains cas, aux consommateurs. On juge que les actions de l'industrie et des consommateurs permettent de mettre en œuvre des mesures correctives plus efficaces. L'AFM appuie l'élaboration de normes globales visant la gestion des déchets en documentant les quantités, les usages et les modes d'élimination des matériaux qui causent le plus d'inquiétude.

En se basant sur les instructions des pays membres de la CCE, le présent projet utilisera la méthode d'AFM pour illustrer les changements touchant les principaux indicateurs environnementaux. La CCE travaillera avec le World Resources Institute – chef de file mondial des recherches relatives à cette méthode – pour donner un aperçu des méthodes et des données existantes, et prévoir une analyse future de l'Amérique du Nord.

On ne peut évidemment analyser tous les flux de ressources en même temps. C'est pourquoi l'AFM portera sur un ensemble d'indicateurs environnementaux liés à l'évolution de la couverture forestière en Amérique du Nord. Cela générera des données basées sur l'AFM en question, mais aussi sur l'évolution de la qualité et les changements connexes touchant l'utilisation des terres. De telles données peuvent se révéler très précieuses en vue des changements qui toucheront les indicateurs de la biodiversité.

On peut également examiner d'autres indicateurs environnementaux dans la même optique. Par exemple, le secteur forestier est le secteur manufacturier qui consomme le plus d'énergie aux États-Unis, et cette consommation permet de déterminer sa production totale de carbone. Depuis 1975, l'industrie des pâtes et papiers a réduit sa production de carbone en utilisant davantage de sources d'énergie renouvelables. L'augmentation de la consommation globale d'énergie (qui est passée de 115 à 180 millions de tonnes fournies par diverses sources) est imputable pour près de 90 % à des combustibles renouvelables, principalement des déchets de bois produits par l'industrie elle-même. L'amélioration de l'efficacité énergétique peut donner lieu à deux interprétations. En 1975, il fallait environ 0,4 tonne d'énergie (tous les combustibles sont exprimés selon leur masse) pour produire une tonne de produit fini de papier. Ce chiffre n'avait pas changé depuis 1991. En BTU, on a observé une amélioration, puisqu'on est passé d'environ 40 millions à près de 35 millions de BTU par tonne.

### *III. LE MODÈLE D'IMPACT/MSUE*

Un domaine d'analyse connexe pose la question de la concurrence pour l'utilisation des ressources et des conséquences pour l'environnement. Plus précisément, cette analyse porte essentiellement sur la concurrence entre la production agricole et l'urbanisation constante.

Comme on l'a vu précédemment, les tendances actuelles indiquent que l'urbanisation fait subir des pressions aux terres productives, accélérant de ce fait la conversion des terres en zones urbaines. L'urbanisation croissante concentre la demande d'eau dans des régions géographiques plus petites, ce qui augmente les pressions subies par les ressources hydriques et l'infrastructure sanitaire. Cela peut entraîner une forte augmentation du coût d'extraction et d'acheminement de l'eau, ainsi qu'un certain nombre de coûts environnementaux, dont la surexploitation des ressources en eau, leur pollution et leur contamination, qui font à leur tour augmenter la demande. Les effets sur l'eau douce de la dégradation de l'environnement vont au-delà des problèmes d'approvisionnement en eau, en raison des liens directs avec le rendement de l'économie, la santé humaine, la stabilité sociale et même la sécurité internationale.<sup>270</sup>

Parmi les problèmes environnementaux qu'il faut examiner, on compte les futurs effets sur la rareté de l'eau de la concurrence entre l'agriculture et l'urbanisation, la production alimentaire, l'usage de l'eau à des fins non agricoles et les changements connexes touchant l'utilisation des terres.

Comme on l'a vu précédemment, la disponibilité de l'eau pour le secteur agricole est considérée comme l'un des déterminants essentiels de la sécurité alimentaire dans de nombreuses régions du globe. Pour étudier les liens entre l'accès à l'eau et l'offre et la demande de nourriture, il faut élaborer des outils d'analyse à différentes échelles spatiales, qui vont des bassins fluviaux à l'échelle planétaire, en passant par les pays ou les régions. Cette partie du projet de la CCE présente un cadre de modélisation planétaire qui intègre ces niveaux d'analyse, puis les applique au contexte nord-américain (États-Unis). Elle se veut en même temps le prolongement du modèle international d'analyse stratégique des produits et du commerce agricoles (IMPACT) de l'Institut

international de recherche sur les politiques alimentaires (IFPRI) et d'un tout nouveau modèle de simulation de l'utilisation de l'eau (MSUE). Le MSUE simule la disponibilité de l'eau pour les récoltes, en tenant compte de la quantité totale d'eau renouvelable, de la demande d'eau à des fins non agricoles, de l'infrastructure d'approvisionnement en eau, et des politiques économiques et environnementales à l'échelle des bassins, des pays ou des régions.

Cette analyse servira à établir les tendances actuelles et à prévoir les futures conditions des ressources en eau. De telles données permettront à leur tour d'évaluer les possibles impacts de l'utilisation de l'eau et de l'évolution de l'utilisation des terres, les effets sur les écosystèmes riches en biodiversité comme les terres humides, et de définir d'autres indicateurs environnementaux.

## NOTES

---

<sup>1</sup> FMI, octobre 1999, 81.

