

## Le point sur...

### VII / La mesure des liens entre environnement et croissance

*Guillaume Gaulier, Nina Kousnetzoff\**

#### **Milieu naturel et croissance**

Le milieu naturel remplit trois fonctions indispensables au maintien de la vie en général et des activités économiques en particulier : une fonction de réserve de ressources, une fonction de décharge (absorption des déchets par l'air, l'eau et la terre), et une fonction de services d'habitat dont certains sont indispensables à la survie (air, eau, couche d'ozone de la haute atmosphère...) tandis que d'autres (services d'agrément) affectent la qualité de la vie humaine (beauté des paysages, silence, variété de la faune et de la flore...).

Des *contraintes* environnementales à la croissance économique apparaissent à partir du moment où la dégradation d'une de ces fonctions ne permet plus une progression à l'identique de l'activité économique : épuisement de matières premières, accumulation de déchets, nuisances insupportables, menaces sur la vie.

La première contrainte environnementale dont les économistes se sont préoccupés est la superficie des terres cultivables : au XIX<sup>e</sup> siècle, les économistes classiques la considèrent comme un facteur de production essentiel, et s'inquiètent de son caractère limité, face à une population croissante. Au XX<sup>e</sup> siècle, alors que la découverte des engrais chimiques accroît considérablement le rendement des terres agricoles, une nouvelle préoccupation porte sur les ressources du sous-sol (sources d'énergie

---

\* Guillaume Gaulier et Nina Kousnetzoff sont économistes au CEPII.

fossiles, métaux, etc.). À partir des années 1970, à la crainte de l'épuisement des matières premières minérales s'ajoute la prise de conscience d'une surexploitation des biens naturels d'accès libre (forêts, ressources halieutiques...) et de la saturation de la fonction de recyclage de déchets par l'environnement, constatée d'abord au niveau local et régional (pollution urbaine, pluies acides...), puis au niveau global (changement climatique). À partir des années 1980 et surtout 1990, on se préoccupe de l'effet sur les activités humaines de la perte substantielle et largement irréversible de la biodiversité, c'est-à-dire de la détérioration des services naturels d'habitat, qu'ils soient vitaux (dans les pays en développement) ou d'agrément (dans les pays développés).

Les acteurs économiques ne découvrent la relation entre environnement et croissance qu'au fur et à mesure que les contraintes environnementales apparaissent. C'est seulement lorsque la rareté d'une ressource, la dégradation des fonctions de décharge ou des services d'habitat se traduisent par une perte pour le producteur ou le consommateur que l'on commence à y attacher un prix. Ainsi, historiquement, la prise de conscience des risques d'épuisement (ou de détérioration) des ressources a d'abord traduit des intérêts directs de propriétaires (propriétaires privés pour la terre, États pour les ressources minérales du sous-sol...). En revanche, lorsque les droits de propriété n'existent pas, chacun a intérêt à se comporter en « passager clandestin », à surexploiter la ressource gratuite à son profit en négligeant l'impact de ses décisions sur des tiers ou sur la collectivité (externalités) ; c'est pourquoi les difficultés sont particulièrement fortes concernant les biens publics globaux comme le climat. Or des ponctions excessives sur les ressources peuvent porter atteinte de façon irréversible à la capacité de renouvellement naturel (si des seuils critiques sont dépassés) ou épuiser les ressources non renouvelables, ou à durée de renouvellement dépassant le temps historique (minéraux).

La prise de conscience du fait que les dégradations de l'environnement causées par la croissance d'aujourd'hui peuvent compromettre la croissance de demain s'est traduite par l'apparition de la notion de développement durable, ou soutenable. Au niveau le plus abstrait, le développement est durable s'il permet de répondre aux préférences individuelles et collectives, tout en préservant les fonctions environnementales. Dans le rapport *Notre avenir à tous*, publié en 1987, la Commission mondiale de l'ONU

pour l'environnement et le développement, dite Commission Bruntland du nom de sa présidente, officialise la définition suivante du développement durable : « développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre, pour les générations futures, la possibilité de répondre à leurs propres besoins ».

