

CHAPITRE 3 - DÉVELOPPEMENT DURABLE ET ENVIRONNEMENT

1 - Introduction

Ce 3^{ème} chapitre étudie les moyens de mieux intégrer les questions de l'environnement et de la soutenabilité dans la mise au point de nouveaux indicateurs de la performance économique et du progrès social. Cette question se distingue clairement de celle de la mesure du bien-être courant, dont les aspects monétaires et non monétaires ont fait l'objet des deux premiers chapitres.

Dit simplement, la question générale à traiter était de savoir si quelques statistiques bien choisies peuvent nous dire si nos enfants et nos petits-enfants disposeront d'opportunités au moins équivalentes à celles dont nous avons bénéficié. Pour répondre à cette question, il nous faut tenir compte de l'abondante littérature déjà consacrée à ce sujet. Dans ce domaine, le problème n'est pas le manque d'idées. Il s'agit plutôt de comprendre pourquoi il semble si difficile de proposer des indices fédérateurs permettant une perception partagée du caractère soutenable ou non soutenable de nos économies. Nous verrons qu'il existe des raisons profondes à ces difficultés, mais nous tenterons néanmoins d'examiner les voies qui peuvent être suivies pour les atténuer et/ou les surmonter progressivement.

Plus précisément, ce chapitre technique s'organisera de la manière suivante :

La deuxième partie fait le point sur l'état actuel des connaissances et permettra de traiter cinq principaux types d'approche. Le point 2.1 est consacré aux tableaux de bord, à savoir des batteries d'indicateurs rassemblant des informations sur différents aspects du développement et sa soutenabilité. Dans leur version actuelle, ces tableaux de bord sont extrêmement riches, et c'est cette richesse qui constitue leur principale limite : leur complexité les empêche d'entrer en concurrence efficacement avec des indicateurs-phares tels que le PIB. Même si le principe des tableaux de bord est retenu *in fine*, il est important qu'ils soient aussi concis que possible. Cela nécessite d'étudier toutes les propositions visant à pousser cette concision à l'extrême, c'est-à-dire toutes les propositions qui tendent vers la caractérisation de la soutenabilité par un seul chiffre.

Les indices composites présentés au point 2.2 sont un exemple de ce type d'indicateurs. Mais leur problème est d'être généralement construits sans aucun schéma analytique solide. La section 2.3 abordera une troisième approche, consistant à essayer d'intégrer les considérations environnementales dans le système de comptabilité nationale. Cette partie présente brièvement le système de comptabilité économique de l'environnement, et notamment le concept de PIB vert ou PNN vert. Nous verrons que, contrairement à ce que l'on pourrait attendre, le PIB vert ne mesure pas la soutenabilité. Son but est uniquement d'intégrer au PIB l'épuisement ou la dégradation des ressources environnementales, sans pour autant nous indiquer si nous nous trouvons au-dessous ou au-dessus d'un niveau de production soutenable.

Ceci nous laisse avec deux dernières catégories d'indicateurs qui apparaîtront les mieux placées pour permettre une évaluation globale de la soutenabilité, parce qu'elles s'inscrivent clairement dans l'optique de mesurer la *surconsommation* des ressources, quoique de manière

très différente. Le point 2.4 est consacré au concept d'épargne véritable, ou épargne nette ajustée, popularisé notamment par la Banque mondiale. Cette approche consiste à évaluer la soutenabilité en termes de préservation d'un concept très global de la richesse, comprenant les capitaux physique, humain et environnemental. L'autre indicateur est l'empreinte écologique, qui évalue notre taux de pression sur les ressources naturelles renouvelables pour un territoire donné ou la planète entière. L'empreinte carbone, variante de cet indicateur, est axée sur les dommages causés à l'environnement ayant une incidence particulière sur le changement climatique. Ces deux indicateurs sont présentés au point 2.5.

A l'issue de cette revue générale, il apparaîtra qu'aucun indicateur ne semble faire l'unanimité, même parmi ceux qui tentent de se fonder sur un concept bien défini de la soutenabilité globale. Cela constitue évidemment un motif de perplexité pour le statisticien. Pourquoi existe-t-il des visions si différentes de la soutenabilité ? Existe-t-il un schéma permettant une approche plus large qui engloberait ces différentes approches de manière exhaustive ?

L'objectif de la 3^{ème} partie sera d'essayer de faire la lumière sur cette question centrale en repartant des fondamentaux. La question qui est posée est de construire un indicateur qui nous permettrait de savoir suffisamment à l'avance si nous empruntons ou non la voie d'une croissance non soutenable. Il existe des réponses théoriques à cette question peuvent être vues comme une généralisation supplémentaire du concept d'épargne nette ajustée. Ce type de généralisation peut d'adapter à des contextes très variables : par exemple, elle ne suppose pas qu'on soit dans un contexte de fonctionnement efficient des marchés ou institutions, et une telle propriété est bien évidemment cruciale dans le domaine de l'environnement. L'approche fonctionne aussi pour des cas de figure où les possibilités de remplacer des actifs naturels par des actifs produits par l'homme sont fortement limitées.

Mais cela ne suffit en rien à conclure que nous avons à portée de main la solution au problème de la mesure de la soutenabilité. Bien au contraire. En fait, on verra que cette perspective théorique a surtout l'intérêt de révéler les obstacles majeurs auxquels se heurte la mesure pratique de la soutenabilité. Le principal problème est que, dès que les prix courants perdent leur pouvoir informatif, la quantification de la soutenabilité ne peut faire l'économie de prévisions explicites des trajectoires économiques et environnementales à venir, et ne peut éviter de formuler des choix normatifs explicites concernant les valeurs à attribuer aux différents types de trajectoires. Dit en d'autre terme, le problème qui se pose est de savoir ce qu'on cherche à soutenir exactement, et au profit de qui. Or ces questions peuvent recevoir des réponses très variables

L'ensemble de ces difficultés est particulièrement important pour la composante environnementale de la soutenabilité. Ceci plaide en faveur de recommandations finales relativement éclectiques, combinant l'ambition de construire à la fois des indices globaux axés sur le volet *économique* de la soutenabilité et une série d'indices « physiques » spécifiques axés plus particulièrement sur les dimensions *environnementales* de la soutenabilité. Ces propositions de recommandations sont présentées dans la 4^{ème} partie.

Quatre annexes viennent compléter le présent rapport technique. La première annexe présente le contenu de l'un des tableaux de bord à grande échelle étudié au point 2.1, le tableau de bord européen du développement durable. Les trois autres annexes développent des aspects particuliers de l'approche de la soutenabilité par l'épargne nette ajustée ou la notion de richesse étendue. L'annexe 2 est consacrée à la mesure de l'une des composantes de

l'épargne nette ajustée : l'évolution du capital humain. L'annexe 3 présente des variantes de l'épargne nette ajustée pour la France qui mettent en évidence la difficulté de développer une version de cet indice transmettant des messages forts sur le changement climatique. L'annexe 4 analyse plus en détail cette difficulté, en se penchant sur les débats qui ont suivi la publication du rapport Stern. On montre que la difficulté de l'épargne nette ajustée à transmettre des messages forts sur le changement climatique ne peut être utilisée comme un argument en faveur de l'inaction. Elle plaide au contraire, elle aussi, en faveur d'un suivi séparé de cette question, indépendamment des évaluations de la soutenabilité globale fournies par l'épargne nette ajustée ou ses diverses extensions.

2 - Etat des lieux

2.1. Tableaux de bord ou batteries d'indicateurs

Les tableaux de bord, ou batteries d'indicateurs, sont une approche répandue pour aborder la question générale de la soutenabilité ou du développement durable. La démarche consiste à compiler et classer des séries d'indicateurs ayant un lien direct ou indirect avec le progrès socio-économique et sa soutenabilité. Les premiers exemples de cette approche datent des années 1960 et 1970. A l'époque, le concept de soutenabilité n'avait pas la même importance qu'aujourd'hui, et ces premiers tableaux de bord étaient essentiellement consacrés à la mesure du progrès social (mouvement des « indicateurs sociaux »), sans qu'il soit fait référence aux questions environnementales. L'intérêt pour ces tableaux de bord a ensuite eu tendance à s'estomper, pour réapparaître fortement depuis les années 1990. Le Sommet de Rio de 1992 a notamment permis d'ébaucher une définition du développement durable qui repose sur trois piliers : l'efficacité économique, l'équité sociale et la soutenabilité environnementale. Le sommet a conduit à l'adoption de l'Agenda 21, dont le 40^{ème} chapitre invite les pays signataires à élaborer des informations quantitatives sur leurs actions et leurs réalisations eu égard à ces trois fondements. En conséquence, la deuxième génération de tableaux de bord disponible actuellement est en général largement axée sur la soutenabilité et les questions environnementales (cf. Bovar *et al.*, 2008).

Pour illustrer le contenu habituel de ce type de tableau de bord, nous reproduisons au début de l'annexe un exemple de tableau complet, le tableau de bord européen des indicateurs de soutenabilité. Ce tableau de bord couvre 10 thèmes différents et comprend 11 indicateurs pour le premier niveau, 33 indicateurs pour le deuxième niveau et 78 indicateurs pour le troisième niveau, les indicateurs des niveaux 2 et 3 couvrant 29 sous-thèmes. Le fait le plus remarquable pour un utilisateur extérieur est l'extrême variété de ces indicateurs. Certains indicateurs sont généraux (la croissance du PIB reste un indicateur important, il s'agit même du premier indicateur de la liste), tandis que d'autres sont plus spécifiques, par exemple le pourcentage de fumeurs dans la population. Certains se rapportent à des résultats, d'autres à des instruments. Certains indicateurs peuvent facilement être reliés au développement *et* à son caractère durable (le taux d'alphabétisation compte à la fois pour le bien-être actuel et les perspectives de croissance), alors que d'autres ont trait soit au développement actuel, soit à la soutenabilité à long terme. Mais il existe aussi des éléments dont le lien avec les deux dimensions est discutable ou au moins indéterminé : un niveau de fécondité élevé est-il une bonne chose pour la soutenabilité ? Peut-être l'est-il pour la soutenabilité des systèmes de

retraites, mais peut-être pas pour la soutenabilité environnementale. Et faut-il toujours y voir le signe d'une bonne santé économique et sociale ? Cela dépend peut-être de ce que l'on considère comme « élevé » ou « faible » en termes de fécondité.

La principale critique qui vient à l'esprit au sujet de ces tableaux de bord est donc leur hétérogénéité. Le manque d'harmonisation entre les différents tableaux est également préoccupant, tout comme les changements fréquents dans leur composition et le fait qu'ils fournissent trop d'informations pour être des outils de communication efficaces, même lorsque leurs principaux messages sont résumés par un nombre limité d'indicateurs de premier plan. Plus fondamentalement, ces tableaux de bord ne s'appuient pas sur une définition claire de ce qui est exactement nécessaire pour la soutenabilité, ni même sur une définition claire de la soutenabilité en elle-même. A cet égard, l'élément le plus frappant est l'apparente confusion qu'entretiennent ces tableaux de bord entre la mesure des niveaux *actuels* ou des tendances du bien-être, et la mesure de la soutenabilité effective de ces niveaux et/ou tendances.

D'un autre côté, à la décharge de ces tableaux de bord, il convient de rappeler que leur nature hybride est en réalité consubstantielle au programme initial de la commission Brundtland qui traite *à la fois* du développement et de son caractère durable. Le développement peut être rapide mais non durable à long terme. Et la soutenabilité peut aller inversement de pair avec de très faibles niveaux de développement. L'originalité des stratégies de développement durable est d'orienter les décisions des pouvoirs publics dans des directions combinant les deux aspects, à savoir atteindre le plus haut niveau de développement actuel, compatible avec la soutenabilité à long terme. Dans ce contexte, la coexistence d'indicateurs s'appliquant aux deux domaines n'est pas étonnante, même si elle nuit à la lisibilité.

Encadré 3.1. Approche forte et approche faible de la soutenabilité

L'approche forte et l'approche faible de la soutenabilité sont deux concepts concurrents fréquemment utilisés pour classer les approches empiriques du développement durable (cf. par exemple, Dietz et Neumayer, 2004).

L'expression *soutenabilité faible* a été employée pour caractériser les approches économiques de la soutenabilité apparues dans les années 1970. Ces approches sont des extensions des modèles usuels de croissance néo-classiques. Les modèles de croissance habituels considèrent en règle générale que la production est déterminée uniquement par la technologie et les quantités disponibles de deux facteurs de production, le travail et le capital. La principale innovation des années 1970, après le premier choc pétrolier, a été d'introduire dans ces modèles les ressources naturelles comme un facteur de production supplémentaire et de préciser les règles régissant leur évolution, notamment en modélisant le comportement d'extraction dans le cas d'une ressource minérale épuisable.

Ces modèles supposaient souvent des possibilités importantes de substitution entre les ressources naturelles, le capital et le travail. Associées à un progrès technique exogène, elles offraient une solution à la finitude des ressources, au moins d'un point de vue théorique : au fur et à mesure que les stocks de ressources pétrolières déclinent, la production est censée les utiliser de moins en moins intensivement, sans que cela implique une baisse du niveau de vie, que ce soit grâce au pur progrès technologique ou en remplaçant le pétrole par une énergie fossile alternative ou un autre facteur de production conçu par l'homme.

Les tenants de la *soutenabilité forte* pensent en revanche que les possibilités de substitution se heurtent à des limites physiques. Pour la plupart des ressources naturelles, il est nécessaire de maintenir des niveaux critiques au moins égaux à ceux nécessaires aux besoins de base, et en fait plus élevés si l'on veut que l'environnement conserve un niveau acceptable de ce qu'on appelle la *résilience*, à savoir la capacité de

l'écosystèmes à se régénérer et à retrouver son équilibre après des chocs. Le concept de soutenabilité forte est souvent considéré comme ne pouvant se réduire à des approches monétaires. Toutes les variables environnementales pertinentes doivent être étudiées en termes physiques.

Dans la majeure partie de ce rapport, nous respecterons la séparation traditionnelle de ces deux concepts, même si, comme nous le verrons dans la troisième partie, la distinction entre les deux n'est, dans un certain sens, pas aussi nette qu'on peut le croire. En effet, la boîte à outils de l'économiste lui permet tout à fait de représenter des processus de production dans lesquels les possibilités de substitution sont limitées a priori. Il est également possible de combiner l'approche économique et des modèles de dynamique des écosystèmes pour tenter de donner une valeur monétaire à des éléments tels que la résilience ou les irréversibilités, au moins sur le plan théorique. L'expression « théorie de la richesse au sens large » est parfois utilisée pour parler des modèles qui poussent à l'extrême cette intégration des points de vue économique et environnementaux. Les applications pratiques de ces modèles éco-environnementaux se limitent généralement à des écosystèmes spécifiques (cf. notamment Mäler, Aniyar et Jansson, 2008, pour une série d'illustrations) mais, selon Weber, « si la richesse au sens large pouvait être calculée au niveau global, elle constituerait un indicateur normatif combinant soutenabilité faible (les flux des services) et soutenabilité forte (résilience des écosystèmes) » (Weber, 2008)

En second lieu, le développement de ces tableaux de bord a conduit à de nombreux efforts pour améliorer la précision et la comparabilité internationale des indicateurs existants et à en produire de nouveaux. Ce mouvement stimule fortement la production statistique et devrait avoir *in fine* des conséquences positives pour toutes les autres approches possibles de la mesure du développement durable.

Enfin, quel qu'en soit le prix, il faut admettre que la complexité est souvent inévitable. Cela est d'autant plus vrai si l'on suit le principe d'une soutenabilité « forte » contre une soutenabilité « faible » (cf. encadré 3.1.), qui signifie que la préservation du bien-être des générations futures implique le maintien simultané de niveaux critiques pour de nombreux actifs environnementaux pris un à un, plutôt que la préservation d'une combinaison globale de ces actifs. Ce point de vue de la soutenabilité forte nécessite inévitablement un suivi parallèle de tous ces actifs. Au demeurant, même si on acceptait le principe de la soutenabilité faible, sa gestion repose elle aussi sur la combinaison de plusieurs instruments, chacun nécessitant un suivi séparé. Or il n'y a aucune raison pour que les listes détaillées de tous ces objectifs et instruments soient exactement identiques en tout lieu et en tout temps. Les conditions de la soutenabilité sont inévitablement spécifiques aux lieux et aux périodes. Des tableaux de bord conçus sur mesure sont les instruments appropriés pour traduire cette complexité. Viser la simplification extrême et l'harmonisation forcée reviendrait à renoncer à l'avantage comparatif de cette méthode.

En définitive, les tableaux de bord sont des instruments utiles qui ne doivent pas être ignorés. A un moment ou à un autre, le fait de suivre une stratégie implique nécessairement de fournir des informations quantitatives à la fois sur les instruments utilisés et sur le chemin qu'il reste à parcourir pour atteindre les objectifs fixés. C'est précisément lors de cette étape que les tableaux de bord sont inévitables. Même à un niveau plus global, la conclusion finale de ce rapport sera qu'on ne peut éviter une approche multidimensionnelle de la soutenabilité. Néanmoins, la parcimonie doit aussi rester un objectif. Si un tableau de bord de la soutenabilité doit être construit, il faut faire en sorte qu'il soit aussi concis, précis et structuré que possible. Pour ce faire, un cadre analytique précis définissant la soutenabilité est nécessaire. C'est l'une des raisons pour lesquelles il est intéressant de se pencher sur les travaux qui ont cherché à construire des indicateurs de soutenabilité uni-dimensionnels plus généraux.

2.2. Les indices composites

Les indices composites sont une manière de contourner le problème que pose la grande richesse des tableaux de bord et de synthétiser leurs informations abondantes et censément pertinentes en un chiffre unique. De nombreuses initiatives ont vu le jour en ce sens (cf. Afsa et al., 2008, ou Gadrey et Jany-Catrice, 2007, pour des études plus détaillées), pour lesquelles la sphère académique et les organisations non-gouvernementales ont joué un rôle majeur, alors que ce sont les instituts officiels de statistiques qui, en général, sont les plus impliqués dans la construction des tableaux de bord.

L'idée générale de ces indices est de ré-étalonner des composantes élémentaires des tableaux de bord afin de les rendre plus commensurables puis de les agréger, avec éventuellement des coefficients de pondération inégaux, pour produire un chiffre unique. Au niveau le plus simple, il existe des indices qui tentent de « verdir » l'indice de développement humain en le combinant à des informations sur les émissions polluantes (Desai, 1994 ou Lasso de la Vega et Urrutia, 2001). Nourry (2007) examine ces indices pour la France et conclut que les résultats sont difficiles à interpréter.