<sup>2</sup> Stanley Fischer, FMI, 4 avril 2000.

<sup>3</sup> John Heinz III Center, 1999.

<sup>4</sup> WRI et coll., 2000.

<sup>5</sup> The New Republic 2000.

<sup>6</sup> CCE, 1999.

<sup>7</sup> CCE, 2000, 50.

<sup>8</sup> CCE, 2000, 50.

<sup>9</sup> WRI et coll., 1996, 9.

<sup>10</sup> CCE, 2000, 51.

<sup>11</sup> Prévisions relatives au PIB, FMI, 1999. Référence à l'analyse des tendances dans la même source, 75.

<sup>12</sup> Voir Bart van Ark et coll., 2000.

<sup>13</sup> FMI, octobre 1999.

<sup>14</sup> FMI, octobre 1999, 73.

<sup>15</sup> <[http://www.framed.usps.com/history/anrpt99/financial/op\\_statistics.htm](http://www.framed.usps.com/history/anrpt99/financial/op_statistics.htm)>

<sup>16</sup> CCE, 2000b.

<sup>17</sup> Gladwell, 2000.

<sup>18</sup> Financial Times, 22-23 avril 2000.

<sup>19</sup> Watson et coll., 1998, 17.

<sup>20</sup> Tuxill 1999, 97.

<sup>21</sup> Brown 1998a, 21; Tuxill 1998, 128; WRI et coll., 1998, 190.

<sup>22</sup> Brown 2000, 8; Brown 1998a, 21; Tuxill 1997, 100.

<sup>23</sup> Tuxill 1999, Table 6-2.

<sup>24</sup> PNUE 1999a, 145.

<sup>25</sup> Abramovitz 1996, 60.

<sup>26</sup> Abramovitz 1996, 61.

<sup>27</sup> PNUE 1999a, 146.

<sup>28</sup> Tuxill 1998, 128.

<sup>29</sup> CCE 2000, 29.

<sup>30</sup> CCE 2000, 29.

<sup>31</sup> PNUE 1999a, 147.

<sup>32</sup> CCE 2000, 29.

<sup>33</sup> Tuxill 1999, 100; Tuxill 1998, 128.

<sup>34</sup> Abramovitz 1996, 61.

<sup>35</sup> CCE 2000, 30. WRI et coll., 1998, 197; Tuxill 1998, 128; Platt McGinn 1999a, 87.

<sup>36</sup> Abramovitz 1996, 62.

<sup>37</sup> Tuxill 1998, 128; WRI et coll., 1998, 197.

- 
- <sup>38</sup> PNUE 1999a, 145; WRI et coll., 1998, 198.
- <sup>39</sup> CCE 2000, 30.
- <sup>40</sup> CCE 2000, 16; PNUE 1999b.
- <sup>41</sup> PNUE 1999b.
- <sup>42</sup> CCE 2000, 16.
- <sup>43</sup> Tuxill 1999, 104.
- <sup>44</sup> CCE 2000, 16.
- <sup>45</sup> Tuxill 1999, 100.
- <sup>46</sup> PNUE 1999b.
- <sup>47</sup> WRI et coll., 1998, 140.
- <sup>48</sup> Abramovitz 1997a, 98.
- <sup>49</sup> WRI et coll., 1998, 185.
- <sup>50</sup> PNUE, 1999b.
- <sup>51</sup> Période 1990-1995. WRI et coll., 1998, 185.
- <sup>52</sup> Watson et coll., 1998, 18, 86.
- <sup>53</sup> Abramovitz et Mattoon, 1999, 60; Abramovitz, 1998, 124.
- <sup>54</sup> WRI et coll., 1998, 1, 186.
- <sup>55</sup> DPCSD 1997, 37.
- <sup>56</sup> WRI et coll., 1998, 186.
- <sup>57</sup> CCE, 2000, 13.
- <sup>58</sup> WRI et coll., 1998, 188.
- <sup>59</sup> WRI et coll., 1998, 188.
- <sup>60</sup> Abramovitz et Mattoon, 1999, 60.
- <sup>61</sup> CCE, 2000, 11.
- <sup>62</sup> Watson et coll., 1998, 18, 86.
- <sup>63</sup> Sugai 1997, 96.
- <sup>64</sup> Mattoon, 1998, 126; Abramovitz, 1998, 124.
- <sup>65</sup> WRI et coll., 1998, 186.
- <sup>66</sup> Abramovitz, 1998, 124.
- <sup>67</sup> Abramovitz et Mattoon 2000, 107.
- <sup>68</sup> OCDE 1998, 55.
- <sup>69</sup> WRI et coll., 1998, 186; Abramovitz 1998, 124.
- <sup>70</sup> CCE 2000, 11; PNUE 1999a, 143.
- <sup>71</sup> WRI et coll., 1996, 67.
- <sup>72</sup> PNUE 1999b.
- <sup>73</sup> WRI et coll., 1998, 163, 186; Watson et coll., 1998, 18; Abramovitz et Mattoon 1999, 60.
- <sup>74</sup> Abramovitz et Mattoon 1999, 65.
- <sup>75</sup> Abramovitz et Mattoon 2000, 110.
- <sup>76</sup> FAO 1999.
- <sup>77</sup> Abramovitz et Mattoon 1999, 70.
- <sup>78</sup> Mathews et Hammond 1999, 8.
- <sup>79</sup> Abramovitz et Mattoon 1999, 73.
- <sup>80</sup> Abramovitz et Mattoon 1999, 73.
- <sup>81</sup> Abramovitz et Mattoon 2000, 105.
- <sup>82</sup> Abramovitz et Mattoon 2000, 112.
- <sup>83</sup> Abramovitz et Mattoon 2000, 104.
- <sup>84</sup> Mathews et Hammond 1999, 8, 41.
- <sup>85</sup> Gardner 1997a, 48.
- <sup>86</sup> Watson et coll., 1998, 85.
- <sup>87</sup> Watson et coll., 1998, 85.
- <sup>88</sup> WRI et coll., 1998, 156-7.
- <sup>89</sup> DPCSD 1997, 34.
- <sup>90</sup> WRI et coll., 1998, 157.
- <sup>91</sup> CCE 2000, 14-15.
- <sup>92</sup> PNUE 1999a, 141.