Cependant, l'approche écologique du développement durable se distingue de l'approche économique. La première considère que le système économique et le système social sont des sous-systèmes de l'environnement global : le développement durable doit préserver la « santé » de cet environnement, face aux pressions qui s'exercent sur lui. L'approche économique assimile la nature à un capital : un développement durable devra assurer, au minimum, le maintien de la richesse nationale par habitant, tout en conservant (ou remplaçant) les sources de cette richesse, c'est-à-dire le capital, naturel et produit.

Au sein de l'approche économique, une distinction s'opère sur la question de la substituabilité entre capital naturel et capital produit : dans quelle mesure cette substitution est-elle souhaitable ? Dans quelle mesure est-elle techniquement possible ?

Les tenants d'une « soutenabilité faible » retiennent l'idée d'une forte substituabilité entre les deux sortes de capital. Le courant néoclassique explore l'hypothèse d'une substituabilité parfaite : l'homme pourrait, à la limite, se passer de la nature, grâce au progrès technique. Il n'y aurait pas besoin de conserver le capital naturel : épuisé ou dégradé, il pourrait toujours être remplacé par des biens ou services fabriqués (la réalité virtuelle, par exemple, serait en mesure de remplacer le « stock » de paysages forestiers). L'hypothèse d'une substituabilité très forte conduit à considérer que le coût des dégradations environnementales et de l'épuisement des ressources naturelles est uniquement le coût de leur remplacement, si celui-ci est nécessaire. Pour assurer cette « soutenabilité faible », il suffit que soit maintenu le revenu par tête, généré par le stock de capital total. La confiance dans le progrès technique qui sous-tend l'hypothèse de substituabilité forte laisse aussi penser que ce progrès permettra toujours d'économiser les ressources, d'optimiser leur exploitation (taux de récupération) ou de trouver des solutions alternatives (*off-shore* profond, pétroles synthétiques, séquestration du carbone, énergies renouvelables, etc.).

Beaucoup plus exigeante est la notion de « soutenabilité forte » qui considère qu'il n'y a pas (ou peu) de substituabilité entre les différents types de capital : chacun, y compris le capi-

tal naturel, doit être préservé dans ses différentes composantes, car ils sont tous complémentaires et non commensurables. Le concept de soutenabilité forte rejoint, de ce point de vue, l'approche écologique du développement durable.

Une approche économique intermédiaire consiste à définir différentes catégories de stocks de capital et à établir, pour chacune d'elles, des limites inférieures ou seuils critiques. La définition des « trois piliers » du développement durable, adoptée en particulier par l'Union européenne, illustre cette approche : il faut rechercher simultanément la soutenabilité des systèmes économique, social et environnemental, autrement dit, faire en sorte que les progrès réalisés dans l'un des domaines ne se fassent pas au détriment des deux autres.

Les « optimistes » quant à la substituabilité rejoignent les « pessimistes » sur la nécessité d'interventions publiques pour parvenir au développement durable. En effet, les agents économiques peuvent ne pas recevoir les bons signaux pour prendre les décisions nécessaires en matière d'investissement et de consommation si le système de prix est défaillant et/ou si le degré d'incertitude est trop grand. Le rôle de l'État doit donc être de stabiliser l'horizon des prévisions et de créer les incitations manquantes, dans les activités de R & D notamment. Des programmes publics sont nécessaires dans ce domaine, étant donné l'incertitude sur les débouchés de la recherche et les possibilités limitées d'appropriation privée de ses bénéfiques.

Pour établir un diagnostic de la situation environnementale,

---

### Risque climatique et crise énergétique

L'effet de serre d'origine anthropique est produit essentiellement par l'utilisation de ressources fossiles dont certaines pourraient être épuisées à un horizon relativement proche (le pic de production pétrolière sera atteint dans moins de 20 ans). Les hydrocarbures non conventionnels (ceux issus des schistes bitumineux, par exemple), ou la liquéfaction du charbon constituent des ressources plus abondantes, mais plus intensives en CO<sub>2</sub>. La production à grande échelle de carburants « verts » risque d'entrer en conflit avec la production agricole pour l'alimentation, d'autant plus que le maintien des rendements agricoles actuels suppose une consommation énergétique considérable (engrais, mécanisation).

Ainsi, le risque climatique et le risque énergétique interagissent de manière complexe : la cherté du pétrole et du gaz limitera leurs usages et donc les émissions associées, mais la montée du charbon pourrait exacerber la crise environnementale. Conjurer à la fois le risque énergétique et le risque climatique suppose des investissements importants en capital et en recherche dans des délais réduits, cela dans un contexte d'incertitude peu favorable.