Un indice beaucoup plus élaboré et relativement connu est l'indice de bien-être économique d'Osberg et Sharpe (Osberg et Sharpe, 2002). Cet indice couvre simultanément la prospérité courante (en fonction de la consommation), l'accumulation soutenable et les aspects sociaux (réduction des inégalités et protection contre les risques « sociaux »). Les questions environnementales sont évaluées au moyen du coût des émissions de CO₂ par habitant. Les flux de consommation et l'accumulation de richesses (selon une définition large qui comprend les stocks de recherche et développement, une variable représentative du capital humain et le coût des émissions de CO₂) sont évalués selon la méthodologie de la comptabilité nationale. La normalisation de chaque dimension est effectuée par une mise à l'échelle linéaire (neuf pays de l'OCDE) et l'agrégation est faite en affectant le même coefficient à chacune d'elles. Parmi les pays considérés, la Norvège atteint le plus haut niveau de bien-être économique ; viennent ensuite l'Italie, l'Allemagne, la Suède et la France. Les quatre pays anglo-saxons sont à la traîne, le Canada occupant la huitième place et les Etats-Unis la dernière. Jany-Catrice et Kampelmann (2007) ont revu l'indice de bien-être économique pour la France en tenant compte de données améliorées sur une période plus longue. Leurs résultats ont confirmé la divergence entre le PIB et l'indice de bien-être économique depuis la fin des années 1980, mais cette divergence est due en grande partie au manque de progrès dans la réduction des inégalités et dans l'amélioration de la sécurité économique. La dimension « verte » de l'indice de bien-être économique reste secondaire à ce stade.

Des chercheurs des universités de Yale et de Columbia se sont penchés plus spécifiquement sur les questions liées à l'environnement et ont appliqué la méthodologie des indicateurs composites pour construire un indice de soutenabilité environnementale et un indice de performance environnementale (Estes et al., 2005). L'indice de soutenabilité environnementale couvre 5 domaines : les systèmes environnementaux (air, terre, eau, biodiversité), la réduction des stress environnementaux (pollution atmosphérique, pression des déchets, gestion des ressources naturelles), la vulnérabilité humaine (exposition des habitants aux perturbations environnementales), les capacités sociales et institutionnelles (capacité à apporter des réponses efficaces aux problèmes environnementaux), et le pilotage global (coopération avec d'autres pays à la gestion des problèmes environnementaux communs). 76 variables sont utilisées pour couvrir ces 5 domaines. Les indicateurs standard

concernent par exemple la qualité de l'air ou de l'eau (par exemple, les émissions de SO₂ par habitant ou la concentration de phosphore), la santé (par exemple, le taux de mortalité périnatale du fait de maladies respiratoires), et la gouvernance environnementale (initiatives locales de l'Agenda 21 par million de personnes). Ces 76 indicateurs sont regroupés en 21 indicateurs intermédiaires, qui sont ensuite agrégés pour produire l'indice de soutenabilité environnementale global, après avoir affecté le même coefficient de pondération à chacun d'eux. L'indice de performance environnementale est une forme réduite de l'indice de soutenabilité environnementale, qui repose sur 16 indicateurs de résultats ; il est davantage conçu comme un outil de guidage des politiques publiques : ainsi, les valeurs sont étalonnées en fonction d'objectifs concrets préétablis et non pas de données observées sur des échantillons. Selon cet indice, la Finlande était placée au premier rang en 2005 (indice global de 75). Le classement général des pays fait sens, mais on considère souvent qu'il présente les contributions des pays développés aux questions environnementales de façon trop optimiste. Des difficultés apparaissent aussi au sein de ce groupe des pays développés. Ainsi, cet indice ne fait apparaître qu'un écart très réduit entre les États-Unis et la France malgré de grandes différences en termes d'émissions de CO₂. En fait, cet indice nous informe essentiellement sur un cocktail de dimensions, mêlant la qualité actuelle de l'environnement, les pressions qui s'exercent sur les ressources et l'intensité de la politique environnementale, sans nous dire si un pays donné est engagé sur un sentier soutenable : il n'est pas possible de définir une valeur seuil de part et d'autre de laquelle on pourrait dire qu'un pays donné est ou n'est pas sur une trajectoire soutenable.

Au total, ces indices composites sont plutôt à considérer comme des invitations à examiner plus attentivement leurs différentes composantes. C'est là l'une de leurs principales raisons d'être. C'est également le cas en ce qui concerne les tentatives de synthétiser des tableaux de bord par des procédures statistiques plus élaborées que la simple pondération, comme l'analyse en composantes principales (Jollands et al., 2003 ; David, 2008). Ces approches constituent des moyens intéressants de résumer une quantité abondante d'informations. Une fois qu'on dispose de la vue générale, on peut revenir aux composantes détaillées : un pays mal classé peut rechercher les variables qui contribuent le plus à expliquer sa situation et essayer d'améliorer ses performances sur ces variables. Ce type d'incitation en faveur d'un changement de politique ne doit pas être négligé.

Pourtant, cela ne suffit pas à retenir ces mesures comme des indicateurs de soutenabilité *stricto sensu* qui pourraient acquérir le même statut que le PIB ou d'autres notions de comptabilité nationale. Il y a à cela deux raisons : d'abord, comme dans le cas des grands tableaux de bord, la notion de soutenabilité qui sous-tend ces indices n'est pas bien définie ; ensuite, les indices composites font fréquemment l'objet de critiques, notamment en ce qui concerne le caractère arbitraire des procédures utilisées pour pondérer leurs différentes composantes. Ces procédures d'agrégation sont parfois présentées comme étant supérieures aux agrégations monétaires servant à construire la plupart des indices économiques car elles ne sont liées à aucune forme d'évaluation marchande. En effet, et nous y reviendrons, les raisons sont nombreuses de ne pas faire confiance aux valeurs marchandes lorsqu'il s'agit des questions de soutenabilité, et plus particulièrement de leur composante environnementale. Mais, qu'elles soient monétaires ou non, les procédures d'agrégation impliquent toujours d'affecter des valeurs relatives aux éléments pris en compte dans l'indice agrégé. Or, dans le cas des indices composites, il est difficile de savoir pourquoi on choisit d'attribuer telle ou telle valeur relative à chacune des variables pertinentes pour la soutenabilité. Le problème n'est pas que ces procédures de pondération soient cachées, non transparentes ou non

reproductibles : elles sont souvent présentées de manière très explicite par les auteurs des indices, ce qui est l'un des points forts de ce type de littérature. Le problème vient de ce que leurs implications normatives sont rarement explicitées ou justifiées.

2.3. Les PIB ajustés, ou comment « verdir » la comptabilité nationale

Le premier sous-groupe de la commission a examiné les raisons pour lesquelles le PIB ou même la consommation finale totale ne peuvent être que des indicateurs très partiels du bien-être. Dans leur texte fondateur, Nordhaus et Tobin (1973) avaient fait la même critique et proposé de construire un indice de bien-être économique (*Measure of economic Welfare*, MEW) en soustrayant de la consommation privée totale plusieurs composantes qui ne contribuent pas au bien-être de manière positive (comme les trajets domicile-travail et les services juridiques) et en ajoutant les estimations monétaires d'activités qui y contribuent de manière positive (les loisirs et le travail à domicile par exemple).

En outre, en se fondant sur cet indice, ils ont construit un indice de bien-être économique soutenable (*Sustainable Measure of Economic Welfare*, SMEW) qui tient compte des évolutions de la richesse totale. Pour convertir l'indice de bien-être économique en indice de bien-être économique soutenable, Nordhaus et Tobin recourent à une estimation de la richesse publique et privée totale, qui comprend le capital reproductible, le capital non reproductible (limité aux terres et aux avoirs nets sur le reste du monde), le capital éducatif (sur la base du coût cumulé des années de formation de chaque membre de la population active), et le capital santé, à l'aide d'une méthode d'inventaire permanent. Cet indice a été amélioré et rebaptisé indice de bien-être économique soutenable (ISEW pour *Index of Sustainable Economic Welfare*) par Daly et Cobb (1989) puis affiné à nouveau par Cobb et Cobb (1994) afin d'intégrer les ressources naturelles, comme cela a également été fait avec l'indicateur de progrès véritable (*genuine progress indicator*, GPI)¹. Ces indicateurs déduisent de la consommation une estimation du coût des pollutions de l'eau, de l'air et sonore et prennent en compte la disparition des zones humides, des terres agricoles et des forêts primaires, ainsi que les dommages résultant du CO₂ et de la dégradation de la couche d'ozone.

De quelle manière ces ajustements opérés pour mieux mesurer le bien-être nous apportent-ils des informations sur la soutenabilité ?

Depuis Samuelson (1961) et Weitzman (1976), la théorie économique considère qu'un produit national net correctement ajusté devrait correspondre au niveau maximal soutenable c'est-à-dire non décroissant) de consommation pouvant être atteint actuellement et à l'avenir. Il s'agit de la notion de revenu selon Hicks, qui définit le revenu comme ce qui peut être consommé cette année sans que l'on soit plus pauvre à la fin de l'année, c'est-à-dire en terminant l'année avec des perspectives de consommation équivalentes à la consommation de l'année en cours. L'indice de bien-être économique soutenable et ses successeurs s'inscrivent dans cette lignée. Plus près de notre préoccupation présente, notamment en ce qui concerne l'environnement, Hamilton (1996) a proposé différents modèles théoriques qui prennent en compte l'épuisement des ressources renouvelables et non renouvelables, la pollution et les aménités environnementales et en déduisent une façon d'ajuster la consommation finale pour

1. L'indicateur de progrès véritable (IPV) est très similaire à l'indice de bien-être économique soutenable. Il est mis en avant depuis 1995 par l'organisation non-gouvernementale Redefining Progress (cf. notamment Talberth, Cobb et Slattery, 2006).

fournir une mesure pertinente du bien-être et de la consommation soutenables. Dans ce contexte théorique, les recherches empiriques visant à calculer le produit intérieur net ajusté pour l'environnement, qui prend en compte la consommation du capital naturel et est souvent dénommé « PIB vert », se sont multipliées depuis la fin des années 1980 et en particulier depuis qu'a été créé le premier système de comptabilité économique de l'environnement (SCEE) en 1993 (cf. les études pionnières de Repetto et al. (1989) ou Alfsen et al. (2006) pour une revue de littérature, et le chapitre 11 du manuel SCEE (2003) pour plus de références).

Mais, ces ajustements comptables restent sujets à controverse².

Le problème est que les méthodes d'évaluation que requièrent ces ajustements sont généralement indirectes et dépendent souvent, à un degré ou à un autre, de scénarios hypothétiques. Transposer la valeur de la dégradation de l'environnement en ajustements des agrégats macro-économiques nous conduit donc au-delà du domaine habituel de la *comptabilité ex post*, sur un terrain où les hypothèses jouent au beaucoup plus grand rôle. La nature très spéculative de ce type de comptabilité explique la forte résistance de nombreux comptables à cette démarche, dans laquelle ils ne se sentent pas du tout à l'aise.

L'expérience en la matière suggère néanmoins deux possibilités principales pour évaluer les atteintes à l'environnement. La première repose sur des estimations des dommages et la seconde sur des estimations des coûts. La première option répond à la question « quelle est l'ampleur des dommages engendrés par la dégradation de l'environnement ? », et tente d'estimer la perte de bien-être due à la dégradation de la santé et donc du capital humain.

L'estimation des coûts répond au contraire à la question « combien cela coûterait-il d'éviter la dégradation de l'environnement ? » et ce sous deux formes différentes. La première concerne les *coûts d'entretien*, c'est-à-dire l'évaluation des coûts qui seraient encourus pour remédier à la dégradation de l'environnement causée par la production et la consommation actuelles. Cette première estimation conduit à des agrégats « ajustés pour l'environnement » pour ces coûts et évalue ce qu'auraient représenté les entrées comptables pour le même niveau (et la même structure) d'activités et de pression si tous les coûts associés à la dégradation de l'environnement avaient été encourus et répercutés sur les prix du marché. Avec cette approche, le problème est que les hausses de prix (potentiellement élevées pour des évolutions non marginales) sont susceptibles d'engendrer un changement de comportement qui, à son tour, peut affecter le niveau de demande de ces produits (et par conséquent le niveau de production et/ou le choix de la technologie de production).

Le second type d'estimation des coûts tente de dépasser ces limites et répond à la question suivante : quel niveau de PIB serait atteint si les producteurs et les consommateurs faisaient face à une série différente de prix relatifs dans l'économie en raison de l'existence de prix réels pour les fonctions environnementales ? Il s'agit donc d'une approche de modélisation prospective (connue sous l'appellation de *modélisation économique verte*) et non pas seulement de l'ajustement ponctuel d'un certain nombre de macro-agrégats. A partir de là, l'attention se focalise moins sur les nouveaux agrégats « verdis » que sur l'écart existant entre l'économie réelle et sa version « verte » (et sur les éventuelles voies de transition entre les deux).

2. Concernant les difficultés rencontrées et des propositions, cf. notamment Vanoli (1995).

La nécessité de s'appuyer à un moment ou à un autre sur une modélisation à la fois physique et économique se présentera de nouveau et de manière systématique, quelle que soit l'approche choisie.

Mais, il existe cependant un problème plus crucial avec le PIB vert, qui s'applique également au SMEW de de Nordhaus et Tobin et à l'ISEW ou à l'indicateur de progrès véritable qui lui ont succédé. Aucun de ces indicateurs ne définit la soutenabilité en soi. Le PIB vert ne fait qu'intégrer au PIB l'épuisement ou la dégradation des ressources naturelles. Ce n'est là qu'une partie de la réponse à la question de la soutenabilité. Ce dont nous avons besoin en fin de compte, c'est d'une évaluation de la distance qui sépare notre situation actuelle de ces objectifs « soutenables ». En d'autres termes, nous avons besoin d'indicateurs de *sur-consommation* ou encore de *sous-investissement*. C'est précisément l'objectif de nos deux derniers indicateurs.

2.4. L'épargne nette ajustée ou l'évolution de la richesse au sens large

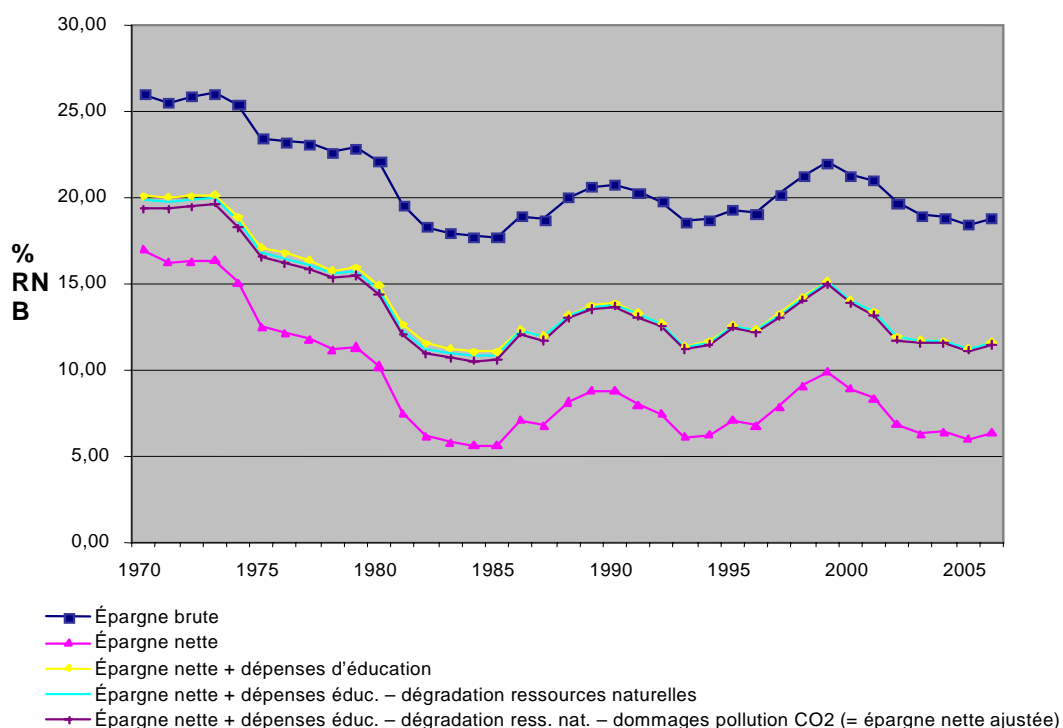
L'épargne nette ajustée (également dénommée épargne véritable) est un indicateur de la soutenabilité qui s'appuie lui aussi sur le cadre de la comptabilité verte. Son fondement théorique est à nouveau l'interprétation Hicksienne du revenu et de la richesse, mais l'attention est maintenant portée sur l'épargne, c'est-à-dire sur la variation de la richesse. C'est cette variation qui, si elle est négative, signale que les niveaux de consommation actuels ne peuvent être maintenus à l'avenir. Alternativement, selon Arrow et al. (2004), on peut préférer qualifier cet indicateur d'« investissement véritable », en référence au changement du stock total de capital, dans la mesure où ce qui est mesuré dans la pratique sous l'appellation « richesse au sens large » est un « stock de capital élargi ». L'analogie avec le cas de la richesse individuelle est évidente : si j'ai désinvesti ou désépargné cette année pour financer ma consommation, cela implique que je suis plus pauvre à la fin de l'année. Il me sera éventuellement possible de désépargner à nouveau au cours de l'année suivante pour continuer à maintenir ce niveau de surconsommation. Mais je sais que je ne pourrai pas le faire indéfiniment : tôt ou tard, je devrai revoir ma consommation à la baisse. Cette notion est manifestement la contrepartie économique de la notion de soutenabilité dans la mesure où elle inclut non seulement les ressources naturelles, mais aussi (en principe au moins) les autres ingrédients nécessaires pour fournir aux générations futures un ensemble d'opportunités au moins aussi grand que celui dont bénéficient les générations actuelles.

Ces définitions ayant été posées, les chercheurs de la Banque mondiale (cf. notamment Hamilton, Pearce et Atkinson, 1996 ; Hamilton et Clemens, 1999) se sont attelés à calculer l'« épargne nette ajustée » pour un grand nombre de pays. Le rapport de la Banque mondiale de 2004 contient des estimations de l'« épargne intérieure nette » pour la quasi-totalité des pays du monde. De manière empirique, l'épargne nette ajustée est obtenue à partir des mesures classiques de l'épargne nationale brute faites par la comptabilité nationale en y opérant quatre types d'ajustement. Premièrement, les estimations de la consommation de capital des actifs produits sont déduites pour obtenir l'épargne nationale nette. En deuxième lieu, sont ajoutées à l'épargne intérieure nette les dépenses courantes d'éducation considérées comme une mesure pertinente de l'investissement en capital humain (alors que, en comptabilité nationale classique, ces dépenses sont considérées comme de la consommation). Troisièmement, des estimations de l'épuisement de diverses ressources naturelles sont déduites pour refléter la diminution de la valeur des actifs naturels liés à leur extraction ou à leur récolte. Ces estimations de l'épuisement des ressources reposent sur le calcul de la rente

tirée de ces ressources. La rente économique représente le rendement « excédentaire » d'un facteur de production donné ; dans le cas présent, elle est obtenue simplement par la différence entre les prix mondiaux et les coûts moyens unitaires d'extraction ou de récolte (y compris un rendement « normal » du capital). Enfin, les dommages résultant de la pollution globale par le dioxyde de carbone sont déduits.³ Des taux d'épargne nette ajustée négatifs indiquent que la richesse totale diminue et constituent donc un message d'alerte de non-soutenabilité.