- 
- <sup>93</sup> CCE 2000, 15.  
<sup>94</sup> CCE 2000, 15.  
<sup>95</sup> Halweil 1998, 42.  
<sup>96</sup> OCDE 1998, 59.  
<sup>97</sup> PNUE 1999b.  
<sup>98</sup> DPCSD 1997, 34.  
<sup>99</sup> Brown 1998b, 28.  
<sup>100</sup> PNUE 1999a, 141.  
<sup>101</sup> Brown 1999, 120; Brown 1997, 26.  
<sup>102</sup> Brown 1998a, 16.  
<sup>103</sup> Mathews et Hammond 1999, 12.  
<sup>104</sup> PNUE 1999b.  
<sup>105</sup> WRI et coll., 1998, 152.  
<sup>106</sup> Brown 1998a, 16; Halweil 1998, 42.  
<sup>107</sup> Postel 2000, 41.  
<sup>108</sup> DPCSD 1997, 37.  
<sup>109</sup> Brown 1998a, 16; Brown 1998b, 28; Brown 1999, 130; Halweil 1998, 42; PNUE 1999b; Watson et coll., 1998, 39.  
<sup>110</sup> Gardner 1999, 44; Postel 2000, 40.  
<sup>111</sup> Gardner 1996, 86.  
<sup>112</sup> Brown 2000, 6; Brown 1998a, 16; Brown 1999, 125, 130; PNUE 1999b.  
<sup>113</sup> WRI et coll., 1998, 152; Brown 1998a, 17.  
<sup>114</sup> Watson et coll., 1998, 21.  
<sup>115</sup> Gardner 1999, 44.  
<sup>116</sup> OCDE 1998, 50.  
<sup>117</sup> DPCSD 1997, 37;  
<sup>118</sup> Halweil 1998, 42.  
<sup>119</sup> Gardner 1999, 44.  
<sup>120</sup> CCE 2000.  
<sup>121</sup> CCE 2000.  
<sup>122</sup> Postel 2000, 43.  
<sup>123</sup> Gardner 1996, 87.  
<sup>124</sup> PNUE 1999b.  
<sup>125</sup> PNUE 1999a  
<sup>126</sup> CCE 2000, 21.  
<sup>127</sup> Platt McGinn 2000, 83.  
<sup>128</sup> Platt McGinn 2000, 83.  
<sup>129</sup> WRI et coll., 1998, 46.  
<sup>130</sup> PNUE 1999a.  
<sup>131</sup> Platt McGinn 2000, 87.  
<sup>132</sup> WRI et coll., 1998, 44.  
<sup>133</sup> See the section on transboundary air pollution, below.  
<sup>134</sup> PNUE 1999b.  
<sup>135</sup> Postel 1996, 40.  
<sup>136</sup> Watson et coll., 1998, 19; WRI et coll., 1998.  
<sup>137</sup> DPCSD 1997, 52; Watson et coll., 1998, 38-9.  
<sup>138</sup> WRI et coll., 1998, 188.  
<sup>139</sup> Watson et coll., 1998, 38; WRI et coll., 1998, 188;  
<sup>140</sup> DPCSD 1997, 45.  
<sup>141</sup> WRI et coll., 1998, 188.  
<sup>142</sup> PNUE 1999a, 148.  
<sup>143</sup> PNUE 1999a  
<sup>144</sup> PNUE 1999b.  
<sup>145</sup> DPCSD 1997, 47.  
<sup>146</sup> Postel 2000, 45.