évaluer ses liens avec la croissance et guider l'action publique, des indicateurs environnementaux sont nécessaires. Là encore, l'approche économique de la comptabilité de l'environnement, qui raisonne en termes de capital et de richesse, se distingue de l'approche écologique.

## **La comptabilité de l'environnement**

Depuis les années 1990, les indicateurs environnementaux ont fait l'objet de nombreux travaux. L'approche la plus complète et systématique est celle développée par l'ONU avec le FMI et la Banque mondiale, l'OCDE et la Commission européenne. Elle consiste à étendre le système de comptes nationaux (SCN) des Nations unies, pour obtenir une comptabilité intégrée des domaines économique et environnemental, qui présente de façon cohérente la contribution de l'environnement à l'activité économique et l'impact de l'économie sur l'environnement. La construction des comptes nécessite la collecte de nombreuses données, qui n'a jusqu'à présent été effectuée que dans un petit nombre de pays. En attendant, d'autres indicateurs partiels sont développés qui permettent de dégager des tendances de long terme et d'effectuer des comparaisons internationales : la Banque mondiale a défini la notion d'« épargne véritable » ; l'Institut suédois de l'environnement a proposé un indicateur synthétique de bien-être durable.

### *Le Système de comptabilité économique et environnementale intégrée de l'ONU*

L'extension du SCN à l'environnement se fait en construisant des comptes dits « satellites », conçus en comptabilité nationale pour rassembler l'information nécessaire à la connaissance, l'analyse et la préparation des décisions dans de grands domaines d'action de l'État. Le système se compose de trois catégories de comptes – comptes de flux physiques, comptes de dépenses « défensives » et comptes d'actifs. La plupart des pays développés (Australie, Canada, Japon, Union européenne) ainsi que plusieurs pays émergents ou en développement (Corée du Sud, Mexique, Philippines, Namibie, Botswana...) construisent ces comptes de l'environnement.

*Les comptes de flux physiques* constituent des comptes satellites

*externes* aux comptes de flux de biens et services du SCN. Ils décrivent les utilisations de ressources naturelles par l'économie (hormis celles fournies par les écosystèmes) et les rejets de résidus de l'économie vers l'environnement. Étant donné la loi de conservation de la matière, pour chaque flux physique individuel, le compte se présente sous la forme d'un bilan : le total des ressources est égal au total des emplois. Pour les ressources qui ont un prix, on peut construire des tableaux ressources-emplois en monnaie correspondant à ces bilans en quantités physiques.

Ces comptes physiques permettent de mesurer la dépendance de l'économie par rapport à diverses ressources naturelles et la sensibilité de l'environnement aux activités de production. Ils permettent aussi de faire le lien entre l'environnement et certaines composantes de l'activité économique, telles que le com-

### Découplage et courbe de Kuznets environnementale

Le découplage observé dans certains pays entre la croissance économique et les atteintes environnementales a conduit à parler de « courbe de Kuznets environnementale » : l'activité économique et les dégradations environnementales évolueraient d'abord conjointement, puis de manière opposée, grâce au progrès technique, à la dématérialisation de la croissance et à une plus grande sensibilité environnementale. Mais ce type de profil n'est pas général ; l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub>, par exemple, n'est pas découplée de l'évolution du PIB mondial.

De plus, au découplage observé dans un pays ne correspond pas toujours un découplage global. Notamment, la délocalisation des industries polluantes ne fait que déplacer les pollutions. Ce phénomène paraît cependant limité par le coût de la délocalisation d'industries souvent très intensives en capital. En revanche, selon Ahmad et Wyckoff (2003), l'impact du commerce international sur les performances environnementales apparentes des pays n'est pas négligeable : les quantités de CO<sub>2</sub> émises pour répondre à la demande intérieure des pays de l'OCDE seraient en 1995 supérieures d'au moins 5 % à celles émises par leur production, du fait que les produits importés incorporent plus de CO<sub>2</sub> que les productions nationales correspondantes.