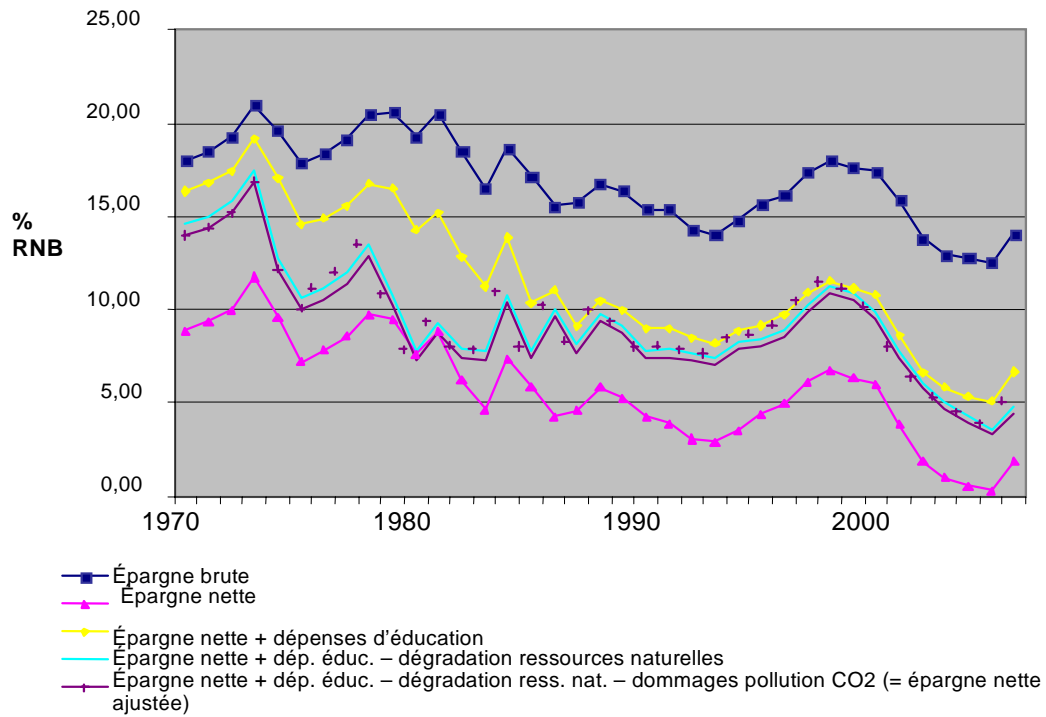
Que donne la comparaison de cet indicateur avec les mesures classiques de l'épargne et de l'investissement dans la comptabilité nationale ? Comme on peut le voir sur les graphiques 3.1 et 3.2 concernant la France et les Etats-Unis, le niveau d'épargne nette ajustée est principalement déterminé par l'épargne brute, ajusté pour la consommation de capital et les dépenses d'éducation, et semble être très marginalement affecté par d'autres éléments de correction (même si les ajustements pour l'épuisement des ressources naturelles n'étaient pas si marginaux que cela aux Etats-Unis pendant les années 1980).

Graphique 3.1 De l'épargne nationale brute à l'épargne nette ajustée
Quels sont les principales sources d'écart ? (France)

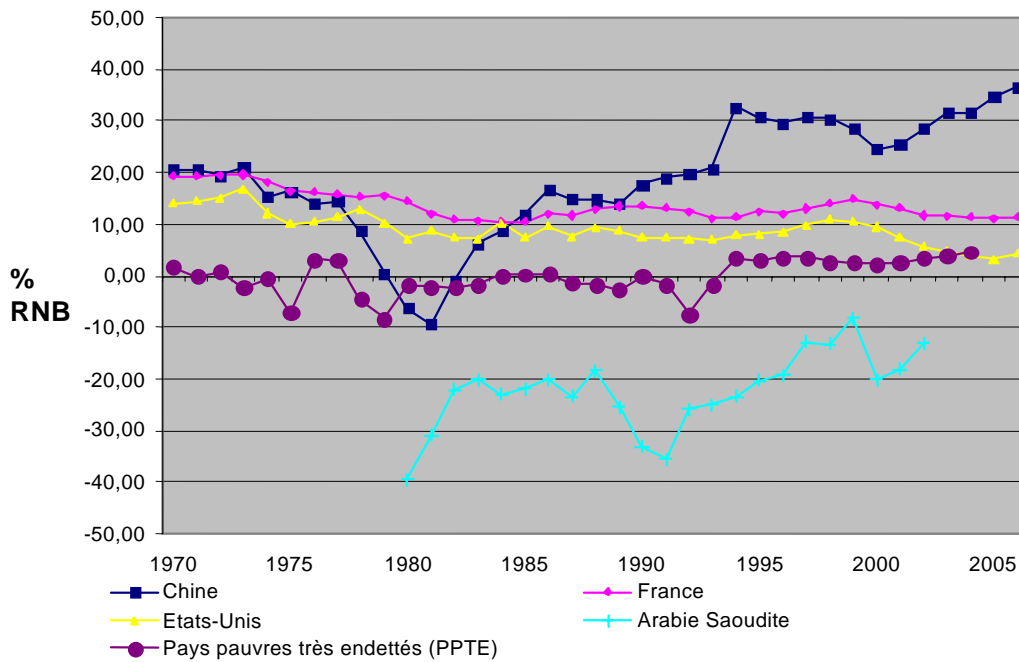


3. De même que les dommages causés par la pollution locale, ils sont difficiles à estimer en l'absence de données spécifiques localisées. Cependant, une version augmentée de l'épargne nette ajustée pour la pollution locale est fournie en prenant en compte les dommages pour la santé qui résultent de la pollution de l'air en milieu urbain (matières particulaires PM10).

Graphique 3.2 De l'épargne nationale brute à l'épargne nette ajustée
 Quelles sont les principales sources d'écarts (Etats-Unis)



Graphique 3.3 Epargne nette ajustée pour une sélection de pays, 1970-2006



En outre, ces données montrent que les pays développés sont pour la plupart engagés sur un sentier de croissance soutenable, ce qui n'est pas le cas pour de nombreux pays émergents ou en développement. En particulier, la plupart des pays exportateurs de ressources naturelles sont sur des sentiers non-soutenables, selon cet indicateur (Graphique 3.3).

De tels chiffres ont l'avantage de bénéficier d'un cadre conceptuel cohérent permettant de définir la soutenabilité. Le travail de collecte conduit par Banque Mondiale pour la version séminale de cet indicateur et ses mises à jour régulières sont une contribution importante à la mise en place d'une comptabilité patrimoniale exhaustive.

Toutefois, la méthodologie qui sous-tend actuellement les calculs empiriques de l'épargne nette ajustée par pays présente des lacunes bien connues, détaillées par leurs auteurs eux-mêmes⁴. Certaines de ces lacunes peuvent être facilement comblées. Ainsi, il est plutôt aisé de fournir des ajustements supplémentaires pour prendre en compte le progrès techniques et l'évolution de la population (en considérant l'épargne nette ajustée par habitant). Mais, d'une manière générale, la pertinence de l'approche par l'épargne nette ajustée dépend crucialement de *ce qui* est pris en compte (les différentes formes de capitaux transmis aux générations futures), c'est-à-dire de ce qui est inclus dans la « richesse au sens large », et du *prix* utilisé pour comptabiliser et agréger ces différents types de capitaux (la manière de comptabiliser) dans un contexte où l'évaluation par les marchés est imparfaite.

Les auteurs reconnaissent par exemple que les calculs ne prennent pas en compte des sources importantes de dégradation de l'environnement, comme l'épuisement des eaux souterraines, la pêche au-delà des seuils de soutenabilité et la dégradation des sols (Where is the Wealth of Nations, 2006, p.154) et, *a fortiori*, la perte de biodiversité. Quant à la valorisation de la dégradation de l'environnement, il convient, du fait de l'absence d'évaluation par le marché, de déterminer des « valeurs comptables » en modélisant les conséquences à long terme d'un changement donné du capital environnemental et la manière dont il influencera le bien-être à venir. Nous avons des éléments de théorie assez bien établis qui nous disent de quelle manière cela peut être fait, mais la mise en œuvre pratique pose des problèmes considérables. L'annexe 3 fournit une analyse approfondie de ces difficultés et propose quelques pistes d'améliorations possibles. Mais ces problèmes de mise en œuvre restent considérables et seront au centre des arguments développés dans la troisième partie.

2.5. Empreintes

L'empreinte écologique a été initialement proposée par Wackernagel et Rees (1995). Cet indicateur a ensuite bénéficié d'une large promotion par l'association Redefining Progress et le WWF, ce dernier organisme fournissant des mises à jour régulières de l'indice dans son rapport annuel *Planète vivante*. L'empreinte écologique a connu un grand succès auprès des ONG vertes et de l'opinion publique, et sa méthodologie et ses mises à jour sont actuellement prises en charge par le Global Footprint Network.

Selon les termes de Moran, Wackernagel et leurs co-auteurs (2008), l'empreinte écologique mesure la part de la capacité de régénération de la biosphère qui est absorbée par

4. De nombreux autres auteurs ont tenté d'améliorer l'indicateur original : Arrow et al. (2004) pour les principales régions du monde, Hanley et al. (1999) et Pezzey et al. (2006) pour l'Ecosse, Lange et Wright (2004) pour le Botswana, Arrow et al. (2008) pour les Etats-Unis et la Chine, Nourry (2008) pour la France et Randall (2008) pour l'Australie, etc.

les activités humaines (consommation), en calculant les surfaces de terre et d'eau biologiquement productives qui sont nécessaires à une population donnée pour maintenir indéfiniment son rythme de consommation courant. L'empreinte d'un pays (côté demande) est ainsi la surface totale requise pour produire l'alimentation, les fibres et le bois qu'il consomme, absorber les déchets qu'il produit et fournir l'espace nécessaire à ses infrastructures (surfaces construites). Côté offre, la biocapacité est la capacité productive de la biosphère et son aptitude à fournir un flux de ressources biologiques et de services utiles à l'homme.

Les résultats sont bien connus et plutôt frappants (graphique 3.4) : depuis le milieu des années 1980, l'empreinte écologique de l'humanité est supérieure à la capacité de charge de la planète. En 2003, l'empreinte totale de l'humanité dépassait d'environ 25 % la biocapacité de la Terre (pour dire les choses simplement, il nous aurait fallu un quart de planète supplémentaire pour répondre à nos besoins). Alors que chaque être humain dispose de 1,8 hectare global, les Européens en utilisent 4,9 par personne et les Nord-Américains deux fois plus, c'est-à-dire beaucoup plus que les biocapacités réelles de ces deux zones géographiques.

Il ne fait aucun doute que les expressions, les concepts et les résultats sont très attrayants et qu'ils semblent facilement compréhensibles. Ces facteurs expliquent le succès de cet indicateur auprès du public et des instances internationales influentes. Mais, ces qualités pédagogiques ne signifient pas que cet indicateur n'ait pas de points faibles et nombre de ses caractéristiques ont fait l'objet de critiques, comme pour l'épargne nette ajustée, quoique pour des raisons très différentes⁵.

Certaines critiques d'ordre général concernent le fait que l'indice ne tient pas compte des possibilités offertes par le progrès technique, ou le fait qu'il passe sous silence les problèmes de non-soutenabilité résultant de l'extraction des ressources fossiles, ainsi que des questions telles que la biodiversité et la qualité de l'eau.

Même concernant les éléments pour lesquels il est censément performant, l'indicateur pose certaines difficultés. Considérons les 6 différents types d'utilisation des sols qu'il couvre.

Concernant les terres cultivées, les calculs de l'empreinte écologique ne reposent pas sur la définition d'un rendement agricole « soutenable », à savoir un rendement permettant de maintenir une qualité des sols suffisante pour fournir un rendement identique l'année suivante. La biocapacité est simplement la capacité observée, obtenue à partir du rendement réel. Par conséquent, à l'échelle d'un pays, l'empreinte écologique de la production des terres cultivées sera toujours égale à la biocapacité du pays. Ceci a deux conséquences. Tout d'abord, à l'échelle d'un pays, le déficit écologique en matière de terres cultivées reflètera simplement le déficit commercial. Ensuite, à l'échelle mondiale, les exportations et les importations se compensant mutuellement, l'empreinte écologique et la biocapacité pour les terres cultivées seront toujours égales.

5. Un examen approfondi de cet indice a récemment été publié par le Conseil économique, social et environnemental (Le Clézio, 2009) et par le Ministère de l'Ecologie (Commissariat général au Développement durable, 2009).

Ces propriétés ne sont pas dissimulées par les concepteurs de l'indice⁶, mais elles ne sont pas non plus mises en avant lorsqu'il s'agit d'interpréter et d'analyser les résultats. Van den Bergh et Verbruggen (1999) ont déjà mis en évidence ce qu'ils ont appelé le fort parti pris anti-commercial inhérent à la méthodologie de l'empreinte écologique⁷. Le fait que les régions ou les pays à forte densité de population (faible biocapacité) tels que les Pays-Bas aient des déficits écologiques, alors que les régions ou les pays à faible densité de population (biocapacité élevée) comme la Finlande bénéficient d'un excédent peut être considéré comme relevant d'une situation normale où les échanges commerciaux sont mutuellement avantageux, plutôt que comme l'indice d'une situation non-soutenable. De fait, la mise à jour la plus récente de cette méthodologie a reconnu que le fait qu'un pays soit en excédent écologique ne constitue pas en soi un critère suffisant de soutenabilité. Moran, Wackernagel et al. (2008) ont abandonné la comparaison de l'empreinte écologique d'un pays avec sa *propre* biocapacité, pour proposer plutôt de diviser toutes les empreintes écologiques des pays par la biocapacité *globale*. Ce faisant, ils reconnaissent que les empreintes écologiques sont moins des mesures de la soutenabilité des différents pays que des mesures de leurs contributions à la non-soutenabilité globale. Ceci étant, il reste qu'aucun déficit écologique ne peut exister pour les terres cultivées à l'échelle mondiale. A cette échelle, cet indicateur ne fournit donc pas d'informations sur l'excès de pression que l'humanité exerce en moyenne sur la capacité de régénération des terres cultivées. Le même raisonnement s'applique aux pâturages. Une fois de plus, à l'échelle d'un pays, le déficit écologique reflètera simplement le déficit commercial des produits du bétail, excluant par construction la possibilité d'un déficit écologique à l'échelle mondiale.

Pour ce qui concerne les terrains construits, la demande pour ce type d'utilisation des sols est toujours égale à la biocapacité, étant donné que l'une et l'autre représentent la surface de terre cultivée perdue au profit de ce type d'utilisation. Ainsi, la contribution des terrains construits au déficit écologique global est nulle.

Concernant la pression qui s'exerce sur les zones de pêche et les terres forestières, l'empreinte écologique traite ce point d'une manière qui semble beaucoup plus en accord avec une approche de la soutenabilité réelle, à savoir un flux de consommation disponible qui laisse le niveau des stocks inchangé pour l'année suivante. Néanmoins, à l'échelle de la planète, on peut voir que la biocapacité est supérieure à l'empreinte écologique, ce qui suggère qu'il n'existe pas de problème de soutenabilité concernant l'utilisation de ces ressources. En outre, même si elles sont en déficit, elles ne représentent qu'une partie plutôt faible de l'empreinte écologique globale (respectivement 9% et 3% pour les forêts et les lieux de pêche).

Enfin, la surface consacrée à l'absorption de CO₂ désigne la surface de terres forestières nécessaire pour absorber les émissions anthropiques de dioxyde de carbone. En 2005, cet espace contribuait pour plus de 50% (plus important contributeur) à l'empreinte écologique humaine totale de l'époque, cette part ayant été multipliée par plus de 10 entre 1961 et 2005.

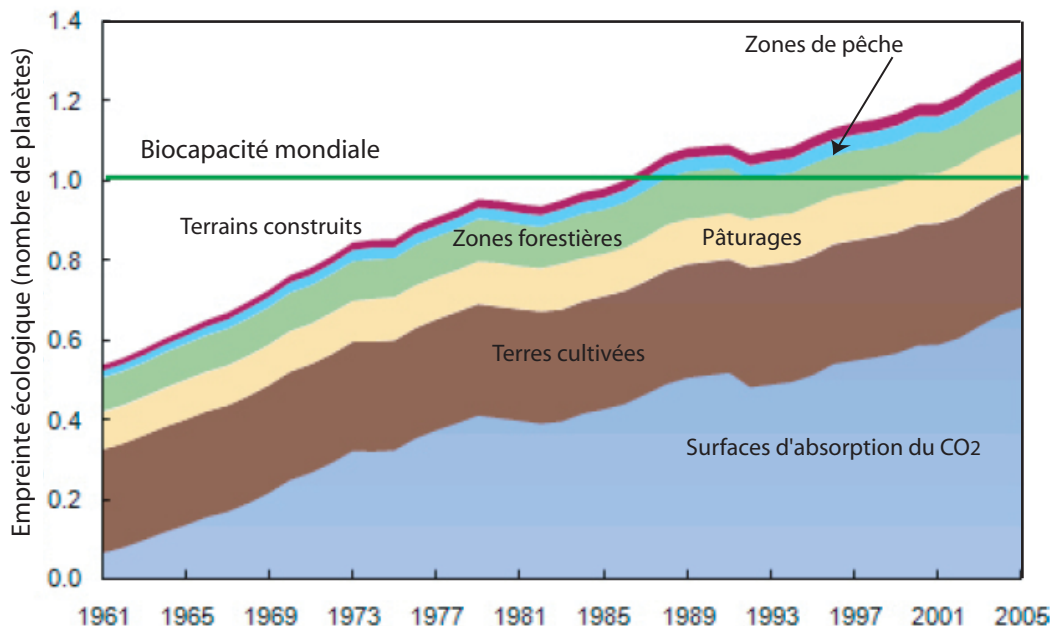
6. Cf. *Calculation Methodology for the National Footprint Accounts*, Edition 2008, version 1.0.

7. Contrairement à l'épargne nette ajustée, l'empreinte écologique est basée sur la consommation finale (ou demande finale), à savoir production + importations – exportations. En d'autres termes, le terrain équivalent requis pour une consommation donnée est attribué au *consommateur* de la ressource plutôt qu'à son *producteur*. Par exemple, les ressources non renouvelables extraites dans un pays en développement et exportées dans un pays développé (comme le pétrole) sont prises en compte dans l'empreinte écologique du pays développé.