- 
- <sup>147</sup> Gardner 1996, 87.  
<sup>148</sup> PNUE 1999a, 148  
<sup>149</sup> CCE 2000.  
<sup>150</sup> Platt McGinn 1999a, 83  
<sup>151</sup> Platt McGinn 1999a, 79; WRI et coll., 1998, 195.  
<sup>152</sup> DPCSD 1997, 1 33; Watson et coll., 1998, 22, 87; PNUE 1999b; Brown 1998a, 16; Strauss 1998, 34; Platt McGinn 1999a, 83.  
<sup>153</sup> Mathews et Hammond 1999, 56.  
<sup>154</sup> Mathews et Hammond 1999, 54.  
<sup>155</sup> Mathews et Hammond 1999, 54; Platt McGinn 1999b, 36.  
<sup>156</sup> WRI et coll., 1998, 195-6.  
<sup>157</sup> PNUE 1999a, 150.  
<sup>158</sup> PNUE 1999a, 150.  
<sup>159</sup> CCE 2000, 62.  
<sup>160</sup> Platt McGinn 1998, 36; WRI et coll., 1998, 158-9.  
<sup>161</sup> WRI et coll., 1998, 158-9.  
<sup>162</sup> Platt McGinn 1998, 36.  
<sup>163</sup> WRI et coll., 1998, 159.  
<sup>164</sup> CCE 2000, 64.  
<sup>165</sup> CCE 2000, 64; Platt McGinn 1998, 36; WRI et coll., 1998, 159.  
<sup>166</sup> CCE 2000, 64; Platt McGinn 1998, 36.  
<sup>167</sup> Mathews et Allen 1999, 60; WRI et coll., 1998, 159.  
<sup>168</sup> CCE 2000, 28.  
<sup>169</sup> CCE 2000, 28; Platt McGinn 1999a, 79; WRI et coll., 1998, 193.  
<sup>170</sup> Watson et coll., 1998, 21.  
<sup>171</sup> PNUE 1999b; WRI et coll., 1998, 193-4.  
<sup>172</sup> Watson et coll., 1998, 21.  
<sup>173</sup> PNUE 1999b.  
<sup>174</sup> CCE 2000, 28.  
<sup>175</sup> Gardner 1998, 132.  
<sup>176</sup> Mathews et Hammond 1999, 21  
<sup>177</sup> Mathews et Hammond 1999, 13, 19.  
<sup>178</sup> Mathews et Hammond 1999, 13.  
<sup>179</sup> Mathews et Hammond 1999, 16.  
<sup>180</sup> Gardner 1998, 132  
<sup>181</sup> Mathews et Hammond 1999, 8.  
<sup>182</sup> Munn et coll., 1999, 468.  
<sup>183</sup> Gardner 1998, 132; Mathews et Hammond 1999, 21; WRI et coll., 1998, 179.  
<sup>184</sup> Mathews et Hammond 1999, 21; Platt McGinn 1999c, 126.  
<sup>185</sup> Mathews et Hammond 1999, 21.  
<sup>186</sup> Brown 1998a, 20; Gardner 1998, 132-3.  
<sup>187</sup> Mathews et Hammond 1999, 21; Platt McGinn 1999a, 86; Platt McGinn 1999c, 126; WRI et coll., 1998, 179-80.  
<sup>188</sup> Mathews et Hammond 1999, 21; Watson et coll., 1998, 87; Platt McGinn 1999a, 86.  
<sup>189</sup> Platt McGinn 1999c, 127.  
<sup>190</sup> PNUE 1999a, 151.  
<sup>191</sup> CCE 2000, 27.  
<sup>192</sup> Platt McGinn 1999a, 79; WRI et coll., 1996, xiv.  
<sup>193</sup> PNUE 1999b; Platt McGinn 1999a, 85.  
<sup>194</sup> WRI et coll., 1996, x.  
<sup>195</sup> WRI et coll., 1998, 68.  
<sup>196</sup> WRI et coll., 1996, 60.  
<sup>197</sup> CCE 2000, 26.  
<sup>198</sup> WRI et coll., 1996, 60.  
<sup>199</sup> PNUE 1999a, 150.

- 
- <sup>200</sup> CCE 2000, 26.
- <sup>201</sup> PNUE 1999a, 152.
- <sup>202</sup> WRI et coll., 1996, 248.
- <sup>203</sup> CCE 2000, 27.
- <sup>204</sup> CCE 2000, 38; WRI et coll. 1998, 173; Watson et coll. 1998, 13; Dunn 1998, 66; O’Meara 1998a, 68.
- <sup>205</sup> Dunn 1998, 66; WRI et coll. 1998, 171.
- <sup>206</sup> Watson et coll. 1998, 13.
- <sup>207</sup> WRI et coll. 1998, 170
- <sup>208</sup> WRI et coll. 1998, 172.
- <sup>209</sup> CCE 2000; OCDE 1998, 17.
- <sup>210</sup> Dunn 1998, 66.
- <sup>211</sup> PNUE 1999a, 153.
- <sup>212</sup> Dunn 1998, 66.
- <sup>213</sup> Watson et coll. 1998, 13.
- <sup>214</sup> Brown 2000, 5.
- <sup>215</sup> Watson et coll. 1998, 14; PNUE 1999b.
- <sup>216</sup> Brown et Flavin 1999, 14-15; Dunn 1998, 66; OECD 1998, 18; Watson et coll. 1998, 13-14, 81; WRI et coll. 1998, 63, 171.
- <sup>217</sup> Watson et coll. 1998, 81.
- <sup>218</sup> PNUE 1999a, 144.
- <sup>219</sup> Brown 2000, 6.
- <sup>220</sup> CCE 2000, 69.
- <sup>221</sup> CCE 2000, 34.
- <sup>222</sup> WRI et coll. 1998, 65.
- <sup>223</sup> CCE 2000, 54.
- <sup>224</sup> CCE 2000, 54.
- <sup>225</sup> CCE 2000, 52.
- <sup>226</sup> WHO 1997.
- <sup>227</sup> WRI et coll. 1998, Overview.
- <sup>228</sup> PNUE 1999b.
- <sup>229</sup> WRI et coll. 1996, 22.
- <sup>230</sup> WRI et coll. 1998, 30.
- <sup>231</sup> PNUE 1999a, 153; WRI et coll. 1998, 65.
- <sup>232</sup> CCE 2000, 54.
- <sup>233</sup> PNUE 1999b.
- <sup>234</sup> PNUE 1999b.
- <sup>235</sup> CCE 1997, viii.
- <sup>236</sup> Il s’agit notamment de centrales électriques alimentées au charbon, d’incinérateurs de déchets et de décharges.
- <sup>237</sup> CCE 1997, 10.
- <sup>238</sup> CCE 2000b (à paraître).
- <sup>239</sup> CCE 1997, 14. La revolatilisation renvoie à l’« effet sauterelle », en vertu duquel certains polluants se volatilisent à nouveau dans l’atmosphère après s’être déposés sur le sol ou dans l’eau, voyageant un peu plus loin à chaque « saut ». La distillation planétaire désigne la revolatilisation de ces polluants et leur vitesse de dégradation sont moindres à basse température, ce qui génère des concentrations plus élevées de POR dans les écosystèmes plus frais du Nord (CCE, 1997, 14, 18).
- <sup>240</sup> CCE 2000a (rapport sur les dioxines).
- <sup>241</sup> Voir la section sur les POR (PNUE 1999b).
- <sup>242</sup> CCE 1997, 12-13.
- <sup>243</sup> O’Meara 1998, 134; PNUE 1999b; WRI et coll. 1998, 182.
- <sup>244</sup> WRI et coll. 1998, 183.
- <sup>245</sup> O’Meara 1998, 135; WRI et coll. 1998, 183.
- <sup>246</sup> WRI et coll. 1998, 183-4.
- <sup>247</sup> Voir Wackernagel et Rees 1996.
- <sup>248</sup> Voir le San Francisco Examiner 1999.