Sur le plan théorique, Brock et Taylor (2004) montrent qu'un modèle de croissance standard avec un progrès exogène dans les techniques de réduction de la pollution (modèle de Solow « vert ») vérifie bien la courbe de Kuznets environnementale et aboutit au résultat d'une neutralité de la politique environnementale en termes de croissance. Mais, si le modèle prend en compte le fait que les efforts de réduction des pollutions utilisent des ressources rares, la croissance se trouve réduite quand son intensité en pollution est abaissée. Les changements dans la composition du PIB (davantage de services ou d'industries utilisant peu de ressources naturelles) peuvent, au mieux, retarder l'impact des contraintes environnementales. Le progrès technique dans la réduction des pollutions (dépollution, technologies sobres, séquestration des polluants) apparaît comme la clé d'une croissance soutenable.

merce international ou l'emploi. Lorsque ces comptes relient des flux environnementaux physiques à des flux économiques monétaires, on parle de comptes « hybrides ». Ces derniers permettent de construire des indicateurs d'impact pour localiser les pressions excessives sur l'environnement. Ils servent aussi à évaluer les transformations nécessaires pour « découpler » croissance économique et dégradations environnementales, par des changements de mode de production ou de consommation et par des progrès techniques dans la réduction des dommages.

Les *comptes de dépenses « défensives »* rassemblent et détaillent, dans un compte satellite *interne* au SCN, les divers types de dépenses effectuées pour combattre la dégradation de l'environnement : dépenses directes réalisées pour sa protection et mesures destinées à prévenir sa dégradation (taxes à la consommation, ventes de permis pour accéder à un droit de propriété sur l'environnement, tel que le droit à polluer). Ces comptes permettent d'évaluer le coût des mesures de défense de l'environnement (par exemple, le coût marginal de réduction des émissions) et leurs effets sur d'autres objectifs : on pourra, par exemple, estimer le bénéfice en termes d'emplois du remplacement d'un impôt sur les salaires par une taxe environnementale.

Les comptes de flux physiques constituent avec les comptes

#### Schéma. NAMEA (Matrice de comptabilité nationale étendue aux comptes de l'environnement)\*

Emplois Ressources	Économie nationale	Économie du RDM	Environnement national	Environnement du RDM
Économie nationale	Matrice de comptabilité sociale		Résidus de P, C et FC	Résidus de P, C et FC
Économie du RDM			Résidus de l'économie RDM	
Environnement national	Entrants environnementaux dans P et C	Entrants environ. dans RDM		
Résidus	Résidus réabsorbés par P et déchets traités en remblayage			Flux de résidus transfrontaliers sortants
Environnement RDM	Entrants environnementaux dans P et C		Flux de résidus transfrontaliers entrants	

\* La NAMEA (selon l'acronyme anglais) est une matrice de comptabilité sociale hybride.

P : production ; C : consommation ; FC : formation de capital ; RDM : reste du monde.

de dépenses défensives un ensemble intégré de comptes satellites qui recouvrent toutes les opérations impliquant l'environnement. Ils peuvent être présentés dans une matrice hybride (schéma) dont le cœur est constitué de la matrice de comptabilité sociale (présentation matricielle de l'ensemble des comptes de l'économie) à laquelle sont ajoutées des lignes et des colonnes où sont inscrites les entrées et les sorties de flux environnementaux en unités physiques.

Les *comptes d'actifs* cherchent à suivre l'évolution dans le temps des actifs naturels, pour pouvoir repérer leurs éventuels épuisements (ressources naturelles) ou dégradation (terre et écosystèmes). C'est dans la construction de ces comptes, établis en unités physiques et monétaires, que se rencontrent les plus grandes difficultés, inhérentes à la nature de l'environnement. L'évaluation en unités monétaires pose problème lorsque les actifs naturels n'ont pas de prix explicite, ce qui est souvent le cas pour ceux qui ont une fonction de décharge ou de service d'habitat. De plus, pour l'évaluation en monnaie des ressources non renouvelables, il faut estimer la valeur présente des bénéfices futurs relatifs à l'actif, donc estimer sa durée de vie et la rente qu'il procurera, et choisir un taux d'actualisation. Quant à la dégradation de la terre et des écosystèmes, l'estimation en termes physiques pose elle-même problème, car elle porte sur la qualité et non la quantité de l'actif.

Comme en comptabilité économique, les comptes d'actifs naturels décrivent les variations de stocks entre leur niveau de début et de fin de période. Ces variations de stocks doivent correspondre aux flux environnementaux décrits précédemment. On peut alors compléter les tableaux d'entrées-sorties des comptes de flux par une colonne décrivant les variations de stocks.