Dans la présentation classique de l’empreinte écologique, il n’existe pas de biocapacité formelle liée à la demande d’assimilation de ce CO₂. Il est à noter qu’il serait également possible de regrouper l’empreinte écologique (zone de forêts) nécessaire pour fournir le bois de construction, le combustible et le papier et l’empreinte écologique nécessaire pour absorber ces émissions de CO₂, puis de comparer cet agrégat à la biocapacité des terres forestières, la forêt étant précisément la contrepartie utilisée pour contrôler l’absorption de dioxyde de carbone, chaque utilisation (produits du bois et absorption du CO₂) imposant une demande concurrentielle à la même unité forestière. Cette approche révélerait un déficit total de terres forestières considérable, reflet de la suraccumulation d’émissions de CO₂ dans l’atmosphère.

A ce stade, nous avons étudié de façon séparée les déséquilibres potentiels pour chaque type d’usage de la terre. Pour regrouper les différentes zones et obtenir un chiffre unique, la biocapacité et les empreintes, initialement mesurées en hectares, sont exprimées sous la forme d’une unité de terre standardisée, appelée hectare global. C’est une façon de re-pondérer les sols en fonction de leur productivité *agricole* potentielle relative. Ce potentiel est évalué grâce au modèle spatial GAEZ qui permet de mesurer les rendements agricoles potentiels, mis au point par l’IIASA (Institut international pour l’analyse des systèmes appliqués) et la FAO. Considérons par exemple le cas d’un hectare de terres cultivées et d’un hectare de forêt. La méthodologie GAEZ indiquerait que le rendement potentiel de la zone cultivée est deux fois supérieur au rendement potentiel de la zone forestière. Ensuite, en regroupant la zone cultivée et la zone de forêt pour calculer l’empreinte écologique totale, les terres cultivées se verront appliquer un coefficient de pondération deux fois plus important que celui attribué à la zone forestière.

Graphique 3.4 Empreinte écologique de l’humanité par catégorie, 1961-2005



Source : Ewing et al. (2008).

Ceci n'est pas neutre en ce qui concerne les recommandations politiques, car la forêt aura généralement un facteur d'équivalence (pondération) plus faible, ce qui signifie qu'une transformation à grande échelle de zones forestières en terres cultivées fera directement augmenter la biocapacité totale disponible et réduirait par conséquent le déficit écologique.

En résumé, l'apparente simplicité de l'empreinte écologique cache plusieurs difficultés, qui ceci pousse à mieux se focaliser sur ce qu'est son véritable apport et à se rabattre éventuellement sur des approches moins ambitieuses mais plus transparentes. Les comparaisons des empreintes écologiques entre les pays doivent être utilisées comme un indicateur de l'inégalité de la consommation et des interdépendances entre les zones géographiques (cf. notamment Mac Donald et Patterson, 2004). Mais le message essentiel de l'empreinte écologique, et il s'agit bien d'un message, est que l'humanité, et notamment les pays occidentaux développés, ont considérablement augmenté le niveau des émissions de CO₂ dans l'atmosphère au cours des 40 dernières années (graphique 3.4). Les émissions annuelles dépassent aujourd'hui largement le niveau pouvant être absorbé par la nature, avec des conséquences bien connues pour la température et le climat. L'approche méthodologique de calcul de l'empreinte écologique consiste à exprimer ces émissions en termes de surface équivalente (forêt) nécessaire pour les absorber. Cela donne au citoyen ordinaire une vision parlante de l'ampleur de ce problème, et c'est là que se situe la véritable valeur ajoutée de l'empreinte écologique. Mais, en dehors de cela, sa valeur ajoutée par rapport à une comptabilité centrée sur ces émissions de carbone n'est pas particulièrement frappante.

La méthodologie de l'empreinte écologique fournit ainsi des éléments intéressants en vue d'une comptabilisation totale des émissions de CO₂ provenant de la consommation, car l'empreinte carbone à l'échelle d'un pays prend non seulement en compte les émissions directes de CO₂, mais également les émissions indirectes induites par les produits importés. D'un point de vue plus général, la comptabilisation du carbone (par exemple, le « bilan carbone » utilisé en France) est probablement une tentative plus prometteuse de contrôler la pression que nous (un pays, une communauté locale, un citoyen, etc.) exerçons sur la capacité d'absorption des déchets par notre écosystème.

3 - Approches de la soutenabilité au moyen d'indices uniques : quels sont les obstacles ?

Essayons de résumer l'impression générale qui se dégage de l'état des lieux proposé dans la deuxième partie. Cette partie a exposé les nombreuses tentatives faites jusqu'à présent pour quantifier la soutenabilité. Jusqu'à un certain point, cette abondance est normale. La soutenabilité n'est pas une question uni-dimensionnelle et, tôt ou tard, il nous appartient de l'étudier au moyen d'un nombre relativement important d'indicateurs, et c'est précisément l'argument que nous avons développé en faveur des tableaux de bord.

Pourtant d'un autre point de vue, l'abondance est souvent considérée comme un inconvénient majeur. Si l'on souhaite attirer l'attention de l'opinion publique ou des responsables politiques sur les questions liées à la soutenabilité, il est utile de disposer de chiffres synthétiques qui puissent concurrencer la popularité du PIB. C'était précisément l'ambition de la plupart des indicateurs que nous avons passés en revue dans la deuxième partie et, à cet égard, il devient problématique de disposer d'autant d'indices prétendument

synthétiques donnant des visions aussi différentes des degrés de soutenabilité des différents pays.

Pour montrer à quel point les divergences peuvent être importantes, nous avons représenté graphiquement les valeurs de trois indicateurs disponibles de manière systématique pour la quasi-totalité des pays du monde (graphiques 3.5 et 3.6) : l'indice de soutenabilité environnementale, l'épargne nette ajustée selon le calcul de la Banque mondiale (en % du RNB) et l'empreinte écologique.

Les graphiques confirment que les liens entre ces indices sont faibles et que les messages transmis peuvent être contradictoires. L'indice de soutenabilité environnementale et l'épargne nette ajustée montrent une faible corrélation positive, car ils se révèlent tous deux favorables aux pays les plus développés. En ce qui concerne l'indice de soutenabilité environnementale, cela est dû entre autres choses au poids qu'il accorde aux politiques environnementales actives et à la qualité des institutions qui participent à la mise en œuvre de ces politiques. Dans le cas de l'épargne nette ajustée, cette corrélation est due au fait que les pays développés sont plus en mesure d'accumuler du capital physique et humain, alors que l'exploitation des ressources épuisables est plus souvent concentrée dans les pays du sud. La corrélation est de même signe pour l'épargne nette ajustée et l'empreinte écologique, mais il convient de la lire dans l'autre sens : les pays qui sont les plus « soutenables » du point de vue de l'épargne nette ajustée ont une empreinte écologique plus importante et sont donc moins « soutenables », ou, plus précisément, contribuent plus à la non-soutenabilité globale que les pays dont l'épargne nette ajustée est faible.

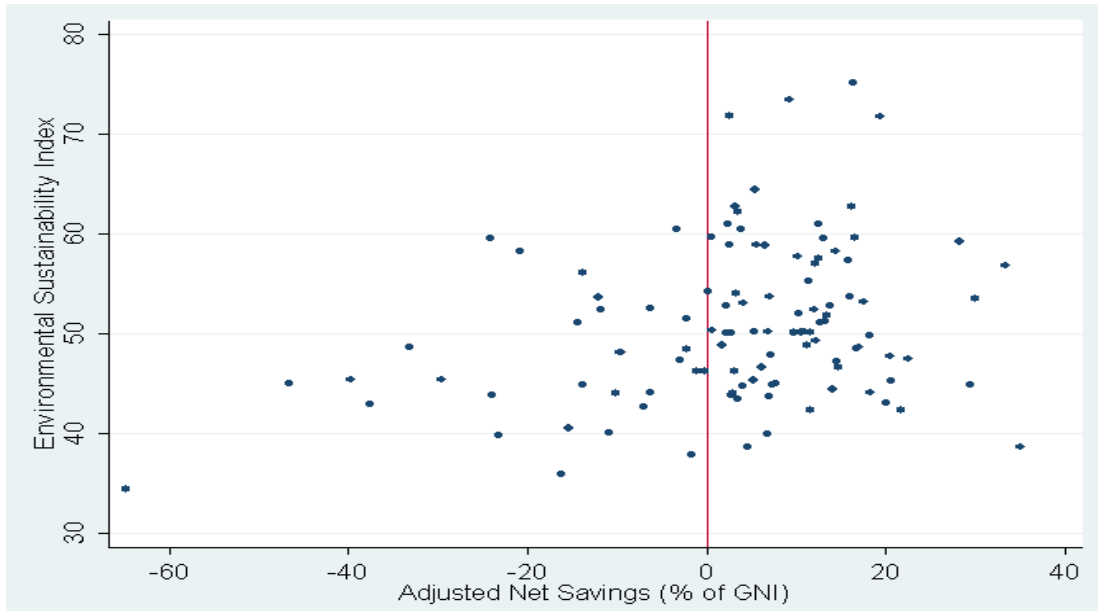
Est-il possible de dépasser ces divergences pour se mettre d'accord sur une représentation partagée de la soutenabilité globale. Si tel était le cas, cela constituerait une avancée majeure. Mais nous verrons que la réponse à cette question est malheureusement négative, en raison de difficultés profondes qui ne peuvent être résolues facilement. Ces raisons doivent être correctement comprises si nous voulons orienter nos efforts dans les directions appropriées. C'est là le principal objectif de la présente partie.

Notre analyse comprendra deux étapes. La première répond à la question suivante : si nous devons produire un seul indicateur global de la soutenabilité, quelle serait la méthodologie à suivre ? Dans ce cas, l'élément crucial est le processus de construction de l'agrégat requis pour combiner tous les éléments hétérogènes dont il faut tenir compte pour le bien-être à venir (point 3.1). La littérature économique récente propose une réponse à cette question qui écarte l'hypothèse naïve selon laquelle cette agrégation pourrait se baser sur les prix du marché, mais sans pour autant renvoyer à des choix de pondérations arbitraires. Des exemples simples montreront de quelle manière cette démarche s'appliquerait à des contextes stylisés, et notamment sa capacité potentielle à dépasser l'opposition classique entre les approches forte et faible de la soutenabilité (point 3.2).

Mais ce cadre fait aussi ressortir avec beaucoup de netteté les conditions très exigeantes que requiert cet indice idéal et il constitue donc un bon point de départ pour l'analyse systématique des problèmes auxquels se heurte l'évaluation pratique de la soutenabilité. Nous ne prétendons pas étudier tous ces problèmes de manière systématique, mais nous soulèverons les points qui semblent particulièrement déterminants. Nous verrons tout d'abord que ce cadre d'analyse attire l'attention sur l'importance des incertitudes techniques et normatives qui rendent difficile la fourniture d'évaluations univoques de la soutenabilité (points 3.3 et 3.4). Nous utiliserons ensuite ce cadre pour clarifier les difficultés posées par la

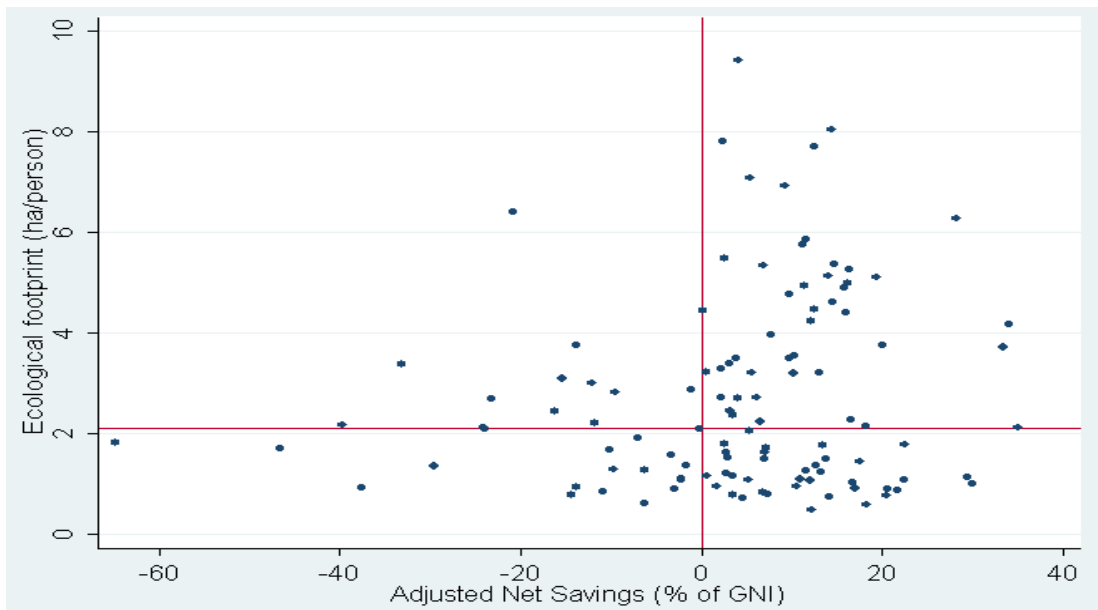
dimension internationale de la problématique (point 3.5). Ces éléments de réflexion serviront de base aux recommandations plus éclectiques qui seront proposées dans la quatrième et dernière partie.

Graphique 3.5. Relation entre l'indice de soutenabilité environnementale et l'épargne nette ajustée



[traduction des légendes :indice de soutenabilité environnementale
épargne nette ajustée (% du RNB)]

Graphique 3.6. Relation entre l'épargne nette ajustée et l'empreinte écologique



[traduction des légendes :empreinte écologique (ha/personne)
épargne nette ajustée (% du RNB)]

3.1. Comment procéderions-nous pour construire un indicateur unique de la soutenabilité ?

Les éléments développés dans la seconde partie font ressortir au moins un point de consensus : la soutenabilité concerne ce que nous transmettons aux générations futures et la question est de savoir si nous leurs laissons suffisamment de ressources de toutes sortes pour qu'elles disposent d'ensembles d'opportunités au moins aussi importants que ceux dont nous avons bénéficié. Ceci est à la base de ce que l'on appelle généralement l'approche de la soutenabilité fondée sur les « stocks », la « richesse », les « actifs » ou le « capital ». Les actifs à prendre en compte sont nombreux : ressources fossiles, ressources renouvelables, ressources environnementales, mais également capital physique, humain et social, ou connaissances générales. Pour éviter tout malentendu, il convient de préciser que les termes d'« actifs » ou de « capital » ne signifient pas que nous considérons que ces ressources doivent être privées ou soumises aux forces du marché. Nombre de ces ressources sont des actifs collectifs qui ne peuvent être gérés efficacement par les mécanismes de marché.

Cette approche de la soutenabilité fondée sur la « richesse » ou les « stocks » a notamment fourni le cadre de base au Millenium Ecosystem Assessment conduit par les Nations Unies entre 2001 et 2005 et qui, à ce stade, constitue l'inventaire de référence pour les tendances environnementales sur toute la planète. Ce type de cadre conceptuel est évidemment totalement en accord avec les points de vue traditionnels des économistes sur les aspects dynamiques du bien-être (cf. encadré 3.2). Il est également intéressant de constater que la référence à cette notion de richesse est partagée par plusieurs travaux d'auteurs hétérodoxes (cf. pour la France, Méda, 1999 ou Viveret, 2002). Tout cela suggère que nous disposons d'un langage commun qui peut favoriser la convergence entre une grande variété de points de vue.

Prenons un exemple : l'une des critiques « hétérodoxes » fréquentes du PIB classique est que, selon cet indice, la destruction du capital naturel ou physique peut être comptabilisée positivement, en raison des retombées positives des réparations sur l'activité économique. Pour être exact, ces activités de réparation ne font pas toujours augmenter le PIB : elles ne le font que s'il y a une augmentation nette de l'activité, ce qui ne sera pas le cas s'il y a un simple transfert de travail des activités normales vers les actions de réparation. Mais, lorsqu'une augmentation de l'activité a effectivement lieu, le PIB envoie clairement un message inadéquat s'il est interprété en termes de bien-être. L'approche de la soutenabilité fondée sur les stocks évite un tel paradoxe, d'une manière qui rejoint la discussion des « dépenses défensives » largement abordée par le premier sous-groupe. Selon l'approche par les stocks, une catastrophe écologique se traduit par une perte en capital, et donc un appauvrissement et une menace immédiate pour la soutenabilité. Les actions de réparation seront comptabilisées comme des investissements qui servent uniquement à compenser la perte initiale. Ces actions ne rendent pas plus riche si la perte de capital initiale a été enregistrée de manière adéquate. Par ailleurs, s'agissant d'investissements, ils ne doivent pas entrer dans l'évaluation du bien-être actuel : en l'absence de catastrophe, les personnes auraient pu se consacrer à des activités plus profitables que la seule restauration des conditions qui prévalaient avant la catastrophe.

Ceci ayant été posé, les difficultés et divergences émergent dès qu'on en vient à la quantification. La quantification consiste à mesurer les changements de quantité ou de qualité des différents actifs ou ressources, à savoir ce que l'on nomme les « mesures physiques ». Les problèmes liés aux mesures sont déjà importants à ce stade, mais nous considérerons qu'ils ont été surmontés. A un moment donné, on suppose donc qu'on sait observer dans quelle quantité nous accumulons des stocks de ressources qui devraient contribuer positivement au bien-être futur et dans quelle mesure nous appauvrissons ou déprécions d'autres stocks d'une manière qui contribuera négativement au bien-être à venir. La question est alors de savoir à quel point cela affectera la soutenabilité ou la non-soutenabilité globale. Si nous nous imposons la contrainte de répondre à cette question par un chiffre unique, il faut trouver le moyen d'agrèger l'ensemble de ces variations physiques.

Pour ce qui concerne les actifs ou les ressources échangés sur les marchés, une façon d'évaluer leur contribution au bien-être à venir est d'utiliser les prix observés sur les marchés. Pourtant, même dans ce cas simple, nous savons qu'il existe de nombreuses raisons pour qu'une telle approche se révèle problématique. Tout d'abord, même lorsqu'il existe des prix, il y a un risque que ceux-ci ne soient pas représentatifs des contributions réelles au bien-être des actifs correspondants à long terme, en raison de leur incapacité à intégrer pleinement toutes les externalités, positives ou négatives, qui peuvent être associées à l'accumulation de ces actifs. Même si ce n'était pas le cas, il y a le fait que ces prix reflètent le comportement peu prévoyant ou irrationnel des investisseurs ou des détenteurs des ressources, qui conduit souvent à des changements erratiques des fondamentaux. Il suffit par exemple de penser aux fortes variations des prix des actifs financiers et du pétrole qui ont été observées au cours des dernières années.

Encadré 3.2. Soutenabilité, richesse et approches inter-temporelles du bien-être

Les mesures de la soutenabilité qui font l'objet du présent document sont liées à la question plus globale de la mesure du bien-être social d'un point de vue intertemporel. Notre propos est de décrire les idées principales et nous invitons le lecteur à se référer à la troisième partie de la contribution de M. Fleurbaey à la Commission pour une argumentation plus rigoureuse (Fleurbaey, 2009).