- 
- <sup>249</sup> Costanza 2000; Deutsch et coll., 2000; Holmberg et coll., 1999; Moffatt 2000.
- <sup>250</sup> Wackernagel 1999, 2. Cette description des méthodes relatives aux empreintes écologiques est tirée principalement de 1999.
- <sup>251</sup> Wackernagel 1999, 1.
- <sup>252</sup> Wackernagel et coll. 1999, 377.
- <sup>253</sup> La consommation d'eau douce et un éventail de flux de déchets incluant des polluants toxiques ne sont pas calculés en raison de données insuffisantes, notamment.
- <sup>254</sup> Wackernagel 1999.
- <sup>255</sup> Redefining Progress 1999.
- <sup>256</sup> Wackernagel et coll., 1999, 385.
- <sup>257</sup> Wackernagel et coll., 1997.
- <sup>258</sup> Wackernagel et Silverstein 2000.
- <sup>259</sup> Simmons et coll., 2000; Wackernagel 1999.
- <sup>260</sup> Rees 2000.
- <sup>261</sup> Holmberg et coll., 1999; Simmons 2000.
- <sup>262</sup> Wackernagel 1999, 5. Les critiques, toutefois, donnent à penser que le modèle est trop général pour constituer un guide adéquat à des fins de politiques à l'échelon national (Ayers 2000) et que la méthode ne peut servir d'outil décisionnel ultime et objectif (Deutsch et coll., 2000).
- <sup>263</sup> Voir, p. ex., « Forum: The Ecological Footprint, » *Ecological Economics*, 32 (2000)
- <sup>264</sup> SEI 1998, 34-5; A-25.
- <sup>265</sup> Herendeen 2000; Holmberg et coll., 1999; Rees 2000; Wackernagel et Silverstein 2000.
- <sup>266</sup> Moffatt 2000.
- <sup>267</sup> WRI 1999a.
- <sup>268</sup> Voir WRI et coll., 1997.
- <sup>269</sup> WRI 1999b.
- <sup>269</sup> SEI 1997, 10.

## OUVRAGES CITÉS

- Abramovitz, Janet N. 1996. Sustaining Freshwater Ecosystems. In *State of the World 1996: A Worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society*. New York: W.W. Norton & Company.
- Abramovitz, Janet N. 1997a. Ecosystem Conversion Spreads. In *Vital Signs 1997: The Environmental Trends that are Shaping Our Future*, edited by L. Starke et Worldwatch Institute. New York: W.W. Norton & Company.
- Abramovitz, Janet N. 1997b. Valuing Nature's Services. In *State of the World 1997: A Worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society*. New York: W.W. Norton & Company.
- Abramovitz, Janet N. 1998. Forest Decline Continues. In *Vital Signs 1998: The Environmental Trends That Are Shaping Our Future*, edited by L. Starke et Worldwatch Institute. New York: W.W. Norton & Company.
- Abramovitz, Janet N., et Ashley T. Mattoon. 1999. Reorienting the Forest Products Economy. In *State of the World 1999: A Worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society*, edited by L. Starke. New York: W.W. Norton & Company.
- Abramovitz, Janet N., et Ashley T. Mattoon. 2000. Recovering the Paper Landscape. In *State of the World 2000: A Worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society*, edited by L. Starke. New York: W.W. Norton & Company.
- Ayres, Robert U. 2000. Commentary on the Utility of the Ecological Footprint Concept. *Ecological Economics* 32:347-49.
- Bright, Chris. 2000. Anticipating Environmental "Surprise". In *State of the World 2000: A Worldwatch*