À partir des évaluations effectuées dans les trois types de compte, on peut calculer un produit intérieur net « durable » – plus communément appelé « *PIB vert* » –, en déduisant du PIB non seulement la dépréciation (consommation) du capital matériel mais aussi celle du capital naturel (épuisement et dégradation). Certains proposent aussi que les dépenses « défensives » comprises dans la consommation publique soient considérées non pas comme une consommation finale, mais comme une consommation intermédiaire (au même titre que les dépenses défensives réalisées par les entreprises) et soient déduites du PIB. Le revenu « durable » associé à ce produit corrigé est inférieur au revenu monétaire, et la correction est d'ampleur différente selon

---

## Les prix implicites

Va-t-on autoriser l'exploitation pétrolière dans une réserve naturelle ? Pour éclairer cette décision publique, une analyse coût-bénéfice est nécessaire. Mais celle-ci réclame d'attribuer des prix (implicites ou sociaux) à des biens publics (un paysage, une espèce animale...) qui n'en ont pas (il n'y a pas de marché de ces biens). Pour ce faire, on recourt à des méthodes dites secondaires (on adapte des évaluations réalisées dans des lieux ou contextes comparables) ou à des méthodes primaires. Parmi celles-ci, on distingue :

– *l'évaluation contingente* : une enquête détermine les *consentements* à payer des enquêtés pour un bien environnemental donné ;

– *l'évaluation révélée* : l'information sur les dépenses consenties pour profiter d'un bien environnemental est utilisée pour *révéler les prix implicites*. Le prix qu'un touriste paie pour se rendre sur un site naturel révélera le prix implicite de ce site.

L'information sur les prix d'un grand nombre de biens immobiliers et sur leurs caractéristiques révélera le prix implicite de la proximité d'un site exceptionnel, ou au contraire le coût d'une pollution sonore (méthode des prix hédoniques).

Chaque méthode a ses limites. L'évaluation « révélée » ne peut s'appliquer qu'à des biens qui sont « utilisés » ; on ne pourra pas révéler le prix attaché à la sauvegarde d'une espèce animale. L'évaluation contingente est beaucoup plus flexible, mais ses résultats sont critiquables : il est extrêmement difficile pour l'enquêté de répondre à une question pour laquelle il ne dispose pas de références ; ses réponses peuvent être biaisées par sa mauvaise compréhension du contexte, par l'adoption d'un comportement stratégique (il valorisera fortement un bien public en espérant favoriser son offre), par l'effet des références sociales (il essaiera de donner la « bonne » réponse plutôt que sa réponse personnelle), etc. Le fait que les consentements à payer ne s'inscrivent pas dans une contrainte budgétaire est évidemment très problématique.

En dépit de ces limites, l'analyse coût-bénéfice en matière environnementale permet d'éviter des prises de décision non informées. Une étude récente (Rabl *et al.*, 2005) indique que la sous-optimalité globale des décisions prises sur la base de ces analyses est remarquablement faible (inférieure à 10 % ou 20 %), même lorsque le coût des dommages supporte une erreur de facteur trois (à condition qu'il n'y ait pas de biais systématique).

les secteurs et les agents. Quelques pays (l'Allemagne, le Japon, la Corée du Sud, les Philippines, la Suède et le Mexique) ont calculé leur PIB partiellement ajusté pour tenir compte de l'environnement. Les résultats ne sont pas comparables entre pays car les domaines couverts et les méthodes d'évaluation des coûts de protection de l'environnement sont différents.

Les gouvernements sont parfois réticents à engager leur responsabilité sur ce type d'estimations. Les instituts statistiques construisent des comptes de l'environnement, mais ne les intègrent pas à la comptabilité nationale économique. Les motivations peuvent être très différentes. En Chine, par exemple, l'Office

national de statistiques, qui établit des comptes environnementaux, a récemment abandonné le projet de calcul d'un PIB vert, qui lui avait été confié par le gouvernement en 2003 ; la construction de cet indicateur, qui devait se faire au niveau régional, s'est heurtée à la résistance des pouvoirs locaux, alors même que les citoyens protestent de plus en plus contre les dommages environnementaux causés par la croissance rapide des deux dernières décennies. D'autres considèrent qu'un PIB « vert » est un indicateur trop réducteur, qui ne constituerait pas une incitation efficace à entreprendre une politique environnementale. En dehors des pays qui ont publié des agrégats « verts », une quinzaine d'autres, dont une dizaine de membres de l'OCDE, ont des programmes de construction de comptes d'actifs naturels, de comptes de flux pour les pollutions et les ressources en unités physiques et des comptes de dépenses « défensives » de l'environnement.