La richesse et le bien-être inter-temporel : des concepts jumeaux

La dimension inter-temporelle du bien-être peut être introduite en partant du point de vue individuel. L'idée est que le bien-être actuel d'un individu dépend non seulement de ce qu'il consomme ou de ce dont il bénéficie à la date courante, mais également de ce qu'il prévoit de consommer ou de ce dont il s'attend à bénéficier dans un avenir plus ou moins éloigné. Il est possible d'être satisfait avec un niveau relativement faible de ressources immédiates, si l'on prévoit que sa situation s'améliorera avec le temps. A l'inverse, une personne sera peu satisfaite malgré un niveau de vie actuel élevé si elle sait que cette situation ne va pas perdurer. Le traitement naturel de cette dimension inter-temporelle consiste à considérer que le bien-être *global* (V) d'un individu donné est mieux mesuré en tant que combinaison pondérée des niveaux actuel et à venir de son bien-être *instantané* (U). Dans la pratique, cette combinaison pondérée prend généralement la forme d'une somme actualisée des valeurs successives de U .

De quelle manière cette notion est-elle liée à la richesse ? Il s'agit d'un lien direct. Nous savons que la définition rigoureuse de la valeur d'un actif est la somme actualisée des dividendes que celui-ci va générer pendant des périodes futures. De la même manière, pour définir la richesse d'un individu, il convient de mesurer la valeur actualisée de la consommation ou de la jouissance à venir qu'une personne peut prévoir d'obtenir de ses ressources actuelles, ce qui revient à définir le bien-être inter-temporel. Bien évidemment, il doit être clair que cette conception de la richesse dépasse la notion habituelle de richesse financière ou physique. Posséder des actifs financiers ou matériels augmente certes les possibilités offertes à une personne en termes de consommation à venir. Mais avoir un niveau d'instruction élevé, être en bonne santé

ou bénéficier d'un réseau social étendu sont également des formes de richesse présente qui renforcent la perspective d'avoir des revenus, de consommer et/ou de profiter de l'existence au cours des années à venir.

Que se passe-t-il si nous passons au point de vue social ? Il est d'abord possible de regrouper ces V prospectifs pour tous les individus actuellement en vie. Mais d'un point de vue collectif, il ne s'agit là que d'un aspect du problème. Les collectivités sont censées survivre au-delà des horizons de vie de leurs membres actuels, ces membres étant constamment remplacés par de nouveaux. Cela signifie que mesurer le bien-être inter-temporel d'une collectivité donnée revient à faire la somme *actualisée* des consommations et des sources de satisfaction de tous ses membres actuels et futurs pour toutes les époques à venir. Si nous faisons cela, nous aurons le même lien entre le bien-être social et la richesse inter-temporelle que celui que nous avons dans le cas individuel, en retenant un concept de « richesse au sens large » qui regroupe le potentiel d'utilité de toutes les ressources actuelles, pas seulement pour nous-mêmes, mais également pour toutes les générations futures. Nous utiliserons la lettre W pour caractériser cette conception étendue de la richesse.

Les difficultés d'une telle évaluation sont toutefois considérables, comme Samuelson (1961) l'a souligné il y a longtemps. Selon son propre terme ceci conduit à donner une forte composante de « futurité » à l'évaluation du bien-être social, ce qui la rend quasiment impossible à réaliser dans la pratique. De plus, même si nous pouvions produire des projections à très long terme des trajectoires de consommation ou du bien-être courants, nous serions toujours confrontés à la question de l'actualisation, à savoir la manière de pondérer le bien-être relatif des personnes vivant à l'heure actuelle et celui des personnes vivant dans 100 ans, voire encore plus tard. Cette question est toujours au cœur du débat. L'actualisation est inévitable d'un point de vue pratique (pour éviter les sommes infinies), mais elle est éthiquement problématique : en principe, toutes les personnes devraient être traitées de manière égale, quelle que soit leur date de naissance. Dans tous les cas, quelle que soit l'attitude choisie, des indices pratiques du bien-être nécessitant une agrégation inter-temporelle jusqu'à la fin des temps sont difficiles à élaborer et évidemment difficiles à faire comprendre.

Deux modes de mesures de la soutenabilité : le bien-être durable et les évolutions de la richesse mondiale

En raison des difficultés évoquées précédemment, la Commission a choisi de ne pas mettre en avant cette vision inter-temporelle à long terme du bien-être social. Les sous-groupes chargés de traiter les questions liées au PIB classique et à la qualité de vie se sont essentiellement concentrés sur les éléments qui affectent le bien-être courant.

La dimension inter-temporelle a été considérée par le présent sous-groupe à travers la dimension plus étroite mais non moins importante de la *soutenabilité*, à savoir la question de déterminer si la société sera capable, à des époques futures, d'avoir un niveau de bien-être courant aussi élevé que celui que nous avons aujourd'hui. Le lien entre la richesse et cette question de la soutenabilité peut être présenté comme suit : mesurer la richesse revient à mesurer la taille du gâteau à partager entre les générations successives, tandis que mesurer la soutenabilité consiste à déterminer de quelle manière ce gâteau sera partagé entre les générations ou les époques, l'objectif étant qu'aucune génération future ne soit moins bien lotie que la génération actuelle. La métaphore du gâteau est évidemment très imparfaite dans un contexte inter-temporel. Dans un cadre dynamique, la taille du gâteau n'est pas fixe mais dépend du comportement des générations successives. Mais, même imparfaite, cette métaphore permet de clarifier la différence ainsi que le lien entre les deux notions de richesse globale et de soutenabilité.

Ceci dit, il existe deux écoles en ce qui concerne l'évaluation de la soutenabilité.

La première consiste à définir des concepts de consommation ou de bien-être soutenables. L'idée est de calculer le niveau constant maximal de bien-être pouvant être assuré au cours de toutes les périodes successives, avec comme point de départ les niveaux actuels de ressources. La littérature consacrée à la caractérisation de ce U_{sout} est abondante. C'est l'idée de départ de l'indice de « bien-être économique soutenable » de Nordhaus et Tobin, reprise par les nombreux successeurs de cet indice. Cette notion a été ensuite conceptualisée par différents documents théoriques, à commencer par celui de Weitzman (1976). Sur le plan empirique, le concept de PIB vert peut également être vu comme une tentative partielle de calculer un niveau de vie soutenable.

Mais il existe deux limites à cette approche. Tout d'abord, concernant le PIB vert, il convient de souligner qu'il correspond à une version partielle du concept de U_{sout} . Il mesure en effet la production nette des dégradations environnementales, mais ne prend pas en compte l'accumulation ou la perte de nombreuses formes d'actifs, notamment des actifs intangibles. Ensuite, même si nous pouvions mesurer

U_{sout} de manière satisfaisante, il ne s'agirait aucunement d'une statistique suffisante pour caractériser la soutenabilité. Pour le dire simplement, remplacer le PIB par la mesure d'un PIB vert ne nous permet pas d'évaluer si nous nous trouvons ou non sur un sentier soutenable. La mesure de la soutenabilité impose de *comparer* ce PIB vert à notre consommation réelle de ressources. Pour reformuler ceci en termes de services ou de bien-être, c'est le couple (U, U_{sout}) qui est nécessaire pour évaluer la soutenabilité. Nous sommes sur un sentier soutenable tant que $U \leq U_{sout}$. Nous sommes sur un sentier non soutenable dès que U est supérieur à U_{sout} .

La seconde école consiste à construire un indicateur qui mesure directement l'écart entre ce que nous consommons ou ce dont nous bénéficions et ce que nous pourrions consommer ou ce dont nous pourrions bénéficier sur une base soutenable. Cet écart peut être mesuré par l'évolution de la richesse au sens large (dW) et les calculs de l'épargne nette ajustée sont une tentative de quantification de cette évolution. L'idée est simple : une augmentation de la richesse entre t et $t+1$ signifie que nous disposons au début de la période $t+1$ de ressources suffisantes pour maintenir, voire augmenter, le niveau du bien-être que nous avons au moment t sans compromettre l'avenir. Une baisse de la richesse signifie que nous disposons au début de la période $t+1$ de ressources moins importantes que celles dont nous disposions au début de la période t . Cela n'interdit pas nécessairement de consommer autant pendant la période $t+1$ que pendant la période t , mais il est clair que nous ne pourrions pas le faire indéfiniment. Tôt ou tard, la société devra revoir à la baisse son niveau de vie et cet ajustement sera d'autant plus violent qu'il sera entrepris tard.

Comme pour le calcul de V , le message reflètera le choix du facteur d'actualisation ρ , mais de façon sensiblement différente. Lors du calcul de V , le choix de ρ pose un problème éthique, qui est de savoir quels coefficients de pondération relatifs il convient d'attribuer au bien-être actuel ou au bien-être à venir. Lorsque l'on calcule dW pour l'utiliser comme un indicateur de soutenabilité, le choix de ρ affecte en revanche la capacité d'anticipation de l'indice. Le choix d'une valeur de ρ s'apparente au choix d'une distance focale pour des jumelles. Une valeur de ρ élevée permettra de se focaliser sur le risque d'une baisse de U dans un avenir relativement proche. Mais avec des valeurs élevées, l'indicateur ne sera pas parlant concernant les éventuelles baisses de U dans un avenir très lointain. Les messages d'alerte concernant la non-soutenabilité à long terme n'apparaîtront que si une valeur faible est adoptée pour ρ .

Ce lien entre richesse et soutenabilité signifie qu'il peut être pertinent de les considérer de façon simultanée. C'est précisément ce qu'a fait la Banque mondiale dans ses évaluations les plus récentes de l'épargne nette ajustée (Banque mondiale, 2006). Ces évaluations ont montré que la majeure partie de la « richesse des nations » réside dans les ressources intangibles, telles que les compétences, c'est-à-dire le capital humain, conformément à ce qui a été proposé par Adam Smith il y a plus de deux siècles. Tandis que la prédominance du capital humain est essentiellement avérée dans les pays développés, un part beaucoup plus importante de la richesse des pays pauvres est constituée par les actifs naturels. Malheureusement, l'épargne nette ajustée de ces pays est souvent négative, car l'exploitation des ressources naturelles n'est pas compensée par une accumulation suffisante d'autres actifs physiques et humains. Ce constat ne dispense pas nécessairement les pays développés, et ne signifie pas non plus que les pays moins développés devraient consommer moins. L'idée est plutôt qu'ils devraient investir de manière plus efficace. Mais cela souligne surtout à quel point ces pays pauvres, qui dépendent des ressources naturelles, sont exposés à des problèmes à moyen terme en matière de soutenabilité et pointe le risque de creusement des inégalités au niveau mondial.

De toute manière, même si nous étions prêts à croire à la validité des prix du marché lorsqu'ils existent, il reste le problème des actifs qui ne sont pas échangés en tant que tels sur les marchés, et pour lesquels aucun prix direct ne peut être observé. Exclure ces actifs des calculs est évidemment le type de réponse qu'il convient d'éviter, c'est pourquoi il faut trouver des procédures alternatives.

Dans certains de ces cas, la monétisation indirecte semble encore possible de manière relativement évidente. Prenons l'exemple du capital humain, présenté plus en détail à l'annexe 3. Pour cette forme de capital, la stratégie utilisée par les versions initiales de l'épargne nette ajustée consistait à évaluer son accumulation par le coût monétaire de

production de nouveau capital humain, à savoir les dépenses d'éducation. Cette méthode est évidemment trop primaire, car elle ignore la dépréciation de ce capital humain et le fait que le même niveau de dépense peut produire des capitaux humains de qualités très diverses.

Il existe une méthode alternative qui fait appel à des informations partielles fournies par le marché du travail : le capital humain est alors évaluable par le flux actualisé du revenu du travail qu'il est censé générer. Ce procédé suppose qu'il est possible d'extrapoler les taux actuels de retour sur le capital humain à l'avenir. Evidemment, cela est également discutable. Il n'est en effet pas possible de garantir que les retours sur l'éducation seront les mêmes demain qu'aujourd'hui. Mais sur ce type de question, il semble que des méthodes d'évaluation raisonnables ne soient pas complètement hors de portée et qu'elles puissent servir à comparer l'ampleur de l'accumulation nette de capital humain entre les pays ou entre différentes périodes.

Le problème apparaît bien plus complexe en ce qui concerne les actifs environnementaux, pour lesquels les informations fournies par les marchés sont très limitées, voire inexistantes.

Dans certains cas, la solution utilisée consiste à estimer les coûts encourus pour éviter que ces actifs ne se dégradent, par exemple, le coût des équipements pouvant permettre d'éviter totalement l'émission d'un polluant déterminé dans l'atmosphère, ou le prix qu'il serait nécessaire de payer pour maintenir les niveaux des émissions ou la dégradation de l'environnement au-dessous d'un seuil donné, comme cela est fait notamment pour l'évaluation des émissions de CO₂. Malheureusement, cette solution n'est pas satisfaisante pour ce qui nous concerne, même si elle peut convenir aux indices du type PIB vert. On a vu que l'objectif du PIB vert est simplement d'intégrer au PIB les dommages causés à l'environnement. Dans cette perspective, il suffit effectivement de soustraire au PIB ou au PNN classiques le coût potentiellement encouru pour maintenir l'environnement dans son état actuel. Mais nous avons vu que le PIB vert n'apporte pas de réponse véritable à la question spécifique de la soutenabilité.

Ce que les indices de soutenabilité ont à mesurer est autre chose : ils doivent nous dire si un dommage causé à l'environnement va faire passer le bien-être des générations futures au-dessous du niveau du bien-être actuel. C'est seulement à des conditions strictes qu'il peut y avoir une équivalence entre cet impact à long terme et le coût marginal actuel de la réduction de la pollution. Cette équivalence n'existe que si nous optimisons efficacement entre les coûts actuels de la réduction et les profits à venir. Il serait trop restrictif de considérer que de telles conditions s'appliquent dans le monde réel.

En fait, une mesure véritable de la soutenabilité nécessite une évaluation directe des dommages à venir et de la manière dont ils affecteront le bien-être à venir. Pour être complet, il convient d'ajouter que le même type d'imputation est requis au titre de tous les autres actifs. Ainsi, même lorsque les actifs ont une valeur marchande apparente, leur véritable évaluation doit être basée sur la quantité nette de services qu'ils devraient fournir plus tard, en interaction avec d'autres actifs, et il est clair que l'absence des marchés d'un certain nombre de biens conduit à des prix biaisés pour tous les biens, et pas seulement pour les biens non échangés. Par exemple, si l'accumulation de capital est, toutes choses égales par ailleurs, une bonne chose pour le bien-être à venir mais si elle exerce simultanément une pression négative sur l'environnement, alors cet effet externe doit se répercuter négativement sur la valeur actuelle de ce capital, or il est probable que les prix courants du marché ne prennent pas cet effet en compte.

3.2. *Quel serait le comportement de cet indicateur dans des situations-type ?*

Comment tous ces problèmes doivent-ils être traités. Les exigences en matière d'information sont considérables. Lorsque les prix du marché ne servent plus de référence, il faut s'appuyer sur les prix imputés ou prix fictifs et ces imputations ne nécessitent rien de moins qu'une projection intégrale de l'économie, de l'environnement et leurs interactions, ainsi qu'une parfaite anticipation de la manière dont leurs évolutions vont affecter le bien-être à venir (Arrow, Dasgupta et Mäler, 2003).

Le présent rapport n'est pas le lieu pour une exploration poussée des propriétés analytiques des indices de soutenabilité, mais il vaut la peine d'en étudier quelques illustrations⁸. Le contexte que nous allons utiliser à titre d'exemple ne prend en compte que deux types d'actifs : le capital produit, qui peut être physique ou humain ou combiner les deux aspects, et une ressource naturelle. Le capital produit joue le rôle que lui prêtent habituellement les modèles de croissance économique : il détermine la production et il est accumulé par le réinvestissement d'une partie de son produit, l'autre part allant à la consommation, qui est l'une des composantes du bien-être. Le capital produit est en outre sujet à la dépréciation.

Une telle spécification implique que, du point de vue de la production, l'économie converge à terme vers un état stationnaire à la fois pour le stock de capital et la production, déterminé par le taux d'investissement et le taux de dépréciation. C'est le cas à l'issue d'une période de croissance continue, si l'économie part d'un stock de capital inférieur à sa valeur d'équilibre, ou au terme d'une période de décroissance continue, si l'économie adopte un taux d'investissement qui n'est pas suffisant pour maintenir son stock de capital initial.

La dimension environnementale est introduite par l'existence d'une ressource renouvelable essentielle au bien-être et qui cesse de se régénérer suffisamment lorsqu'un certain seuil de production est atteint, à travers le type de mécanisme que l'empreinte écologique tente d'intégrer. Une fois cette étape passée, l'actif naturel commence à se déprécier de manière irréversible, et dans nos hypothèses, cela conduit à terme à un bien-être nul, même si la production économique continue d'augmenter.

C'est dans ce contexte que nous avons testé le comportement d'un indice du taux d'épargne généralisé construit conformément aux principes énoncés précédemment. L'idée est de calculer à chaque période les variations nettes du capital produit et du capital environnemental et de les agréger en fonction de leurs contributions relatives à la succession à venir des bien-être actuels, actualisés selon un taux déterminé. On dira qu'on a un écart de soutenabilité négatif lorsque l'indice est situé au-dessous de zéro : dans ce cas nous savons donc que, tôt ou tard, le bien-être va passer au-dessous de son niveau actuel.

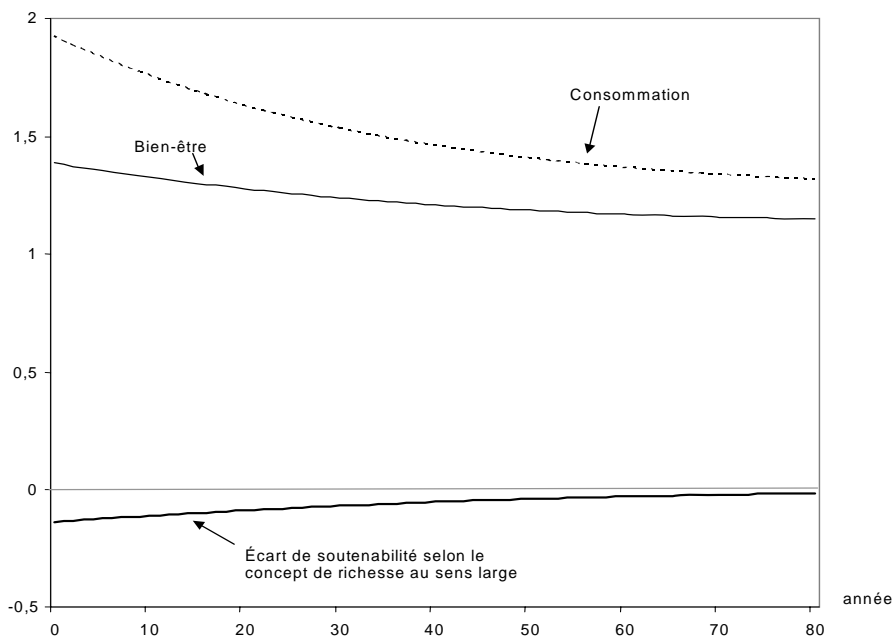
Le graphique 3.7 part d'une situation où cette contrainte environnementale n'entre jamais en jeu, mais dans laquelle la non-soutenabilité découle d'un renouvellement insuffisant du capital produit. C'est ce que nous pouvons appeler un cas de non-soutenabilité économique :

8. Les détails techniques ne sont pas fournis ici mais sont disponibles sur demande. D'une manière générale, il est intéressant de tester des indices et d'examiner leur comportement dans des contextes théoriques, parallèlement à leur mise en œuvre avec des données réelles. Si ces indices ne parviennent pas à fournir des messages pouvant être interprétés dans les contextes théoriques, cela peut suffire à les écarter. Si le résultat n'est satisfaisant que dans certains cas, cela permet d'identifier les cas particuliers dans lesquels les indices sont utiles et les cas dans lesquels ils sont trompeurs.

il n'est pas étonnant que l'indice indique correctement un écart de soutenabilité négatif sur toute la période de simulation. Dans ce cas, celui-ci est proche du taux d'épargne net standard et révèle que l'épargne n'est pas suffisante pour maintenir le niveau de bien-être actuel. Cette société vit au-dessus de ses moyens. Les indices qui se concentrent sur la composante environnementale ne transmettent aucun message concernant cette forme de non-soutenabilité. Il s'agit là d'une raison suffisante de prévoir d'intégrer ce type d'indice dans toute approche de la soutenabilité.