- 
- Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society*, edited by L. Starke. New York: W.W. Norton & Company.
- Brown, Lester R. 1997. World Grain Harvest Sets Record. In *Vital Signs 1997: The Environmental Trends that are Shaping Our Future*, edited by L. Starke et Worldwatch Institute. New York: W.W. Norton & Company.
- Brown, Lester R., Michael Renner, et Christopher Flavin. 1998. Foreword. In *Vital Signs 1998: The Environmental Trends That Are Shaping Our Future*, edited by L. Starke et Wordwatch Institute. New York: W.W. Norton & Company.
- Brown, Lester R. 1998a. Overview: New Records, New Stresses. In *Vital Signs 1998: The Environmental Trends that are Shaping Our Future*, edited by L. Starke et Worldwatch Institute. New York: W. W. Norton & Company, Inc.
- Brown, Lester R. 1998b. Grain Harvest Up Slightly. In *Vital Signs 1998: The Environmental Trends That Are Shaping Our Future*, edited by L. Starke et Worldwatch Institute. New York: W.W. Norton & Company.
- Brown, Lester R., et Christopher Flavin. 1999. A New Economy for a New Century. In *State of the World 1999: A Worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society*, edited by L. Starke. New York: W.W. Norton & Company.
- Brown, Lester R. 1999. Feeding Nine Billion. In *State of the World 1999: A Worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society*, edited by L. Starke. New York: W.W. Norton & Company.
- Brown, Lester R. 2000. Challenges of the New Century. In *State of the World 2000: A Worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society*, edited by L. Starke. New York: W.W. Norton & Company.
- CCE. 1997. *À l'heure des comptes – Les rejets et les transferts de polluants en Amérique du Nord 1994*. Montréal : Commission de coopération environnementale.
- CCE. 1998. *À l'heure des comptes – Les rejets et les transferts de polluants en Amérique du Nord 1995*. Montréal : Commission de coopération environnementale.
- CCE. 1999. *À l'heure des comptes – Les rejets et les transferts de polluants en Amérique du Nord 1996*. Montréal : Commission de coopération environnementale.
- CCE. 2000a. *Are We On Track? Moving Toward Sustainability in North America: A State of the Environment Report (à paraître)*. Montréal : Commission for Environmental Cooperation.
- CCE. 2000b. *Securing the Continent's Biological Wealth: Towards Effective Biodiversity Conservation in North America*. (Working Draft of a Status Report for Stakeholder Input, Prepared as the Integrated Baseline Summary Report for the Strategic Directions for the Conservation of Biodiversity Project 99.02.01 by the Project Team: Arthur J. Hanson, Tundi Spring Agardy, Ramón Pérez Gil Salcido).
- Costanza, Robert. 2000. The Dynamics of the Ecological Footprint Concept. *Ecological Economics* 32:341-45.
- Deutsch, Lisa, Åsa Jansson, Max Troell, Patrik Rönnbäck, Carl Folke, et Nils Kautsky. 2000. The 'Ecological Footprint': Communicating Human Dependence on Nature's Work. *Ecological Economics* 32:351-55.
- DPCSD (United Nations Department for Policy Coordination and Sustainable Development ). 1997. *Critical Trends: Global Change and Sustainable Development*. New York: United Nations.
- Dunn, Seth. 1998. Carbon Emissions Resume Rise. In *Vital Signs 1998: The Environmental Trends that are Shaping Our Future*, edited by L. Starke and Worldwatch Institute. New York: W.W. Norton & Company.
- Ehrlich, P., et J. Holdren. 1971. Impact of Population Growth. *Science* 171:1212-71.