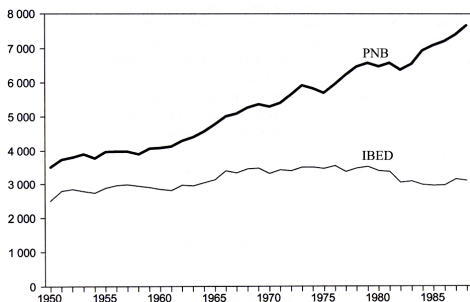
#### *Les indices de bien-être et d'épargne véritable*

De nombreuses initiatives ont vu le jour depuis les années 1980, provenant d'institutions internationales, d'agences environnementales nationales ou d'ONG, pour parvenir à rassembler dans des indices agrégés tous les aspects de la richesse, qu'ils soient produits par le capital physique, naturel ou immatériel (individuel et social). Ici encore, l'additivité des composantes suppose que ces capitaux soient substituables.

Parmi ces tentatives, l'une des plus complètes a été menée par l'Institut suédois de l'environnement qui a calculé l'*indice de bien-être durable* (IBED) pour plusieurs pays sur la période 1950-1992. Cet indice, construit dans l'optique des dépenses, comprend :

- la consommation des ménages hors dépenses défensives (dépenses d'éducation et santé, de trajets...), corrigée pour prendre en compte les changements intervenus dans la distribution des revenus (l'hypothèse étant que le bien-être est amélioré quand la distribution du revenu est moins inégalitaire) et pour comptabiliser la consommation de services rendus par les biens durables au cours de l'année plutôt que les achats de biens durables effectués ;
- les dépenses publiques (hors dépenses défensives) ;
- la formation (nette) de capital productif ;
- les services non marchands fournis par le travail domestique.

Graphique. **PNB et IBED par tête aux États-Unis (1950-1988)**  
(en dollars, prix constants de 1972)



Source : Stockholm Environment Institute (1996), « Sustainable economic welfare in Sweden, a pilot index 1950-1992 ».

En sont déduits :

- le coût des dégradations de l'environnement ;
- la dépréciation du capital naturel.

En dépit de la multiplicité des choix méthodologiques à opérer pour parvenir au calcul de cet indicateur, celui-ci fournit des tendances lourdes significatives.

La Banque mondiale, constatant que l'objectif de mettre fin à l'épuisement des ressources environnementales (qui fait partie des objectifs du millénaire) n'était assorti d'aucun critère chiffré, a défini un indicateur d'« épargne véritable ». La richesse « véritable » d'une nation est constituée de la somme des différents types de capitaux physique, naturel et immatériel dont elle dispose. Le développement est durable s'il permet de maintenir cette richesse pour les générations futures. Pour cela, il faut que l'épargne soit suffisante pour, au moins, couvrir la diminution du capital total (les capitaux sont supposés parfaitement substituables). Le calcul de l'épargne véritable se fait alors de la façon suivante. Partant de l'épargne brute des comptes nationaux (revenu moins consommation), on l'augmente du montant des dépenses courantes d'éducation, considérées non comme une consommation, mais comme un investissement en capital humain ; on déduit de cette épargne brute augmentée les sommes correspondant à la dépréciation de tous les capitaux : amortissement du capital physique, épuisement des ressources naturelles en minéraux, énergie et forêts (évalué suivant la méthode de la valeur actuelle des rentes futures), ainsi que les dommages résultant

tant des pollutions locales et globales. Deux sources de pollution de l'air sont prises en compte : les émissions de gaz carbonique (évaluées par leur coût de réduction fixé forfaitairement à 20 dollars la tonne de CO<sub>2</sub>) et les émissions de particules (évaluées par les dommages à la vie et à la santé, eux-mêmes estimés suivant le consentement à payer des victimes). Si l'épargne nette « véritable » que l'on obtient est négative, cela signifie que le développement n'est pas durable : il ne permet pas de maintenir le niveau de la richesse véritable.