Que se passe-t-il en revanche si la non-soutenabilité est causée par les composantes environnementales ? C'est la situation représentée sur le graphique 3.8, dans laquelle le capital s'accumule et la consommation augmente jusqu'au point où le stock de biens environnementaux commence à décliner, conduisant ainsi à une baisse du bien-être global. L'indicateur construit conformément aux prescriptions théoriques semble de nouveau en mesure d'anticiper cette situation. S'il est conçu avec un taux d'actualisation élevé (5% dans notre exemple), il le fera de façon relativement modérée : un écart de soutenabilité négatif apparaît seulement quelques années avant que le bien-être ne commence à décliner. Mais notre indicateur envoie bien le message qu'il faut, et ce de manière beaucoup plus prospective lorsqu'il est construit avec un taux d'actualisation faible de 1%⁹.

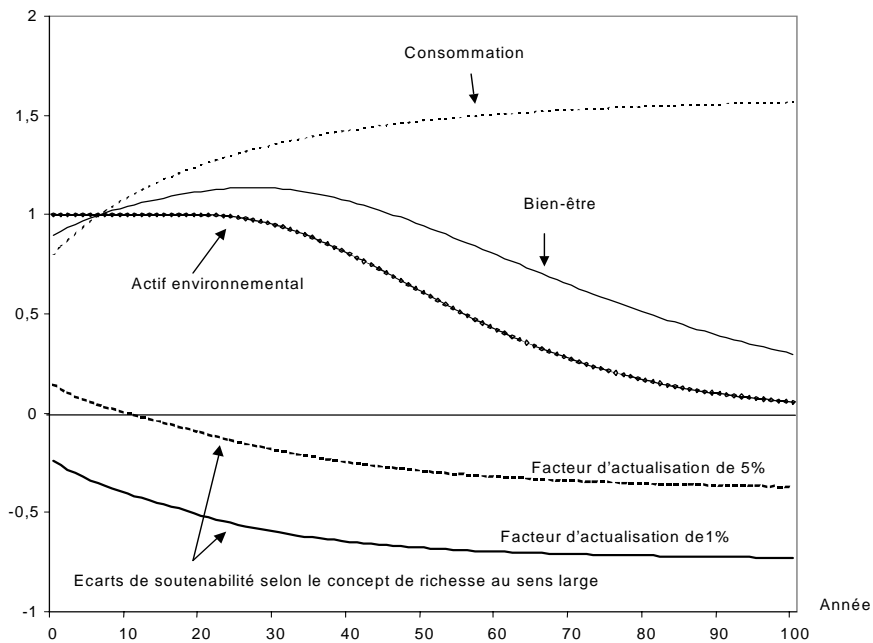
Graphique 3.7. Ecart de soutenabilité dans un cas stylisé de non-soutenabilité économique



Interprétation : Dans un scénario où la consommation et le bien-être déclinent de manière continue en raison d'investissements physiques insuffisants, l'indicateur de richesse au sens large envoie en permanence le signal que la consommation actuelle n'est pas soutenable.

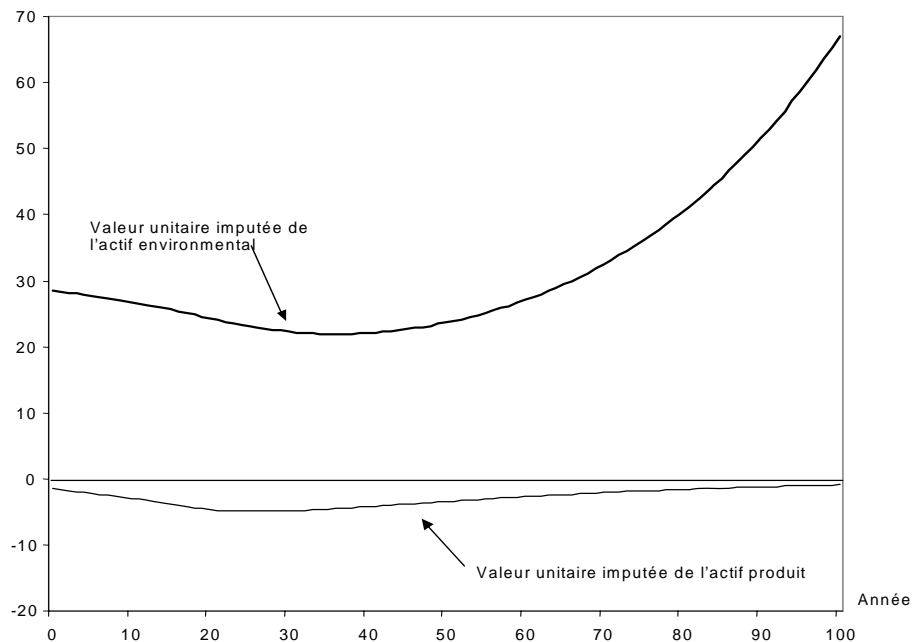
9. Concernant la manière dont le taux d'actualisation de l'indicateur influence les messages qu'il transmet, voir le rapport technique préparé pour la Commission par M. Fleurbaey (2009). Dans ce contexte, le rôle du taux d'actualisation est sensiblement différent du rôle qu'il a joué dans les controverses entourant le rapport Stern : se reporter à l'annexe 4 pour plus d'informations à ce sujet.

Graphique 3.8. Ecart de soutenabilité dans un cas stylisé de non-soutenabilité environnementale



Interprétation : Lorsqu'une consommation excessive conduit à une dégradation de l'environnement qui à son tour implique une réduction du bien-être, l'indice de richesse au sens large signale que nous sommes engagés sur un sentier non soutenable, sa capacité d'anticipation dépendant du taux d'actualisation.

Graphique 3.9. Valeurs imputées des actifs environnementaux et produits selon le scénario de non-soutenabilité environnementale (taux d'actualisation de 1%)



Interprétation : Les résultats du graphique 3.8 se fondent sur les propriétés spécifiques des prix imputés : une valeur positive du capital naturel en forte augmentation et une valeur négative du capital produit.

Qu'est-ce qui explique alors cette capacité d'anticipation ? Elle trouve son origine dans l'hypothèse que celui qui construit l'indice arrive à baser ses évaluations sur les prix imputés représentés sur le graphique 3.9. Ces prix imputés ont deux caractéristiques principales : la première est une forte tendance à la hausse de la valeur imputée du bien environnemental, qui traduit le fait que ce dernier est de plus en plus déterminant pour l'évolution du bien-être. Mais il existe également une deuxième caractéristique : dans ce cas particulier, il s'agit du fait d'attribuer immédiatement une valeur négative à l'accumulation de capital physique, pour anticiper le fait que la poursuite de cette accumulation conduira à terme à dépasser le seuil environnemental critique.

Cet exemple ne prétend pas être réaliste, même si l'on peut considérer qu'il décrit en fait l'un de nos futurs possibles, à savoir les scénarios « d'effondrement » analysés en détail par Diamond (2008) ou certains scénarios de bifurcation proposés par les climatologues en matière de changement climatique. Son intérêt est avant tout pédagogique. Il présente les conditions nécessaires pour que cette approche comptable fonctionne correctement et montre qu'elle peut, tout comme le font d'autres approches, appréhender des situations de non-soutenabilité « forte ». Mais cela ne vaut que lorsque sont réunies des conditions très fortes :

- Il faut une modélisation complète du développement futur de l'économie et de l'environnement, ainsi que de leur impact sur la séquence des niveaux à venir de bien-être. Cela signifie que la construction de l'indice n'est en réalité rien de moins qu'un exercice complet de projection. L'indice n'apporte en lui-même aucune information supplémentaire à cet exercice de projection. Il s'agit seulement d'une manière parmi d'autres de résumer en un chiffre unique l'ensemble des résultats de cet exercice de projection¹⁰.
- Il faut aussi être prêt à accepter des messages forts provenant de ces modèles en termes d'évaluation des différents actifs, qui peuvent être très différents des signaux envoyés par les marchés.

Cela fournit un bon cadre pour clarifier les difficultés de l'exercice. Sur cette base, il devient relativement aisé d'exposer les différentes raisons qui rendent difficile l'évaluation de la soutenabilité, notamment lorsque l'on cherche à le faire de manière uni-dimensionnelle.

3.3. Première difficulté : les incertitudes sur le plan comportemental et technique

L'une des difficultés évidentes de la mesure de la soutenabilité est que, si elle est faite de manière correcte, elle revient à pratiquer un exercice de projection complet. Ainsi, il n'est pas surprenant de rencontrer le problème inévitable du prévisionniste, à savoir le fait que l'avenir est incertain.

Dans la forme la plus extrême, la difficulté est que l'avenir dépendra de ce que nous en faisons. En effet, réaliser une projection implique également d'anticiper les comportements, y compris celui des responsables politiques. Il existe autant d'évaluations de la soutenabilité que de possibilités d'actions à venir. Les prix virtuels sont d'ailleurs, de ce fait, une manière possible d'évaluer et de comparer ces actions (Drèze et Stern, 1990 ; Dasgupta, 2003).

10. Cela s'applique également aux indices de « soutenabilité » utilisés en finances publiques, comme l'« écart de financement » ou la mesure de la dette implicite des systèmes de sécurité sociale : tous ces indices sont autant de moyens de résumer les projections à long terme concernant les excédents et les déficits prévus.

Supposons néanmoins qu'on s'abstienne aller jusqu'à cet extrême. Dans la pratique, ce qu'on nous demande est d'abord d'évaluer des scénarios tendanciels, c'est-à-dire des scénarios où les comportements et les politiques actuels se poursuivent indéfiniment. Même dans ces cas, les sources d'incertitude restent importantes :

- Le modèle en lui-même est source d'incertitude : sommes-nous vraiment certains d'utiliser le bon modèle ? Ne risque-t-on pas de négliger tel ou tel aspect de l'environnement pouvant se révéler d'une importance cruciale à l'avenir ? Tel était en général le cas il y a plusieurs dizaines d'années concernant le changement climatique et la biodiversité. Quelles sont les prochaines variables environnementales qui pourront venir sur le devant de la scène dans les années à venir ?
- Même si nous utilisons le bon modèle conceptuel pour décrire les interactions éco-environnementales à venir, il existe une incertitude concernant le paramétrage de ce modèle ou l'ampleur des chocs extérieurs à venir susceptibles de causer des déviations par rapport à la voie de référence décrite par le modèle.
- Enfin, il existe également une incertitude concernant une composante fondamentale de l'indice, à savoir le choix de l'indicateur de bien-être utilisé pour évaluer les différentes situations à venir de la nature et de l'économie. En théorie, cela mêle étroitement les conclusions du présent sous-groupe à celles des deux autres. Il existe autant d'évaluations de la soutenabilité du bien-être que de définitions du bien-être actuel.

Sans trop entrer dans les détails, nous pouvons développer ces questions et les réponses qu'on pourrait chercher à y apporter, en commençant par les deux premières.

Tant qu'on en reste à des composantes de l'incertitude technologique qui se prêtent au calcul probabiliste, il est éventuellement possible de raisonner en termes d'intervalles de confiance. Nous savons qu'aucun indicateur ne peut nous dire avec certitude si nous empruntons ou non un sentier soutenable : l'indicateur peut dire que nous sommes soutenables alors que ce n'est pas le cas et inversement. On pourrait imaginer d'assortir l'indicateur d'évaluations de ces deux risques opposés. Alternativement, il est possible d'envisager de soumettre l'indicateur à des « tests de robustesse » (« *stress tests* ») ou de présenter des évaluations alternatives dans les pires scénarios, conformément au principe de précaution. De telles idées peuvent constituer des pistes de recherche, mais elles apparaissent déjà difficiles à appliquer.

Si on passe aux formes d'incertitude plus radicales concernant la manière de modéliser les interactions entre les sphères environnementale et économique, le problème apparaît bien plus crucial. Ceci ouvre la porte à des applications encore plus divergentes du cadre général décrit au point 3.2. Le choix d'un indice plutôt qu'un autre reflètera les divergences d'opinion concernant le modèle le plus adéquat pour décrire la réalité. Il pourra aussi découler de sensibilités variables au risque d'utiliser un modèle erroné, avec certains préférant des modèles très conservateurs en ce qui concerne l'environnement, tandis que d'autres assumeront le risque de sous-estimer les problèmes environnementaux. L'essentiel du débat concernant les changements environnementaux à long terme reflète effectivement des convictions différentes sur la distribution des probabilités des scénarios éco-environnementaux futurs. Il n'y a aucune raison pour que l'évaluation de la soutenabilité échappe à ces difficultés.

Ce problème nous emmène bien au-delà de ceux auxquels sont habituellement confrontés les statisticiens, dont le travail quotidien consiste essentiellement à mesurer l'état *actuel* du monde. Dans ce domaine, il est bien sûr possible de se heurter à des problèmes de mesure et/ou à des désaccords sur la manière d'agrèger les différentes caractéristiques de l'état du monde dans les indices synthétiques. Ces problèmes sont déjà importants, mais il s'agit d'un domaine où il n'y a en principe pas de place pour l'hétérogénéité des croyances ou des attentes. Tenter de quantifier la soutenabilité ajoute à tout cela le problème de prévoir l'avenir, et l'hétérogénéité des croyances concernant cet avenir entre en jeu, et constitue une source supplémentaire de complexité.

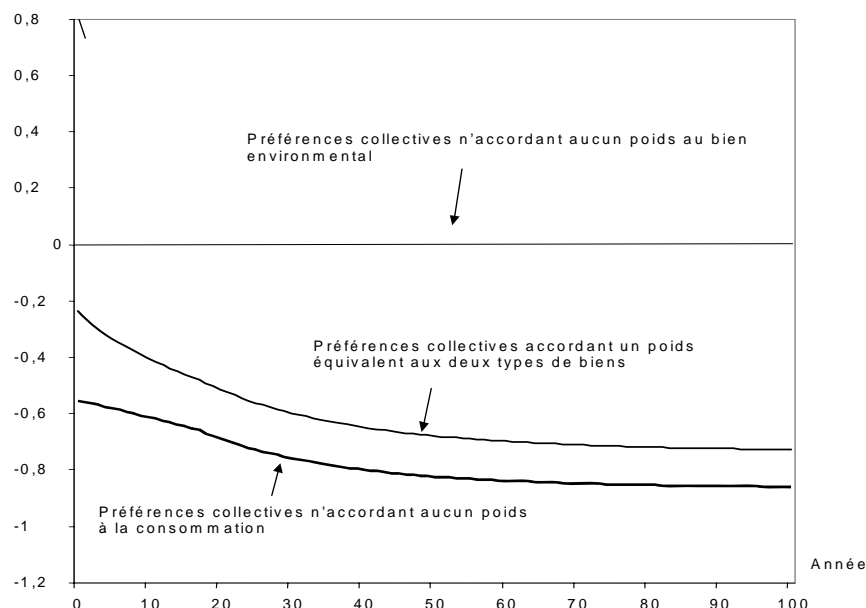
Une réponse possible à cette difficulté serait de fournir des indices élaborés à partir de plusieurs modèles concurrentiels. Mais le caractère pédagogique de ces exercices n'est pas certain, ce qui incite à aborder le problème de manière différente. S'il existe des éléments naturels dont l'interaction avec la sphère économique peut être substantielle et probable, mais prend des formes difficiles à modéliser de façon fiable, il y a de bonnes raisons de préférer contrôler ces facteurs environnementaux de manière séparée, en abandonnant l'idée de les intégrer à un indicateur unique.

3.4. Incertitudes normatives : soutenabilité de quoi ?

Si l'on passe au plan normatif, on peut dire qu'il y a autant d'indices de soutenabilité que de définitions de ce que nous souhaitons maintenir. Cette observation peut sembler triviale, mais elle n'est paradoxalement pas si fréquente dans la littérature. Elle mérite quelques commentaires. Dans la pratique usuelle des comptes nationaux, la question normative de la définition de préférences est généralement éludée en prenant pour hypothèse que les prix observés révèlent les véritables préférences des personnes. Si les pommes sont moins chères que les oranges, cela traduit entre autres choses les goûts relatifs des personnes pour les pommes et les oranges. Aucun choix normatif n'est donc requis de la part du statisticien. Cela serait également vrai pour la mesure de la soutenabilité si tous les actifs qu'on doit prendre en compte étaient échangés sur des marchés parfaits par des individus pleinement informés de l'importance de ces actifs, non seulement pour leur propre bien-être à venir, mais également pour celui de leur descendants.

Dès que l'on conclut que les prix du marché ne sont pas une donnée fiable, on perd cette expression indirecte des préférences révélées. Des spécifications directes de ces préférences doivent être introduites dans nos instruments d'évaluation, et les résultats vont dépendre de ces spécifications. A titre d'illustration, nous avons renouvelé la simulation du graphique 3.8 avec diverses spécifications alternatives de la fonction de bien-être. La spécification du graphique 3.8 accordait un poids égal à la qualité environnementale et à la consommation. On y a ajouté des fonctions de bien-être de l'environnementaliste pur et du consommateur pur qui accordent des poids maximaux symétriques à l'environnement et à la consommation, et aucun poids à l'autre composante. Le résultat va sans dire mais mérite quand même d'être souligné : ces deux hypothèses polaires conduisent à des évaluations complètement différentes de la soutenabilité.

Graphique 3.10. Ecart de soutenabilité pour le même scénario qu'au graphique 3.8, mais calculé pour diverses spécifications de la fonction de bien-être



Interprétation : Les messages de l'indicateur de soutenabilité qui ressortent du graphique 3.8 sont fortement modifiés si on adopte des représentations différentes des préférences collectives concernant la consommation et la qualité de l'environnement.