- 
- Ehrlich, Paul R., Anne H. Ehrlich, and Gretchen C. Daily. 1995. *The Stork and the Plow: The Equity Answer to the Human Dilemma*: Putnam.
- EPA (U.S. Environmental Protection Agency). 1995a. *SAB Report: Futures Methods and Issues: A Technical Annex to "Beyond the Horizon: Protecting the Future with Foresight"*. Washington D.C.: EPA, Science Advisory Board, Environmental Futures Committee.
- EPA (U.S. Environmental Protection Agency). 1995b. *Beyond the Horizon: Using Foresight to Protect the Environmental Future*. Washington D.C.: EPA, Science Advisory Board, Environmental Futures Committee.
- EPA (U.S. Environmental Protection Agency). 1995c. *A Conceptual Framework to Support Development and Use of Environmental Information in Decision Making*. Washington D.C.: U.S. Environmental Protection Agency, Environmental Statistics and Information Division.
- FAO. 1999. FAOSTAT Database. URL: <http://apps.fao.org/>: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Gardner, Gary. 1996. Preserving Agricultural Resources. In *State of the World 1996: A Worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society*. New York: W.W. Norton & Company.
- Gardner, Gary. 1997. Preserving Global Cropland. In *State of the World 1997: A Worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society*, edited by Worldwatch Institute. New York: W.W. Norton & Company.
- Gardner, Gary. 1998. Nitrogen Fixation Continues to Rise. In *Vital Signs 1998: The Environmental Trends that are Shaping Our Future*, edited by L. Starke and Worldwatch Institute. New York: W.W. Norton & Company.
- Gardner, Gary. 1999. Irrigated Area Up. In *Vital Signs 1999: The Environmental Trends that are Shaping Our Future*, edited by L. Starke and Worldwatch Institute. New York: W.W. Norton & Company.
- Halweil, Brian. 1998. Grain Yield Rises. In *Vital Signs 1998: The Environmental Trends That Are Shaping Our Future*, edited by L. Starke and Worldwatch Institute. New York: W.W. Norton & Company.
- Halweil, Brian. 1999. Grain Area Declines. In *Vital Signs 1999: The Environmental Trends That Are Shaping Our Future*, edited by L. Starke and Worldwatch Institute. New York: W.W. Norton & Company.
- Herendeen, Robert A. 2000. Ecological Footprint is a Vivid Indicator of Indirect Effects. *Ecological Economics* 32:357-8.
- Holmberg, John, Ulrika Lundqvist, Karl-Henrik Robèrt, and Mathis Wackernagel. 1999. The Ecological Footprint from a Systems Perspective of Sustainability. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology* 6:17-33.
- Life Systems Inc. 1996. *1995 Environmental Trends Update Report*: Army Environmental Policy Institute.
- Mathews, Emily, and Allen Hammond. 1999. *Critical Consumption Trends and Implications: Degrading Earth's Ecosystems*. Washington D.C.: World Resources Institute.
- Mattoon, Ashley T. 1998. Tree Plantations Take Root. In *Vital Signs 1998: The Environmental Trends that are Shaping Our Future*, edited by L. Starke and Worldwatch Institute. New York: W.W. Norton & Company.
- Mitchell, Jennifer D. 1998. Urban Areas Swell. In *Vital Signs 1998: The Environmental Trends That Are Shaping Our Future*, edited by L. Starke and Worldwatch Institute. New York: W.W. Norton & Company.
- Moffatt, Ian. 2000. Ecological Footprints and Sustainable Development. *Ecological Economics* 32:359-62.
- Munn, Ted, Anne Whyte, and Peter Timmerman. 1999. Emerging Environmental Issues: A Global Perspective of SCOPE. *Ambio* 28 (6):464-71.

- 
- O'Meara, Molly. 1998a. Global Temperature Reaches Record High. In *Vital Signs 1998: The Environmental Trends that are Shaping Our Future*, edited by L. Starke and Worldwatch Institute. New York: W.W. Norton & Company.
- O'Meara, Molly. 1998b. CFC Production Continues to Plummet. In *Vital Signs 1998: The Environmental Trends that are Shaping Our Future*, edited by L. Starke and Worldwatch Institute. New York: W.W. Norton & Company.
- O'Meara, Molly. 1999. Exploring a New Vision for Cities. In *State of the World 1999: A Worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society*, edited by L. Starke. New York: W.W. Norton & Company.
- OECD. 1997. *OECD Environmental Data: Compendium 1997*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- OECD. 1998. *Environmental Indicators: Towards Sustainable Development*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Platt McGinn, Anne. 1998. Aquaculture Growing Rapidly. In *Vital Signs 1998: The Environmental Trends That Are Shaping Our Future*, edited by L. Starke and Worldwatch Institute. New York: W.W. Norton & Company.
- Platt McGinn, Anne. 1999a. Charting a New Course for Oceans. In *State of the World 1999: A Worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society*, edited by L. Starke. New York: W.W. Norton & Company.
- Platt McGinn, Anne. 1999b. Fisheries Falter. In *Vital Signs 1999: The Environmental Trends that are Shaping Our Future*, edited by L. Starke and Worldwatch Institute. New York: W.W. Norton & Company.
- Platt McGinn, Anne. 1999c. Harmful Algae Blooming Worldwide. In *Vital Signs 1999: The Environmental Trends that are Shaping Our Future*, edited by L. Starke and Worldwatch Institute. New York: W.W. Norton & Company.
- Platt McGinn, Anne. 2000. Phasing Out Persistent Organic Pollutants. In *State of the World 2000: A Worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society*, edited by L. Starke. New York: W.W. Norton & Company.
- Popcorn, Faith. 1991. *The Popcorn Report: The Future of Your Company, Your World, Your Life*. New York: Doubleday.
- Postel, Sandra. 1996. Forging a Sustainable Water Strategy. In *State of the World 1996: A Worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society*. New York: W.W. Norton & Company.
- Postel, Sandra. 2000. Redesigning Irrigated Agriculture. In *State of the World 2000: A Worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society*, edited by L. Starke. New York: W.W. Norton & Company.
- PNUE. 1999a. *Global Environment Outlook 2000*. Nairobi: Earthscan Publications Ltd for and on behalf of the United Nations Environment Programme.
- PNUE. 1999b. Emerging Environmental Problems. URL: <http://www.unep.ch/earthw/Emergin.htm>: UN System-wide Earthwatch Web Site.
- Raskin, Paul, Michael Chadwick, Tim Jackson, and Gerald Leach. 1996. *The Sustainability Transition: Beyond Conventional Development*. Stockholm: Stockholm Environment Institute.
- Redefining Progress. 1999. Footprint of Nations Ranking List (1995 data). URL [http://www.rprogress.org/resources/nip/ef/ef\\_nations-table\\_hectares.html](http://www.rprogress.org/resources/nip/ef/ef_nations-table_hectares.html): Redefining Progress.
- Rees, William E. 2000. Eco-footprint Analysis: Merits and Brickbats. *Ecological Economics* 32:371-74.
- San Francisco Examiner. 1999. Oxford's New World Order: 'Meatspace,' 'Elk Test'. *San Francisco*

---

Examiner, D7.