Selon les estimations effectuées par la Banque mondiale sur l'année 2000, les pays dont le développement est le moins soutenable sont les pays producteurs de pétrole (tableau I). Leur épargne brute, bien qu'élevée, est trop faible pour que la ponction qu'ils effectuent sur leur capital naturel puisse être compensée par leur investissement. En revanche, la croissance des pays développés grands consommateurs de pétrole est, selon ces résultats, soutenable : elle repose sur un stock de capital national qui peut être maintenu ou augmenté grâce à une épargne suffisante. On est donc bien ici dans une approche de soutenabilité faible : la substituabilité des différents types de capitaux est, par construction, totale ; et, implicitement, le progrès technique permet au pays consommateur qui épargne et investit suffisamment de ne pas subir de contrainte environnementale à sa croissance.

Tableau I. L'épargne véritable selon la Banque mondiale –  
Estimations pour quelques pays (2004, en % du RNB)

	Canada	États-Unis	Mexique	France	Bulgarie	Koweït	Éthiopie
Épargne nationale brute (1)	24,6	17,4	21	22	13	40	10,5
Dépenses courantes d'éducation (2)	6,9	4,2	5	5,1	3	5	4
Consommation de capital (3)							
Capital physique fixe (3a)	13,1	11,7	10,6	12,6	9,8	6,5	6
Capital énergétique	4,9	1,2	5,9	0	0,3	48,7	0
Capital minéral	0,2	0	0,1	0	0,6	0	0,1
Capital forestier (nette)	0	0	0	0	0	0	12,4
Émissions (4)							
Émissions de particules	0,2	0,3	0,5	0	2,1	2	0,3
Émissions de CO <sub>2</sub>	0,4	0,3	0,4	0,2	2	0,6	0,5
Épargne nationale nette (5 = 1-3a)	11,5	5,7	10,4	9,4	3,2	33,5	4,5
Épargne véritable (6 = 1+2-3-4)	12,7	8,2	8,4	14,3	1,1	-12,9	-4,8

Source : Banque mondiale (2006).

On peut penser, au contraire, que l'épuisement des ressources à l'échelle planétaire met aussi en danger le niveau de vie futur des pays consommateurs et qu'il n'est pas justifié d'imputer son coût au seul pays producteur. En attribuant à chaque pays une part du coût de la déplétion proportionnelle à sa consommation (et non à sa production) de ressources, on pourrait davan-

tage approcher la véritable estimation de la soutenabilité du développement. C'est ce que nous faisons ici pour 24 pays de l'OCDE pour lesquels nous estimons des coûts environnementaux (tableau II). Ces estimations incluent une mesure du coût du réchauffement climatique similaire à celle de la Banque mondiale. Ce coût est imputé à chaque pays au *pro rata* de ces émissions (dans l'esprit du protocole de Kyoto qui fixe aux différents pays des objectifs de réduction en fonction de leurs contributions aux émissions). Mais il faut bien comprendre que ce mode de calcul mesure davantage la responsabilité du pays dans le coût global, que les conséquences pour son niveau de vie, puisque les effets du réchauffement toucheront les pays indépendamment de leur contribution à l'accumulation de gaz à effet de serre dans l'atmosphère (Îles du Pacifique parmi les perdants, Russie ou Canada éventuellement gagnants).

Tableau II. Coûts environnementaux\* (en % du PIB)

> 6 %	Canada, Corée
5 %-6 %	États-Unis, Pays-Bas, Australie, Nouvelle-Zélande, Luxembourg
4 %-5 %	Belgique, Grèce, Finlande, Japon, Espagne, Allemagne, Irlande
3 %-4 %	Portugal, Italie, Royaume-Uni, Autriche, Islande, Danemark
2 %-3 %	France, Norvège, Suède, Suisse

\* Les coûts comprennent les consommations d'énergies fossiles en valeur (pour le pétrole le prix retenu de 60 dollars par baril correspond à un prix de marché hors coût marginal d'extraction) divisées par 1,4 pour tenir compte de la contribution du progrès technique à la croissance [Weitzman, 1999] ; les coûts des émissions des principaux gaz à effet de serre (avec un prix de la tonne de CO<sub>2</sub> de 25 dollars) ; une valorisation des dommages sur la santé des émissions de particules (Banque mondiale).