Existe-t-il des remèdes à cette indétermination ? On pourrait tenter de résoudre ce problème de façon empirique en tentant de définir une fonction appropriée du bien-être à partir des observations présentes sur valeurs que les personnes attachent aux facteurs environnementaux par rapport aux facteurs économiques. Cela n'étant pas réalisable à partir des prix observés, il nous faut recourir à d'autres moyens, comme des évaluations contingentes ou des mesures directes de l'impact des services environnementaux sur des indices de bien-être subjectif, tels que ceux étudiés par le 2^{ème} sous-groupe. Mais les limites sont nombreuses. En particulier, les évaluations contingentes et les mesures subjectives établies aujourd'hui dans un contexte éco-environnemental donné peuvent-elles être utilisées pour prédire les évaluations des générations futures dans des contextes éco-environnementaux qui auront très certainement évolué ? La pertinence de l'indice dépend de la capacité de la fonction du bien-être à capter la valorisation relative des biens environnementaux et non-environnementaux sur tout le spectre de variation de leurs quantités relatives.

Un tel profil global peut se révéler difficile à dégager simplement à partir d'observations courantes établies pour un intervalle étroit de variation des variables éco-environnementales. Certains pourraient faire valoir par exemple que nos descendants pourraient devenir très sensibles à la pénurie relative de certains biens environnementaux auxquels nous n'accordons guère d'attention aujourd'hui parce qu'ils sont encore relativement abondants et qu'il faudrait donc que nous attachions immédiatement une valeur élevée à ces biens, pour la simple raison que nous croyons que tel pourrait être le désir de nos descendants. A l'inverse, les anti-environnementalistes peuvent avancer l'argument opposé : il est possible que les générations futures soient complètement indifférentes à la disparition de certains services environnementaux auxquels nous accordons aujourd'hui de la valeur uniquement parce que nous en avons l'habitude. Cela ajoute au débat la complexité qui peut résulter de la dérive des

déterminants du bien-être au fil du temps, dérive pouvant elles-mêmes être dépendre du sentier suivi par les variables économiques et environnementales.

En poussant plus loin, se pose aussi la question de savoir de quelle manière l'indicateur de bien-être choisi doit agréger les préférences individuelles, c'est-à-dire la question des aspects distributifs du bien-être. Si, par exemple, nous considérons que l'indicateur-clé du bien-être courant doit être le revenu total disponible des x% les moins aisés de la population, et non pas le revenu global disponible, les indices de soutenabilité doivent être adaptés à cette fonction objectif. Cela serait parfaitement en accord avec un autre aspect souvent ignoré de la définition de la soutenabilité figurant dans le rapport Brundtland, à savoir l'attention portée à la répartition des ressources *au sein* des générations aussi bien qu'*entre* les générations. Dans un monde où les inégalités au sein des pays tendent naturellement à s'accroître, les messages relatifs à la soutenabilité différeront en fonction de l'objectif que nous nous fixons. Une attention spécifique portée aux questions de répartition pourrait même inciter à élargir la liste des biens d'investissements ayant une importance pour la soutenabilité : la « soutenabilité » du bien-être pour les x% les moins bien lotis de la population peut impliquer des investissements spécifiques dans des institutions offrant une aide efficace pour préserver cette population de la pauvreté. En principe, notre cadre théorique indique comment, dans l'idéal, affecter une valeur à ce type d'investissement « institutionnel ». De fait selon Arrow et al. (2003), les institutions figurent parmi les actifs qui devraient idéalement être intégrés à une mesure véritablement exhaustive de la richesse. Mais il va sans dire que la perspective d'y parvenir est encore plus éloignée que pour d'autres actifs.

En résumé, cette question de la prédéfinition de la notion de bien-être que l'on cherche à soutenir a) met en évidence le lien nécessaire entre les conclusions du présent sous-groupe et celles des deux autres sous-groupes et b) peut constituer un argument supplémentaire en faveur d'indices de soutenabilité multiples, correspondant aux différentes définitions de ce que nous essayons de soutenir. D'une certaine façon ceci montre qu'il n'existe pas d'opposition intrinsèque entre l'approche de la soutenabilité selon la « richesse élargie » et l'idée souvent mise en avant par les partisans des indices composites que la pondération des différentes composantes de la soutenabilité devrait relever du débat démocratique. L'avantage de l'approche fondée sur les stocks est qu'elle fournit un cadre permettant d'identifier les éléments qu'il est nécessaire de pondérer et qu'elle clarifie la base de calcul de ces pondérations, contrairement aux procédures de pondération arbitraires généralement adoptées pour les indices composites. Mais une fois qu'il est admis que les prix du marché des actifs ne peuvent pas servir de référence à nos évaluations, nous sommes ramenés à la question de savoir sur quelles bases ces évaluations peuvent-être établies

3.5. La dimension internationale : soutenabilité de qui ?

Passons à l'analyse des propriétés des indicateurs dans un contexte multinational. Nous avons vu que cet aspect du problème est une autre source majeure de clivage entre l'épargne nette ajustée et de nombreuses autres approches de la soutenabilité. En fonction de l'indice choisi, les pays les plus fortement concernés par la non-soutenabilité peuvent être les pays les moins développés, en raison du sous-investissement en capital physique et en capital naturel et/ou d'une mauvaise gestion des ressources naturelles, ou les pays les plus développés, parce que leur niveau de vie élevé impose une pression forte sur l'écosystème et sur les ressources naturelles à l'échelle de la planète.

Sur ce point, l'un des arguments possibles en faveur de l'épargne nette ajustée est que, si les marchés fonctionnent correctement, la pression exercée par ces pays développés sur les ressources des autres pays se reflète déjà dans les prix qu'ils paient pour importer ces ressources. Si, en dépit du coût de leurs importations, les pays développés sont encore en mesure de générer une épargne nette positive, cela signifie qu'ils investissent suffisamment pour compenser leur consommation de ressources naturelles. Il incombe ensuite aux pays exportateurs de réinvestir les revenus tirés de leurs exportations en quantité suffisante s'ils veulent également être sur un sentier soutenable. C'est ce qu'on appelle la « règle de Hartwick » (Hartwick, 1977), selon laquelle, pour un pays exportateur de ressources, la soutenabilité implique le réinvestissement de la totalité des revenus de ces exportations. Un pays qui vend un actif non renouvelable devient nécessairement plus pauvre s'il ne convertit pas tous les revenus provenant de cette vente en un autre actif.

En réalité, la règle de Hartwick nécessite d'être précisée. Si l'on tient compte du fait que le prix d'une ressource épuisable doit suivre une tendance ascendante (« règle de Hotelling » formulée dans Hotelling, 1931), la valeur d'un stock donné de cette ressource est appelée à augmenter de manière autonome au fil du temps, ce qui permet à un pays d'être « soutenable » même s'il ne réinvestit pas la totalité des revenus provenant de cette ressource à une époque donnée. Une fois cette correction apportée, les calculs de l'épargne nette ajustée devraient-être à nouveau pertinents.

Mais ceci n'est réellement le cas que si l'hypothèse selon laquelle les marchés sont efficients est vérifiée. Si les marchés ne sont pas efficients et si la ressource naturelle est sous-évaluée, les pays importateurs bénéficient d'une subvention implicite tandis que les pays exportateurs sont taxés. Cela veut dire que la soutenabilité réelle des pays importateurs est surestimée tandis que celle des pays exportateurs est sous-estimée. Ce problème devient d'autant plus crucial là où il n'existe aucun marché ou en présence de fortes externalités.

Une approche de type richesse élargie peut-elle permettre de surmonter cette difficulté ? La réponse n'est pas évidente. Considérons par exemple le contexte très simple de deux pays disposant d'une ressource naturelle qui est un bien public mondial librement accessible. Nous supposons que les deux pays produisent et consomment à chaque période, mais en utilisant des technologies différentes. Le pays 2 utilise une technologie propre qui n'a aucun impact sur la ressource naturelle, tandis que le pays 1 utilise une technologie « sale » qui entraîne une dépréciation de la ressource naturelle. Pouvons-nous enfin un peu plus loin l'asymétrie en supposant que c'est uniquement le pays 2 qui est affecté par la dégradation du bien environnemental. Le pays 1 est totalement indifférent au niveau de ce bien environnemental, par exemple parce que ses caractéristiques géographiques le protègent entièrement des conséquences de toute dégradation. Dans un tel contexte, il est normal de caractériser les pays 1 et 2 comme étant respectivement « le pollueur » et « le pollué ».

De quelle manière la mécanique des prix imputés s'appliquerait-elle dans ce contexte ? L'une des possibilités est de calculer des prix imputés de la ressource naturelle spécifiques à chaque pays, puis de les appliquer ces deux prix pour proposer des variations de richesse globale différentes pour chacun des deux pays. La différence entre les deux prix reflètera le fait que les deux pays sont affectés différemment par les changements environnementaux. Si l'on procède ainsi, il est facile de deviner que le prix imputé pour le pollueur sera nul, car les changements environnementaux n'ont aucun impact sur lui, ce qui implique qu'il n'accorde aucune valeur à l'actif environnemental. En revanche, le pays pollué attribue une valeur

positive à cet actif. Si l'actif naturel se détériore, le message est que le pollueur est « soutenable », tandis que le pollué ne l'est pas.

D'un certain point de vue, ce résultat reflète la réalité. Il est vrai que c'est le bien-être du pollué qui va diminuer. Mais d'un autre point de vue, le message transmis est trompeur. Le pays 2 ne peut rien faire pour rétablir sa soutenabilité. Seul un changement de la technologie utilisée par le pollueur (pays 1) peut contribuer à rétablir la soutenabilité du pays pollué. Selon ce second point de vue, ce n'est pas la soutenabilité propre à chaque pays qui importe, mais la contribution de chaque pays à la non-soutenabilité globale. Cette approche peut enfin être appliquée à un cadre de richesse au sens large si nous sommes en mesure de calculer une richesse au sens large globale et d'imputer à chaque pays des contributions à la dégradation de cette richesse globale. Cela nous ramène précisément à la manière dont les indicateurs d'empreinte sont construits et utilisés. Ceci incite une fois de plus à diversifier les approches, en utilisant le type d'instrument qui semble le plus pertinent pour chaque type d'actif.

4 - Conclusion : principaux messages et propositions de recommandations

En résumé, qu'avons-nous appris et quelles conclusions pouvons-nous tirer ? Ce voyage dans le monde des indicateurs de soutenabilité a été un peu long et technique. Cette question est de fait complexe, plus complexe que le problème déjà compliqué de mesurer le bien-être ou la performance économique courantes. Pour cette raison, les conclusions de ce sous-groupe demeureront relativement plus ouvertes que celles des deux autres sous-groupes. Mais nous tenterons néanmoins de formuler un ensemble limité de trois messages suivis de quatre recommandations aussi pragmatiques que possible.

Message n°1 : La mesure de la soutenabilité diffère fondamentalement de la pratique statistique classique : pour effectuer des mesures correctes, des projections sont nécessaires, et pas seulement des observations.

Le travail habituel des statisticiens est de tenter de mesurer ce qui a lieu ou ce qui a eu lieu dans un passé plus ou moins lointain. Concernant la soutenabilité, il s'agit de produire des chiffres concernant l'avenir, qui par nature n'a pas encore été observé. On pourrait certes arguer que, dans un monde de marchés de capitaux parfaits, toutes les informations pertinentes concernant la trajectoire à venir de l'économie sont contenues dans les évaluations actuelles des actifs ou des services qu'ils fournissent. Si un actif est appelé à se raréfier, ceci devrait d'ores et déjà se refléter dans son prix courant. C'est le point de vue implicite de certaines des applications actuelles de l'indice de l'épargne nette ajustée. Mais il s'agit d'une perspective purement théorique. Les événements récents ont montré à quel point des marchés de capitaux bien établis peuvent se tromper dans leurs prédictions implicites concernant les évolutions à venir de l'économie. Cela est d'autant plus vrai dans des domaines où les marchés sont notoirement sous-développés ou non-existants, ce qui est bien évidemment le cas dans la plupart des domaines liés à l'environnement.

Il n'est pas non plus envisageable de mesurer la soutenabilité en se contentant d'interroger des personnes à ce sujet, comme l'on est parfois enclin à le faire pour mesurer le bien-être *actuel*. Des questions sur les perspectives individuelles ou globales sont fréquemment posées

et les résultats sont évidemment intéressants. Par exemple, selon l'édition 2006 du sondage Eurobaromètre réalisé pour la Commission européenne, 76% des répondants français prévoient une vie plus difficile pour leurs enfants que pour eux-mêmes, alors que seuls 8% anticipaient une évolution contraire. Ces messages sont intéressants en raison du fort contraste qu'ils présentent par rapport aux projections classiques à long terme du PIB par habitant, basées sur l'extrapolation des tendances actuelles de la productivité. Ils renforcent la conviction que la mesure de la soutenabilité est une question à part entière. Mais ils ne fournissent clairement pas une telle mesure. Ils mesurent simplement des sentiments ou des croyances ayant trait à la soutenabilité. C'est pourquoi il nous faut aller plus loin. Ce que nous attendons des statistiques est de dépasser ce type de sentiments ou de perceptions subjectives quotidiennes.

Tout ceci veut dire qu'il est clairement impossible de répondre à la question qui nous occupe comme on le fait habituellement pour les comptes ou les statistiques sociales. Des projections sont nécessaires, non seulement des projections concernant les tendances technologiques ou environnementales, mais également des projections concernant la manière dont ces tendances interagiront avec les forces socio-économiques ou même politiques. Présentée de cette façon, la tâche est des plus ardues. Dans la pratique, les perspectives seront toujours plus restreintes, c'est-à-dire qu'il s'agira seulement de fournir des chiffres permettant d'identifier le risque de non-soutenabilité si les tendances ou les comportements actuels se poursuivent. Mais le travail à accomplir n'en demeure pas moins considérable et va bien au-delà de la tâche habituelle des statisticiens et/ou des économistes. Il nécessite un éventail de compétences beaucoup plus large que pour la comptabilité classique.

Message n°2 : Mesurer la soutenabilité nécessite de fournir des réponses préalables à des questions normatives. A cet égard également, l'exercice diffère très fortement de l'activité statistique classique.

La coexistence de différentes appréciations de la soutenabilité peut non seulement refléter des différences de prévision de ce que l'avenir peut être, mais également des points de vue différents sur ce qui aura de l'importance demain pour nous ou pour nos descendants. Formulons cela d'une autre manière. Tout le monde devrait en principe s'accorder sur l'idée que la soutenabilité signifie la préservation du bien-être à venir. Mais la question demeure de savoir précisément quel bien-être nous souhaitons maintenir. Certains peuvent penser qu'il suffit d'assurer la constance du PIB par habitant. D'autres décideront de tenir compte du revenu monétaire, mais mettront davantage en avant la répartition *intra-générationnelle* des ressources, comme l'a fait le rapport Brundtland. Ils considéreront donc que nous devons soutenir le revenu monétaire au profit des segments les plus pauvres de la population, et les implications concrètes peuvent alors être différentes de celles issues du premier objectif cité. D'autres encore pourront choisir de mettre davantage l'accent sur telle ou telle composante de de l'environnement, telle que la biodiversité ou la qualité des paysages.

Faire des choix en la matière dépasse encore une fois le travail et la responsabilité habituels des statisticiens, qui peuvent contribuer à clarifier les options ou à mettre en œuvre un indice de manière correcte une fois les choix faits, mais qui ne peuvent en aucune manière prendre la responsabilité de définir des objectifs à atteindre.

Message n°3 : La mesure de la soutenabilité pose une difficulté supplémentaire dans un cadre international. La question n'est pas seulement d'évaluer la soutenabilité relative de chaque pays pris séparément. Le problème qui se pose est plutôt global, au moins dans sa dimension environnementale. Ce qui est en jeu, au bout du compte, est la contribution de chaque pays à la soutenabilité ou à la non-soutenabilité globale.

Nous avons vu que le traitement de cette dimension est en réalité à l'origine de nombreuses divergences entre les différentes approches de la soutenabilité et explique leurs résultats contradictoires. D'un certain point de vue, on peut dire que les pays les plus développés sont les plus soutenables, car ils consacrent une part suffisante de leurs ressources à l'accumulation de capital, qu'il soit physique ou humain. Il n'est pas surprenant de constater que de nombreux pays moins développés sont sur des trajectoires économiques beaucoup plus fragiles. Mais, d'un autre côté, ce sont les pays développés qui sont souvent les plus grands contributeurs à la non-soutenabilité mondiale, au moins en ce qui concerne le climat.

Tous ces messages doivent être considérés de manière conjointe. Ils fournissent tous des arguments en faveur d'une approche non uni-dimensionnelle de la soutenabilité. Tenter de fournir trop d'informations nuit sans aucun doute à la lisibilité et à l'impact sur l'opinion publique. Mais essayer d'inclure trop d'informations dans une série trop restreinte de chiffres, voire dans un chiffre unique, peut également faire perdre de vue des aspects importants du phénomène que l'on tente de mesurer.

Au total, la mesure de la soutenabilité soulève des difficultés majeures, mais il nous appartient de proposer des solutions, aussi imparfaites soient-elles. Nous formulerons donc cinq recommandations en ce sens.

Recommandation n°1 : L'évaluation de la soutenabilité nécessite un tableau de bord bien défini et limité.

La question de la soutenabilité est complémentaire à celle du bien-être ou de la performance économique courants et doit être examinée séparément. Cette recommandation de séparer les deux questions peut paraître triviale. Pourtant, ce point mérite d'être souligné car certaines approches n'adoptent pas ce principe, ce qui aboutit à des messages générateurs de confusion. Cette confusion est à son maximum lorsqu'on tente de combiner ces deux dimensions en un seul indicateur. Cette critique ne s'applique pas seulement aux indices composites, mais aussi à la notion de PIB vert. Pour utiliser une analogie, lorsque l'on conduit une voiture, un compteur qui agrégerait en une seule valeur la vitesse actuelle du véhicule et le niveau d'essence restant ne serait d'aucune aide au conducteur. Ces deux informations sont essentielles et doivent être affichées dans des parties distinctes, nettement visibles, du tableau de bord.

Recommandation n°2 : Le trait distinctif de toutes les composantes de ce tableau de bord devrait être de pouvoir être interprétées comme des variations des « stocks » de ressources qui entrent dans la détermination du bien-être humain.