- Simmons, Craig. 2000. Measure the Size of Feet -- Not Number of Heads. *Sustainability Review* (14):URL <http://www.eeeee.net/ee02000.htm>.
- Simmons, Craig, Lewis Kevin, and John Barrett. 2000. Two Feet -- Two Approaches: A Component-based Model of Ecological Footprinting. *Ecological Economics* 32:375-80.
- Skumanich, Marina, and Michelle Silbernagel. 1997. Foresighting Around the World: A Review of Seven Best-In-Kind Programs. <http://www.seattle.battelle.org/SERVICES/E&S/foresite/index.htm>: Office of Energy Research, U.S. Department of Energy.
- Strauss, Michael. 1998. Fish Catch Hits a New High. In *Vital Signs 1998: The Environmental Trends That Are Shaping Our Future*, edited by L. Starke and Worldwatch Institute. New York: W.W. Norton & Company.
- Sugal, Cheri. 1997. Forest Loss Continues. In *Vital Signs 1997: The Environmental Trends that are Shaping Our Future*, edited by L. Starke and Worldwatch Institute. New York: W.W. Norton & Company.
- Topfer, Klaus. 1998. Foreword. In *Protecting Our Planet Securing Our Future: Linkages Among Global Environmental Issues and Human Needs*: United Nations Environment Programme, U.S. National Aeronautics and Space Administration, The World Bank.
- Tuxill, John. 1997. Primate Diversity Dwindling Worldwide. In *Vital Signs 1997: The Environmental Trends that are Shaping Our Future*, edited by L. Starke and Worldwatch Institute. New York: W.W. Norton & Company.
- Tuxill, John. 1998. Vertebrates Signal Biodiversity Losses. In *Vital Signs 1998: The Environmental Trends That Are Shaping Our Future*, edited by L. Starke and Worldwatch Institute. New York: W.W. Norton & Company.
- Tuxill, John. 1999. Appreciating the Benefits of Plant Biodiversity. In *State of the World 1999: A Worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society*, edited by L. Starke. New York: W.W. Norton & Company.
- Wackernagel, Mathis, and William E. Rees. 1996. *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. Gabriola Island, BC: New Society Publishers.
- Wackernagel, Mathis, Larry Onisto, Alejandro Callejas Linares, Ina Susana López Falfán, Jesus Méndez García, Ana Isabel Suárez Guerrero, and Guadalupe Suárez Guerrero. 1997. *Ecological Footprint of Nations: How Much Nature Do They Use? -- How Much Nature Do They Have?* Xalapa, México: Centro de Estudios para la Sustentabilidad, Universidad Anáhuac de Xalapa, The Earth Council, Costa Rica.
- Wackernagel, Mathis, Larry Onisto, Patricia Bello, Alejandro Callejas Linares, Ina Susana López Falfán, Jesus Méndez García, Ana Isabel Suárez Guerrero, and Guadalupe Suárez Guerrero. 1999. National Natural Capital Accounting With the Ecological Footprint Concept. *Ecological Economics* 29:375-90.
- Wackernagel, Mathis. 1999. What We Use and What We Have: Ecological Footprint and Ecological Capacity. San Francisco: Redefining Progress.
- Wackernagel, Mathis, and Judith Silverstein. 2000. Big Things First: Focusing on the Scale Imperative with the Ecological Footprint. *Ecological Economics* 32:391-94.
- Watson, Robert T., John A. Dixon, Steven P. Hamburg, Anthony C. Janetos, and Richard Moss. 1998. *Protecting Our Planet Securing Our Future: Linkages Among Global Environmental Issues and Human Needs*. Nairobi, Kenya; Washington D.C.: United Nations Environment Programme, U.S. National Aeronautics and Space Administration, The World Bank.
- WHO. 1997. WHO Information: Fact Sheets "WHO Guidelines for Air Quality". URL: <http://www.sho.int/inf-fs/enfact187.html>: World Health Organization Fact Sheet #187.

- 
- WRI, UNEP, UNDP, and The World Bank. 1996. *World Resources 1996-97, A Guide to the Global Environment: The Urban Environment*. New York: Oxford University Press.
- WRI, Wuppertal Institute, National Institute for Environmental Studies (Japan), and Spatial Planning and Environment Netherlands Ministry of Housing. 1997. *Resource Flows: The Material Basis of Industrialized Economies*. New York: Oxford University Press.
- WRI, UNEP, UNDP, and The World Bank. 1998. *World Resources 1998-99, A Guide to the Global Environment: Environmental Change and Human Health*. New York: Oxford University Press.
- WRI. 1999a. Environmental Indicators: Indicators for Material Inputs to the Economy. URL <http://www.igc.org/wri/sdis/indictrs/email-01.html>: World Resources Institute.
- WRI. 1999b. Research Center: Global Trends. URL <http://www.wri.org/trends/wasting.html>: World Resources Institute.