Source : calculs des auteurs.

## L'empreinte écologique : mesures physiques en unités d'énergie

L'indicateur « d'empreinte écologique », élaboré en coopération par Redefining Progress et WWF, est basé sur le concept de *capacité de charge* largement utilisé en économie des ressources naturelles : c'est le niveau maximum que peut atteindre une population (végétale ou animale) sur une surface donnée. En pratique, le mode de présentation du calcul est inverse : l'empreinte écologique est la surface qui serait nécessaire pour que la population mondiale n'ait pas dépassé sa capacité de charge. Les besoins en surface pour fournir les ressources naturelles et absor-

ber les déchets sont estimés à partir de données de consommation, de rendement des terres et de capacité naturelle d'absorption des déchets. Le calcul de l'empreinte comptabilise ainsi les surfaces nécessaires aux cultures, à l'élevage, à la pêche, aux produits forestiers (hors bois de feu), à la construction, et enfin à la consommation d'énergie, qui représente une part prépondérante de l'ensemble. En ce qui concerne les énergies fossiles, l'empreinte prend en compte seulement l'émission de gaz carbonique lors de la combustion : c'est la surface de forêt nécessaire pour l'absorber.

On compare l'empreinte totale ainsi estimée à la biocapacité productive de la terre, évaluée à partir de données sur la productivité primaire nette (en termes d'énergie biologique) des différentes aires géographiques caractérisées par un ensemble spécifique d'écosystèmes (biomes). Si la biocapacité productive totale est dépassée, on en déduit que le niveau de la population humaine n'est pas viable à long terme avec les modes de consommation et de production actuels.

Biocapacité et empreinte ont été estimées annuellement de 1961 à 2001. La biocapacité par habitant a diminué constamment depuis 40 ans ; l'empreinte par habitant a augmenté jusqu'au début des années 1980, où elle était égale à la biocapacité par habitant, et s'est ensuite stabilisée. En 2001, l'empreinte dépassait la biocapacité de 39 %.

Cette approche écologique exclut toute substituabilité entre richesse naturelle et richesse matérielle produite. Elle n'exclut pas *a priori* la substituabilité du capital immatériel au capital naturel : un progrès technique orienté vers le découplage permettrait de diminuer l'empreinte pour un niveau de consommation inchangé. Cependant, l'évolution comparée de la biocapacité et de l'empreinte suggère que l'amplitude du découplage nécessaire s'accroît constamment.

## Bibliographie

---

- AHMAD N. et WYCKOFF A. [2003], « Les émissions de dioxyde de carbone incorporées dans les échanges internationaux de marchandises », *Document de travail STI*, n° 2003/15.
- BANQUE MONDIALE [2006], *Where is the Wealth of Nations ?, Measuring Capital for the 21st Century*.
- BROCK W.A. et TAYLOR M.S. [2004], « Economic growth and the environment : a review of theory and empirics », *NBER Working Paper*, Series n° 10854, octobre.
- GADREY J. et JANY-CATRICE F. [2005], *Les Nouveaux Indicateurs de richesse*, La Découverte, coll. « Repères », Paris.
- JACKSON T. et STYMNE S. [1996], *Sustainable Economic Welfare in Sweden, a Pilot Index 1950-1992*, Stockholm Environment Institute.
- RABL A., SPADARO J.V. et VAN DER ZWAAN B. [2005], « Uncertainty of pollution damage cost estimates : to what extent does it matter ? », *Environmental Science & Technology*, vol. 39 (2), p. 399-408.
- REDFINING PROGRESS [2005], *Sustainability Indicators Program, Ecological Footprint of Nations*, update.
- ROTILLON G. [2005], *Économie des ressources naturelles*, La Découverte, coll. « Repères », Paris.
- UNITED NATIONS, EUROPEAN COMMISSION, IMF, OECD et WORLD BANK [2003], *Studies in Methods, Handbook of National Accounting, Integrated Environmental and Economic Accounting*.
- VIVIEN F.-D. [2005], *Le Développement soutenable*, La Découverte, coll. « Repères », Paris.
- WEITZMAN M.L. [1999], « Pricing the limits to growth from minerals depletion », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 114 (2), p. 691-706, mai.
- WWF, rapport *Planète vivante*, 2004.