Pour traiter un sujet compliqué pouvant donner lieu à de multiples malentendus, il est bon de commencer par mettre au point un langage commun ou un cadre général commun. Le cadre que nous avons tenté de mettre en avant est une approche de la soutenabilité fondée sur les stocks, le capital ou la richesse. L'argument est que, au bout du compte, la question de la

soutenabilité est une question relative aux stocks de ressources que nous laissons pour les périodes futures ou les générations futures, et la question est de savoir si nous en laissons suffisamment pour maintenir des ensembles d'opportunités au moins aussi grands que ceux dont nous avons bénéficié. Dire cela n'implique aucune limitation a priori concernant la liste des actifs qui ont une importance pour le bien-être à venir. Bien au contraire, cette liste peut être allongée autant que possible. Les évaluations de la soutenabilité doivent se baser sur des inventaires complets de ces stocks et sur une évaluation fiable de la manière dont ils évoluent à l'heure actuelle et dont ils sont susceptibles d'évoluer à l'avenir. Sur le plan purement économique, les comptes de capital fournissent l'information de base. Des solutions existent aussi pour la mesure du capital humain, à la fois en termes de stocks et de flux nets. En ce qui concerne l'environnement, des inventaires à grande échelle ont notamment été réalisés dans le contexte d'initiatives telles que le *Millennium Ecosystem Assessment* coordonné par les Nations Unies entre 2001 et 2005. Le « capital social » est une autre dimension qu'il est important de considérer, même si à ce stade sa quantification est une question beaucoup plus problématique.

Pour illustrer la pertinence de l'approche fondée sur les stocks et la manière dont elle s'articule avec la mesure du bien-être actuel, rappelons de nouveau de quelle manière elle répond nettement à l'une des critiques les plus connues du PIB classique, à savoir le fait qu'en tant qu'indicateur de bien-être, celui-ci peut envoyer le message aberrant qu'une catastrophe naturelle est un bienfait pour l'économie, en raison de l'activité économique supplémentaire générée par les actions de réparation. Si nous sommes en mesure d'appliquer correctement cette approche, celle-ci enregistrera clairement une catastrophe comme une forme de perte exceptionnelle de capital naturel ou physique. Tout accroissement de l'activité économique résultant d'une catastrophe n'aura de valeur positive que dans la mesure où il contribue à rétablir le niveau initial du stock de capital. Il ne contribue pas au bien-être actuel : sans la catastrophe, les personnes auraient consacré leur temps à des activités plus agréables. Cet accroissement d'activité contribue uniquement à éviter que la dépréciation accidentelle du capital naturel ne se traduise par une baisse du bien-être à venir.

Pour conclure sur ce point, il faut également rappeler que la formulation de la question de la soutenabilité en termes de préservation de certains biens « d'investissement » n'implique pas que ces biens doivent être gérés ou échangés comme des biens d'investissement ordinaires. Les économistes utilisent indifféremment les termes de « richesse » ou de « capital » pour désigner toutes les formes de biens qui peuvent être transférés d'une période à une autre, sans aucune considération préalable concernant le fait que ces biens soient une propriété privée ou collective ou le fait que leur gestion puisse être ou non soumise entièrement aux forces du marché. Pour éviter ce type de malentendu, nous avons tenté dans la mesure du possible de retenir ici le terme plus neutre de « richesse ». Quels que soient les termes choisis, il doit être possible de convenir que la problématique de la soutenabilité peut être formulée comme la question de savoir si nous transmettons une quantité suffisante de toutes ces composantes de la richesse à des périodes ou à des générations futures. C'est la raison pour laquelle nous avons choisi de formuler les choses de cette manière.

Recommandation n°3 : Un indice monétaire de soutenabilité a sa place dans un tableau de bord sur la soutenabilité, mais en l'état actuel des connaissances, il doit demeurer principalement axé sur les aspects économiques de la soutenabilité.

L'approche de la soutenabilité fondée sur les stocks peut elle-même se décliner en deux versions. L'une ne s'intéresserait qu'aux variations de chaque stock pris séparément, avec l'idée de veiller à ce qu'aucun de ces stocks ne baisse ou ne chute en dessous des seuils critiques en-deçà desquels de nouvelles réductions seraient extrêmement néfastes au bien-être. L'autre tente de résumer toutes les variations des stocks en un indice synthétique unique.

Cette deuxième voie est celle suivie par les approches fondées sur la « richesse au sens large », la « richesse inclusive » ou l'« épargne ajustée », qui ont en commun l'idée de convertir tous ces actifs en un équivalent monétaire. Nous avons examiné le potentiel d'une telle approche, mais aussi ses limites. Dans certaines conditions, elle permet d'anticiper de nombreuses formes de non-soutenabilité, mais ces conditions sont extrêmement fortes. La raison est que l'agrégation requise par cette approche ne peut se baser sur des valeurs marchandes : il n'existe pas de prix de marché pour un grand nombre d'actifs importants pour le bien-être à venir. Et même lorsqu'ils existent, rien ne garantit qu'ils reflètent correctement l'importance de ces différents actifs pour le bien-être à venir. À défaut de ces messages des prix, nous devons recourir à des imputations, ce qui soulève d'importantes difficultés normatives et informationnelles.

Tout cela incite à s'en tenir à une approche plus modeste, à savoir axer l'agrégation monétaire sur des éléments pour lesquels il existe des techniques d'évaluation raisonnables, tels que le capital physique, le capital humain et les ressources naturelles échangées sur des marchés. Cela correspond plus ou moins à la partie dure de l'« épargne nette ajustée » calculée par la Banque mondiale et développée par plusieurs auteurs. « Verdir » plus intensivement cet indice est bien entendu un objectif pertinent et nous pouvons le maintenir à notre agenda, mais nous savons que le type d'appareil analytique nécessaire à cet effet est complexe. Il faut des modèles de projection à grande échelle représentant les interactions entre environnement et économie, incluant un traitement adéquat de l'incertitude sur la nature exacte de ces interactions, que ce soit en recourant à des scénarios faisant varier les prix relatifs des différentes composantes de la « richesse élargie », ou par des méthodes de « *stress tests* ». Mais, en attendant, nous devons essentiellement axer cet indicateur sur ce qu'il fait relativement bien, à savoir évaluer la composante « économique » de la soutenabilité, c'est-à-dire évaluer si les pays consomment ou non une part excessive de leur richesse économique.

Encadré n° 3.3. Indicateurs physiques et autres indicateurs non monétaires : lesquels retenir ?

La position générale de la Commission a été d'éviter de formuler des propositions clé en main définitives sur les différentes questions qu'elle a soulevées. Toutes les propositions sont plutôt destinées à stimuler de plus amples discussions. Cela s'applique d'autant plus dans le domaine des indicateurs *physiques* de soutenabilité, où l'expertise de spécialistes issus d'autres disciplines est cruciale et n'a été qu'indirectement représentée dans la composition de la Commission.

Il est cependant possible de formuler certaines suggestions en lien avec les conclusions de récents rapports.

En 2008, un groupe de travail OCDE/UNECE/Eurostat a rédigé un rapport sur la mesure du développement durable dont les messages présentent plusieurs points communs avec les nôtres. Il recommande fortement l'approche de la soutenabilité fondée sur les stocks comme méthode pertinente pour structurer un micro-tableau de bord des indicateurs de soutenabilité regroupant à la fois les variables relatives aux stocks et aux flux. Il suggère également une ligne de démarcation entre les déterminants du bien-être « économique » (ceux qui se prêtent le plus directement à une évaluation monétaire) et les déterminants du bien-être « fondamental », parmi lesquels quatre couples d'indicateurs environnementaux stocks/flux respectivement consacrés au réchauffement planétaire, à d'autres formes de pollution atmosphérique, à la qualité de l'eau et à la biodiversité. Les détails et positions de ces indicateurs sur le tableau de bord peuvent être visualisés (en gras) sur le tableau ci-dessous.

Petite panoplie d'indicateurs du développement durable proposés par le groupe de travail OCDE/UNECE/Eurostat sur la mesure de la soutenabilité

Domaine de l'indicateur	Indicateur de stock	Indicateur de flux
Bien-être fondamental	Espérance de vie ajustée à la santé	Indice des changements dans la mortalité et la morbidité par âge (paramètre fictif)
	Pourcentage de la population ayant suivi des études post-secondaires	Taux de fréquentation de l'enseignement post-secondaire
	Écarts de température par rapport à la normale	Émissions de gaz à effet de serre
	Concentrations d'ozone et de particules fines au sol	Émissions polluantes génératrices de smog
	Disponibilité de l'eau ajustée à la qualité	Charges des nappes d'eau en éléments nutritifs
	Fragmentation des habitats naturels	Conversion des habitats naturels à d'autres usages
Bien-être économique	Avoirs financiers étrangers nets par habitant	Investissements réels en actifs financiers étrangers par habitant
	Capital produit réel par habitant	Investissement réel net par habitant dans le capital produit
	Capital humain réel par habitant	Investissement réel net par habitant dans le capital humain
	Capital naturel réel par habitant	Épuisement réel net du capital naturel par habitant
	Réserves de ressources énergétiques	Épuisement des ressources énergétiques
	Réserves de ressources minérales	Épuisement des ressources minérales
	Stocks de ressources en bois	Épuisement des ressources en bois
	Stocks de ressources marines	Épuisement des ressources marines

Source : UNECE/OCDE/Eurostat (2008)

(http://www.unece.org/stats/publications/Measuring_sustainable_development.pdf)

Plus récemment, le Conseil économique, social et environnemental français (CESE) a publié un rapport dont l'objectif initial était d'évaluer l'empreinte écologique (EE) mais qui a exploré plus largement les différentes pistes qui s'offrent pour quantifier la soutenabilité. Il véhicule les mêmes messages que le rapport actuel concernant les limites de cet indice EE ainsi que le fait que l'une de ses sous-composantes, l'empreinte carbone, rend plus directement et plus soigneusement compte de la plupart des informations pertinentes. En conséquence, il plaide fortement en faveur de cet indice. Par rapport aux émissions mondiales de GES indiquées dans le tableau de bord OCDE/UNECE/Eurostat présenté ci-dessus, l'empreinte carbone présente l'avantage d'être exprimée dans cette unité « empreinte » qui est intuitivement si attrayante et a fait le succès de l'EE. Par ailleurs, ce rapport du CESE a suggéré de mettre l'accent sur les autres indicateurs physiques figurant déjà dans les grands tableaux de bord internationaux tels que celui élaboré par la stratégie européenne pour le développement durable. Certains sont déjà cités dans le tableau de bord OCDE/UNECE/Eurostat.

Pour ce qui est du changement climatique, certains autres indicateurs peuvent être envisagés. Une observation directe de la température moyenne constitue une possibilité, mais qui n'est pas la mieux adaptée, car elle a tendance à être en retard par rapport aux principales composantes du changement climatique et parce qu'il peut toujours exister des désaccords sur les causes de l'élévation de la température, et de là sur son caractère permanent ou transitoire. En conséquence, les climatologues préfèrent recourir à un concept thermodynamique, le forçage radiatif du CO₂, qui mesure le déséquilibre énergétique de la Terre provoqué par l'action du CO₂ en tant que gaz à effet de serre.

À titre de substitution, il est possible d'employer directement une notion de budget résiduel de CO₂ : selon les climatologues, si l'on souhaite limiter à 25% la probabilité que la température moyenne du globe dépasse de 2° Celsius les niveaux pré-industriels, ce plafond de 2°C étant largement admis par les experts du climat comme le « point de bascule » ouvrant la voie à des effets en retour irrépessibles (méthane libéré par la fonte du permafrost, CO₂ et méthane issus de la dégradation des forêts tropicales, toutes sortes de gaz à effet de serre rejetés par les océans saturés en raison du réchauffement, etc.), il convient de ne pas dépasser le seuil de 0,75 trillion de tonnes de CO₂ dans l'atmosphère. Sur ce budget total de 0,75, les émissions jusqu'en 2008 ont déjà consommé une part d'environ 0,5, d'où l'importance de surveiller ce budget résiduel de CO₂. L'attrait de cet indicateur est d'être en forte cohérence avec l'approche de la soutenabilité fondée sur les stocks. Il peut également être reformulé dans les termes très expressifs de compte à rebours, à savoir le délai restant jusqu'à l'épuisement de ce stock, en prenant pour hypothèse que les émissions conserveront leur tendance actuelle. Ce type de représentation est souvent utilisé pour d'autres formes de ressources épuisables.

Le rythme de régression de la glace pérenne ou le pH océanique sont d'autres indicateurs indirects du réchauffement planétaire. Le rythme de régression de la glace pérenne présente l'avantage d'être un indicateur relativement avancé et d'être directement liée aux effets manifestes. Le pH océanique augmente avec la quantité de CO₂ naturellement déversée dans les océans. Une conséquence de cette augmentation est la baisse de quantité de phytoplancton, qui est lui-même un puits de carbone aussi important que les forêts. On pourrait donc affirmer que le puits physique (eau de mer dissolvant le CO₂ atmosphérique) détruit le puits biologique. C'est pourquoi le pH océanique semble être un bon indicateur du changement climatique, montrant l'un de ses effets en retour les plus pervers.

Deux critères particulièrement importants sont à prendre en compte pour choisir entre tous ces indicateurs. L'un est leur faculté d'appropriation par le public, l'autre est la capacité de les décliner à l'échelon national, voire infranational : à cet égard, l'empreinte carbone présente nombre d'avantages.

En ce qui concerne la biodiversité, la question est actuellement examinée par le groupe TEEB (« l'économie de l'environnement et de la biodiversité »), agissant à l'initiative de l'Union européenne. Elle a également été récemment traitée par un rapport du *Conseil d'Analyse Stratégique* français, en l'occurrence dans l'intention de pousser aussi loin que possible la monétisation de cette dimension. La raison de cette recherche d'équivalent monétaire est essentiellement que cela pourrait favoriser l'intégration de cette dimension dans les choix d'investissement : nombre de décisions publiques, telles que la construction d'une nouvelle autoroute, impliquent une perte virtuelle de biodiversité due à la fragmentation des habitats naturels. Mais le rapport fournit aussi un examen très détaillé et technique des mesures physiques existantes de la biodiversité, auquel le lecteur se référera pour plus ample information.

Enfin, en s'éloignant des préoccupations environnementales, mais toujours sur le plan « non monétaire », le capital social et les « actifs institutionnels » que nous transmettons aux générations futures constituent un autre élément important. On aura noté que le tableau de bord UNECE/OCDE/Eurostat présenté ci-dessus n'a pas proposé d'indicateur de ce type, non pas parce que la question n'est pas pertinente, mais surtout en raison d'une absence de consensus sur la manière de le mesurer. Le sous-groupe 3 n'était pas en mesure d'explorer cette question plus avant, mais des efforts en ce sens demeurent sans aucun doute nécessaires.

Recommandation n°4 : Les aspects environnementaux de la soutenabilité méritent un suivi séparé reposant sur une batterie d'indicateurs physiques sélectionnés avec soin.

Concernant la soutenabilité environnementale, les limites des approches monétaires n'impliquent pas que des efforts pour valoriser en termes monétaires les dommages causés à l'environnement ne soient plus nécessaires : au contraire, s'opposer à toute forme de monétisation aboutit souvent à faire comme si les biens environnementaux n'avaient aucune valeur. Mais le problème est que nous sommes loin d'être capables de construire des valeurs monétaires de ces biens environnementaux qui, au niveau agrégé, puissent raisonnablement être mise en balance avec les prix de marché des autres actifs. Compte tenu de notre état d'ignorance, le principe de précaution encourage un suivi séparé de ces biens environnementaux.

En fait, les raisons fondamentales d'un traitement distinct des questions environnementales sont directement issues des trois messages formulés plus haut : il s'agit des éléments pour lesquels les projections sont les plus difficiles à produire. Ils se caractérisent par des incertitudes technologiques importantes et une difficulté réelle d'apprécier la valeur que seront susceptibles de leur accorder les générations futures. Un suivi séparé des indicateurs physiques correspondants peut donc être envisagé, au moins à ce stade, comme une manière simple de répondre à cette nécessité d'un traitement spécifique. En outre, il s'agit souvent de biens publics mondiaux, comme dans le cas du climat. Tout cela plaide en faveur d'un suivi séparé.

Reste à savoir maintenant quels indicateurs de stock/flux sont les mieux adaptés pour ce type de suivi séparé.

L'empreinte écologique était l'une des options envisagées. En particulier, contrairement à l'épargne nette ajustée, elle se concentre sur les contributions à la non-soutenabilité globale, en communiquant le message que la principale responsabilité incombe aux pays développés. Cependant, le sous-groupe a pris acte de ses limites, et notamment du fait qu'elle est loin d'être un véritable indicateur physique des pressions sur l'environnement : elle s'appuie sur certains choix d'agrégation qui pourraient être problématiques. En fait, la plupart des informations qu'elle transmet sur les contributions nationales à la non-soutenabilité sont contenues dans un indicateur plus simple, l'empreinte carbone, qui est donc un bien meilleur indicateur pour surveiller les pressions humaines sur le climat.

Plus généralement, sur cette question des indicateurs physiques, un groupe d'économistes ne peut prétendre à aucun avantage comparatif. La discussion concernant les mesures des stocks qui devraient idéalement être incluses dans le micro-tableau de bord que nous préconisons requiert d'autres formes d'expertise, avant d'être soumise au débat public. L'encadré 3.3 présente quelques exemples de la manière dont ce problème a été traité récemment par des groupes ou des commissions similaires et propose des pistes supplémentaires pour le cas spécifique du réchauffement climatique.

En bref, notre compromis pragmatique consiste à suggérer un petit tableau de bord, solidement ancré dans la logique de l'approche de la soutenabilité par les « stocks », lequel combinerait :

- Un indicateur plus ou moins dérivé de l'approche de la richesse au sens large, « verdi » autant que possible sur la base des connaissances actuelles, mais dont la principale fonction serait toutefois d'envoyer des messages d'alerte concernant la non-

soutenabilité « économique ». Cette non-soutenabilité économique peut être due à un faible taux d'épargne ou à un faible taux d'investissements dans l'éducation, ou à un réinvestissement insuffisant des revenus générés par l'extraction de ressources fossiles (pour les pays fortement tributaires de cette source de revenus).

- Une batterie d'indicateurs *physiques* sélectionnés avec soin, axée sur des dimensions de la soutenabilité environnementale d'ores et déjà perçues comme importantes, ou susceptibles de le devenir à l'avenir, et qui restent difficiles à exprimer en termes monétaires.

Les points de convergence entre ce scénario et les conclusions de certains des autres rapports mentionnés dans l'encadré 3.3 sont rassurants : ils indiquent que, partant de la situation relativement confuse décrite dans la seconde partie, nous évoluons progressivement vers un cadre plus consensuel pour la compréhension des questions de soutenabilité.

Il reste la question du guide d'utilisation de ce tableau de bord. Il faut indiquer bien clairement qu'aucun ensemble limité de chiffres ne saurait prétendre prédire avec certitude le caractère soutenable ou non soutenable d'un système extrêmement complexe. L'objectif est plutôt de disposer d'une batterie d'indicateurs lançant une « alerte » sur des situations qui présentent un fort risque de non-soutenabilité. Mais, quoi que nous fassions, les tableaux de bord et les indices ne sont qu'un élément du débat. La plupart des efforts déployés pour évaluer la soutenabilité ont à se concentrer sur l'amélioration des connaissances sur la manière dont économie et environnement interagissent aujourd'hui et sont susceptibles de le faire dans le futur.